

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche**  
**Scientifique**

**Université Ahmed Draïa Adrar**  
**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département des Sciences et de Technologie**



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme:

**Master en Génie Civil**

**Option: Matériaux en Génie Civil**

**Présenté par:**

Abbadi Fatima

Nebbou Khadidja

## **THEME**

**Formulation du béton à base des matériaux locaux  
(Granulats d'Aougroute)**

Soutenu le 08/07/2019 devant les membres du jury :

Mr. Hamouda Abdelaziz

**President**

Mr. Abbou Mohamed

**Examineur**

Mr. Abdeldjalil M'hammed

**Encadreur**

Pr. Khelafi Hamid

**Co-Encadreur**

**Année Universitaire 2018/2019**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Dédicace

*Si je vais dédier ce travail à quelqu'un cela ne sera que pour ma chère mère et à âme ma cher père, qui n'ont épargné aucun effort pour que je puisse arriver à ce stade mais je dois dédier ce travail à d'autres personnes qui ont une place dans mavie.*

■ à mon enseignantes *Mr.ABDELDJALIL.M'hammed*

• *et Pr.KHELAFI.Hamid*

■ *A âmes mes chers frères et mes sœurs.*

■ *petit enfants (hanan;Imtinan;Houssam;Amin ;Fatima.Z,Roumissa)*

■ *A toute ma famille ABBADI.*

■ *A tout mes chères amis surtout:TELMANI . HADDA*

*et NEBBOU.Khadidja.Chega Mohamed Ali*

■ *A tout enseignants dans ma vie.*

■ *A mon binôme Khadidja.NEBBOU*

■ *A ma promotion 2018-2019.*

**FATIMA**



# Dédicace

Si je vais dédier ce travail à quelqu'un cela ne sera que pour ma chère mère et à âme ma cher père (رحمة الله عليه), qui n'ont épargné aucun effort pour que je puisse arriver à ce stade mais je dois dédier ce travail à d'autres personnes qui ont une place dans ma vie.

- à mon enseignantes **Mr. ABDELDJALIL. Mhammed**  
et **Pr. KHELAFI. Hamid**
- A âmes mes chers frères et mes sœurs, surtout mon frère **Mostapha**
- Âmes petit enfants (**Ala edine ; Mohamed; Hadil; Inesse ; Ahmed; Sid ahmed; khaira**)
- A toute ma famille **NEBBOU.**
- A tout mes chères amis surtout: **TELMANI .Hadda**  
et **ABBADI Fatima**
- A tout enseignants dans ma vie.
- A mon binôme **ABBADI Fatima**
- A ma promotion 2018-2019.

**KHADIDJA**



# REMERCIEMENT

Nous rendons grâce à Dieu de nous avoir aidés à mener jusqu'à la fin nos études et notre présent projet.

Nous tenons à exprimer vivement notre sincère reconnaissance à toutes les personnes qui ont collaboré avec nous à la réalisation de ce travail.

Spécialement notre encadreur M'hammed ABDELJALIL pour ses conseils et encouragements. et enseignants de laboratoire LTPS.

Nos sincères remerciements vont aussi à tout ceux qui nous n'avons pas cités et qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail également tous les enseignants qui ont participé à notre formation.

---

## Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des normes	
Abréviations	
Introduction générale	

## Chapitre I: Synthèse bibliographique

I. Introduction:	1
I.1.Généralité de Béton:	1
I.1.1.Définition :	1
I.1.2. Composants du béton:	1
I.1.2.1. Ciment :	1
I.1.2.1.1.Classification des ciments suivant la composition :	2
I.1.2.2.Granulats :	2
I.1.2.3.L'eau	2
I.3.L'adjuvant : Norme (NF EN 934-2).	2
I.3.1 Rôle des adjuvants.....	2
I.3.2 Utilisation d'adjuvant super-plastifiant : Norme(NA774).....	3
I.3.2.1 Le Mode d'action :	3
I.3.3 Utilisation d'adjuvant Plastifiants :	4
I.3.3.1 Mode d'emploi :	4
I.4 Additions minérales:	5
I.4.1Utilisation d'Additions minérales :	5
I.4.2 La fumée de silice:	5
I.4.3 Détermination du dosage minimal en ciment Cmin, add, en cas d'utilisation d'addition [03].....	5
I.5Cimenterie STG :	6
I.6.Méthode DREUX-GORISSE :	6
I.6.1. Méthodologie d'étude:	9
I.7 Classification de béton :	9
I.7.1 La masse volumique :	9
I.7.2La granularité :	9
I.7.3 La consistance (cône d'Abrams):	9
I.8Propriétés du béton:.....	10
I.8.1 Béton frais :	10
I.8.1.1Ouvrabilité de béton :	10
I.8.1.2Cône d'Abrams:(Affaissement) :	10
I.8.1.3Table vibrante (étalement):	11
I.8.1.4Masse volumique du béton frais [10] .....	11
I.8.2 Propriétés du béton durci :	12
I.8.2.1 Masse Volumique à l'état durci :	12

I.8.2.2 Résistance à la compression:[6] .....	12
I.9Analyse fractales: .....	13
I.10 Résultats des travaux précédents de 2011 à2018: .....	13
I.10.1Travaux de F.Yousfi et F.Harizi2011:[4] .....	13
I.10.2Travaux de F.Yousfi 2014:[08] .....	13
I.10.3 Travaux de Mounir et M. Belhadj 2015:[7] .....	14
I.10.4Travaux de A.Yaichi 2017:[11]. .....	15
I.11 Conclusion .....	17

## **Chapitre II: Identification des matériaux locaux**

II. Introduction : .....	19
II.1 L'eau de gâchage utilisé : norme (NF EN 206-1). .....	19
II.2 Ciment : .....	20
II .2.1Caractéristiques physiques de ciment utilisé : .....	20
II.2.1.1Essai sur masses volumiques des ciments :EN P (18-558). .....	21
II.2.1.2 L'essai de consistance du ciment : norme (EN 196-3). .....	21
II.2.1.3 Essai de prise du ciment : norme (EN 196-3). .....	22
II.2.1.4 Essai sur mortier : norme(EN 196-1). .....	23
II.2.1.5 .1Mise en œuvre : .....	23
II.2.2Analyses chimique et minéralogique du ciment : .....	24
II .3.Granulats: .....	24
II.3.1. Origine: .....	24
II .4.Sable : .....	25
II .4.1.Caractéristiques physiques de sable: .....	25
II .4.1.1.Analyse granulométrique :norme (EN 933-2). .....	25
II .4.1.2 Masse volumique apparente : norme (EN 18-554) .....	26
II.4.1.3 Masse volumique absolue : norme(EN 18-301). .....	27
II.4.1.4.L'équivalent de sable : norme (EN 933-8). .....	28
II .4.1.5.Module de finesse : norme(EN 13139) .....	28
II .5.Gravier : .....	29
II.5.1.Caractéristiques physiques de gravier:II.5.1.1 Analyse granulométrique : norme(EN 933-2). .....	29
II.5.1.2 Masses volumiques apparentes: norme (NF EN 12620). .....	30
II.5.1.3 Masses volumiques absolues: norme (NF EN 12620).[05]. .....	31
II.5.1.4Essai de propreté des graviers :Normes (NF P 18-591) ; (NF EN 933-1). [05] .....	31
II.5.2 Caractéristiques mécaniques de gravier : .....	32
II.5.2.1 Résistance à l'usure des gravillons :norme (EN 1097-1). .....	32
II.5.2.2Résistance à la fragmentation des gravillons : norme (EN 1097-2). .....	33
II.5.2.3Coefficient d'aplatissement: norme(EN 933-4). .....	34
II.6Les adjuvants : norme NF EN 934 -2.[11]. .....	35
II.7 Addition minérales: norme (EN 206-1) .....	35
II.7.1Définition: .....	35
II.7.2 Fumée de silice :norme (NF P 78-502).[05] .....	35

II.7.3.Caractères généraux .....	36
II.8Conclusion : .....	36

## Chapitre III: Etude de formulation du béton

III. Introduction : .....	38
III.1. Etude d'un béton ferme en Sable concassé ( $D_{max}$ 15mm).....	40
III.1. 1Dosage du ciment de béton ferme : .....	40
III.1.2Détermination dosage en ciment et en eau de béton ferme : .....	40
III.1.2.1 Détermination du rapport C/E de béton ferme.....	40
III.1.2.2. Etude d'un béton ferme ( $D_{max}$ 15), $S_C$ .....	41
III.1. 2.3 Détermination dosage en ciment de béton ferme:.....	41
III.1.2.4 Correction sur le dosage en eau de béton ferme: .....	42
III.1.3 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique (béton témoin):.....	42
III.1.3.1 Détermination des points O, A, B : .....	42
III.1.3.2 Détermination valeurs du coefficient correcteur K de (Béton témoin) :.....	42
III.1.3.3 Détermination $K_s$ :.....	43
III.1.3.4 Tracé la courbe de référence OAB de béton ferme.....	43
III.1.3.5 Pourcentage des sables et de graviers à sec de béton ferme .....	43
III.1.4 Détermination des valeurs du coefficient compacité $\gamma$ de béton ferme.....	44
III.1.5 Détermination du volume absolu des compositions solides de béton ferme .....	44
III.1.6 Dosage pondéral des granulats de béton ferme .....	44
III.2. Etude d'un béton ferme ( $D_{max}$ 25), $S_C$ .....	45
III.2.1. Détermination dosage en ciment de béton ferme.....	45
III.2.1.1Détermination dosage en eau de béton ferme( $D_{max}$ 25mm) .....	45
III.2.1.2 Correction sur le dosage en eau de béton ferme : .....	46
III.2.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton ferme (béton témoin):.....	46
III.2.2.1 Détermination des points O, A, B : .....	46
III.2.2.2 Pourcentage des sables et de graviers à secs de béton ferme .....	46
III.2.3 Détermination valeurs du coefficient compacité $\gamma$ de béton ferme .....	47
III.2.4 Détermination le volume absolu des compositions solides de béton ferme.....	47
III.2.5 Dosage pondéral des granulats de béton ferme .....	47
III.2.5.1 Détermination valeurs du coefficient correcteur K.....	48
III.3 Etude d'un béton plastique en ( $D_{max}$ 15mm), $S_C$ .....	48
III.3.1 Détermination dosage en ciment de béton plastique.....	49
III.3.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique .....	49
III.3.2.1 Détermination des points O, A, B:.....	49
III.4 Etude d'un béton plastique en ( $D_{max}$ 25), $S_C$ .....	50
III.4.1 Détermination dosage en ciment de béton plastique.....	51
III.4.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique: .....	51
III.4.2.1 Détermination des points O, A, B : .....	51
III.5.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique.....	53
III.5.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton très plastique .....	53
III.5.2.1 Détermination des points O, A, B : .....	53

III.6 Etude d'un béton très plastique ( $D_{max}=25mm$ ), $S_C$ .....	54
III.6.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique.....	55
III.6.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton très plastique : .....	55
III.6.2.1 Détermination des points O, A, B :.....	55
III.7 Etude d'un béton ferme en ( $D_{max}= 15mm$ ), $S_D$ .....	57
III.7.1 Détermination dosage en ciment et en eau de béton ferme : .....	57
III.7.1.1 Détermination du rapport C/E de béton ferme.....	57
III.7.1.2 Détermination du dosage en ciment de béton ferme.....	57
III.7.2 Correction sur le dosage en eau de béton ferme .....	58
III.7.3 Dosage en pourcentage des granulats de béton ferme : .....	58
III.7.3.1Détermination des points O, A, B :.....	58
III.7.3.2Tracé la courbe de référence OAB de béton ferme en (sable de dune) : .....	59
III.7.3.3Pourcentage des sables et de graviers à secs de béton ferme:.....	59
III.7.4 Détermination des valeurs du coefficient de compositions de béton ferme□.....	59
III.7.5 Détermination du volume absolu des compositions solides de béton ferme .....	59
III.7.6 Dosage pondéral des granulats de béton ferme .....	60
III.8 Etude d'un béton ferme ( $D_{max}25mm$ ), $S_D$ .....	60
III.8.1 Détermination dosage en ciment de béton ferme.....	61
III.8.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton ferme : .....	61
III.8.2.1 Détermination des points O, A, B :.....	61
III.9 Etude d'un béton plastique ( $D_{max}15mm$ ), $S_D$ .....	62
III.9.1Détermination dosage en ciment de béton plastique.....	63
III.9.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique : .....	63
III.9.2.1 Détermination des points O, A, B :.....	63
III.10 Etude d'un béton plastique ( $D_{max}=25mm$ ), $S_D$ .....	64
III.10.1Détermination dosage en ciment de béton plastique.....	65
III.10.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique : .....	65
III.10.2.1 Détermination des points O, A, B :.....	65
III.11 Etude d'un béton très-plastique ( $D_{max} 15mm$ ), $S_D$ .....	66
III.11.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique .....	67
III.11.2Dosage en pourcentage des granulats de béton très-plastique: .....	67
III.11.2.1Détermination des points O, A, B:.....	67
III.12 Etude d'un béton très-plastique ( $D_{max} 25$ ), $S_D$ .....	68
III.12.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique .....	69
III.12.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton très plastique : .....	69
III.12.2.1 Détermination des points O, A, B :.....	69
Conclusion.....	71

## Chapitre IV:Résultats des bétons à l'états frais et durci

IV. Introduction .....	73
IV.1 Étapes de confection du béton : .....	73
IV.1.1 Préparation de malaxage .....	73
IV.2.Propriétés des différents types de béton à l'état frais : .....	74

IV.2. 1.La densité réelle : .....	74
IV.2. 1.1. La masse volumique du béton à l'état frais : norme (EN 12350-6).....	74
IV.3.L'ouvrabilité du béton .....	75
IV.3.1 L'essai d'affaissement au cône d'Abrams: norme EN (12350-21) .....	75
IV.3.2. Mesure de l'étalement à la table vibrante : norme (EN 2063).....	75
IV.4. Mise en place du béton dans les moules.....	76
IV.5. Conservation des éprouvettes .....	76
IV.6.1 Résistance mécanique à la compression de 28 jours non destructifs.....	80
IV.6.1.1 Mesure la résistance mécanique avec scléromètre : norme (NF EN 13791). .....	80
IV.6.2 Résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs :.....	80
IV.6.2.1 Résistance à la compression :Norme (EN 12390-4).....	80
IV.7Conclusion.....	81

## Chapitre V: Interprétation des résultats

V. Introduction .....	83
V.1 Analyse de résultat de béton à l'état frais .....	83
V.1.1 Projet-1-béton ferme (Sable concassé (SC), A=3.6cm, C/E=2,1, G/S=1,17 ; Dmax=15mm) .....	83
V.1.2 Projet- 2-béton ferme en (SC ; A=3,6cm, C/E=1,70 ; G/S=1,32 ; Dmax=25mm) :.....	84
V.1.3 Projet- 3-béton plastique en (SC, A=7,5cm ; C/E=2.10 ; G/S=1,27 ; Dmax=15mm) : .....	84
V.1.4 Projet- 4-béton plastique en (SC, A=7,5, C/E= 1,94, G/S= 1,38 Dmax=25mm).....	85
V.1.5 Projet -5- béton très plastique (SC, A=11,5cm ;C/E=2.10 ; G/S= 1,38 ; Dmax=15mm) : .....	85
V.1.6 Projet -6- béton très plastique (SC, A=11,5cm C/E=1,94, G/S= Dmax=25mm):.....	86
V.1.7 Projet -7- béton ferme (SD, A=3,6cm ; C/E=2,10 ; G/S= 1,94 ; Dmax=15mm) : .....	87
V.1.8 Projet -8- béton ferme (SD, A=3 ,6cm C/E=1,70, G/S=2,125 ; Dmax=25mm): .....	87
V.1.9 Projet -9- béton plastique (SD, A=7,5cm ; C/E=2,10 ; G/S= 2,03 ;Dmax=15mm) : .....	88
V.1.10 Projet -10- béton plastique (SD, A=7,5cm ; C/E=1,94 ; G/S=2,22 ; Dmax=25mm) : .....	88
V.1.11 Projet -11- béton très plastique (SD, A=11,5cm C/E=2,10, G/S= 2,25 , Dmax=15mm).....	89
V.1.12 Projet -12- béton très plastique (SD, A=11,5cm C/E=1,94, G/S= 2,33 Dmax=25mm).....	90
V.2. Analyse de résultat de béton à l'état durci : .....	90
V.2.1 Projet -1- béton ferme (S <sub>C</sub> , A=3,6cm, C/E=2,10 ; G/S= 1,17 ; D <sub>max</sub> =15mm).....	90
V.2.2 Projet -2- béton ferme en (SC, A=3.6cm, C/E=2,18, G/S= 1,32 ; Dmax=25mm).....	91
V.2.3 Projet-3- béton plastique (S <sub>C</sub> , A=7,5, C/E=2.10, G/S=1,27 ; D <sub>max</sub> =15mm).....	92
V.2.4 Projet -4- béton plastique en (S <sub>C</sub> , A=7,5cm, C/E=2.18, G/S=1,38 D <sub>max</sub> =25mm) .....	92
V.2.5 Projet -5- béton très plastique (S <sub>C</sub> , A=11,5cm, C/E=2.10, G/S=1, 38 ; D <sub>max</sub> =15mm) : .....	93
V.2.6 Projet -6- béton très plastiques (S <sub>C</sub> , A=11,5cm C/E=2.10, G/S=1,5 ; D <sub>max</sub> =25mm).....	94
V.2.7 Projet -7 béton ferme (S <sub>D</sub> , A=3,6cm C/E=2.10, G/S=1,94 ; D <sub>max</sub> =15mm) .....	94
V.2.8 Projet -8- béton ferme en (SD, A=3,6cm C/E=2.18,G/S=2,125Dmax=25mm).....	95
V.2.9 Projet -9- béton plastique en (S <sub>D</sub> , A=7,5cm C/E=2,10, G/S=2,03 ; D <sub>max</sub> =15mm) .....	96
V.2.10 Projet -10- béton plastique en (SD, A=7,5cm C/E=1,94, G/S=2,22 Dmax=25mm).....	96
V.2.11 Projet -11- béton très plastique en (S <sub>D</sub> , A=11,5cm C/E=1,10, G/S=2,25 ; D <sub>max</sub> =15mm) .....	97
V.2.12 Projet -12- béton mou en (SD, A=11,5cm C/E1,94 ; G/S=2,33 ;Dmax=25mm) .....	98
V.3 Analyse générale de bétons : .....	98
V.3.1. Etude de Béton Ordinaire : .....	98

---

V.3.2 Etude de Béton avec Adjuvant (Plastifiant/ Super Plastifiant) : .....	101
V.4.1 Etude de Béton avec Adjuvant et Addition : .....	105
V.5 l'analyse de l'origine de béton .....	108
V.6 transformation des paramètres de béton à l'état frais .....	112
V.7 Analyse fractale .....	114
V.8 Conclusion : .....	117
Conclusion générale	
Annexes	

<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Chapitre I Synthèse bibliographique</b>	
Tableau I.1:L'Effets de l'adjuvant (super plastifiant) sur béton	04
Tableau I.2: L'Effets de l'adjuvant (plastifiant) sur béton.	04
Tableau I.3: Types de béton en fonction de leur masse volumique.	09
Tableau I. 4:classification se fait en fonction de la dimension maximale des granulats Dmax .	09
Tableau I.5 : Types de béton en fonction de leur consistance	10
Tableau I.6 : Propriété du béton en fonction l'étalement.	11
Tableau I.7 : Compositions des différents types du béton	13
Tableau I.8 : Résultats de dosages de composants et les caractéristiques de béton	14
Tableau I.9: Dosages de composants et les caractéristiques de béton .	15
Tableau I.10: Compositions des différents types du béton .	16
Tableau I.11 : : Caractéristiques physique-Mécanique Béton avec Adjuvant et Addition (FS 8.25%)	16
<b>Chapitre II Identification des matériaux locaux</b>	
Tableau II. 1: Analyse de minéralisation globale de l'eau.	20
Tableau II. 2: Tableau II. 2: Analyse physico chimique globale de l'eau	20
Tableau II. 3 : Résultats de masses volumiques de ciment CEM II/A-L 42,5 N.	21
Tableau II. 4 :Résultats de l'essai de consistance ciment CPA	21
Tableau II. 5 : Temps de début et fin de prise. .	22
Tableau II. 6 :Temps de début et Fin de prise de ciment CPJ	22
Tableau II. 7:Essai sur mortier normal	23
Tableau II.8: Composition chimique du CEM II/A- 42,5	24
Tableau II. 9: Composition chimique du CPA.	24
Tableau II. 10: Caractéristiques minéralogique du CPA	24
Tableaux II.11 : Analyse granulométrique du (sable de dune et sable concassé)	25
Tableau II. 12:masse volumique apparente de (Sable de dune et sable concassé ).	26
Tableau II. 13: Masse volumique absolue de (sables de dune et concassé	27
Tableau II. 14: Résultats essais d'équivalent de sable.	28/
Tableau II. 15:Grosseur ou finesse en fonction du pourcentage de passant au tamis de 0,5	28
Tableau II. 16: Résultats de l'essai du module de finesse.	28
Tableaux II. 17: Analyse granulométrique dugravier de classes (G 3/8, G 8/15, 15/25).	29

Tableaux II. 18 : Masse volumique apparente de graviers classe(3/8 ; 8/15 ; 15/25)	30
Tableaux II. 19 : Masse volumique absoluede classes desgraviers	31
ableau II. 20 :Résultats decaractéristiques mécaniques de MDE.	31
Tableaux II.21 : Valeurs Micro – Deval en présence d'eau	32
Tableaux II. 22 :Valeurs repères de coefficient " Los-Angeles"	32
Tableau II. 23 : Résultats de caractéristiques mécaniques de LA.	33
Tableau II. 24 : Résultats de caractéristiques mécaniques et du coefficient d'aplatissement (%)	33
Tableau II. 25 :Caractéristiques mécaniques des granulats	34
Tableau II.26: Caractéristiques chimiques de fumée de silice.	34
Tableau II. 27: Caractéristiques physique de fumée de silice	35
<b>Chapitre III Etude de formulation de béton</b>	
Tableau III.1 : Donnés de bases pour la formulation du Béton en (A=3.6cm), $S_C$	40
Tableau III.2 Les données du béton ferme Affaissement 3.6 par sable concassé	40
Tableau III.3 : Valeurs approximatives du coefficient granulaire G.	41
Tableau III.4 : Correction sur le dosage en eau	42
Tableau III.5 : Valeurs du coefficient correcteur K.	42
Tableau III.6 : Pourcentage des granulats secs du béton en (A=3.6cm), $S_C$	43
Tableau III.7: Valeurs du coefficient compacité.	44
Tableau III.8 : Dosage pondéral des granulats en béton témoinen (A=3.6cm), $S_C$	44
Tableau III.9: Dosages de la composition de $1m^3$ dubéton ferme (A=3.6cm), $S_C$	45
Tableau III.10 : pourcentage des granulâtes secs du Béton (A=3.6cm), $S_C$ .	47
TableauIII.11 : Dosage pondéral des granulats en béton de(A=3.6cm), $S_C$	47
Tableau III.12 : Dosages de la composition de $1m^3$ du béton ferme (A=3.6cm), $S_C$	48
Tableau III.13: Donnés de bases pour la formulation du béton en (Sable dune, A=10cm)	49
TableauIII.14 : Dosage pondéral des granulats du béton témoinen (A=3.6cm), $S_C$ .	50
Tableau III.15 : Dosages de la composition de $1m^3$ du béton ferme (A=7.5cm), $S_C$	50
Tableau III.16 : Pourcentage des granulats sec du Béton en (A=7.5cm), $S_C$	51
TableauIII.17 : Dosage pondéral des granulats en béton témoinen (A=7.5cm), $S_C$	52
Tableau III.18 : Dosages de la composition de $1m^3$ du béton ferme (A=7.5cm), $S_C$ .	52
Tableau III.19 : Pourcentage des granulats sec du Béton en (A=11.5cm), $S_C$	53
Tableau III.20 : Dosage pondéral des granulats dans le béton témoinen (A=11.5cm), $S_C$	54
Tableau III.21 : Dosages de la composition de $1m^3$ du béton très plastique (A=11.5cm), $S_C$	54

## Liste des tableaux

Tableau III.22 : pourcentage des granulâtes sec du béton en (Sable concassé A=11cm).	56
Tableau III.23 : Dosage pondéral des granulats en béton témoinen (A=11.5cm), S <sub>C</sub>	56
Tableau III.24 : Dosages de la composition de 1m <sup>3</sup> du béton très-plastique (A=11.5cm), S <sub>C</sub> .	56
Tableau III.25 : Données de bases pour la formulation du béton en (A=3,5cm), S <sub>D</sub>	57
Tableau III.26 : Pourcentage des granulats sec du Béton en (A=3,5cm), S <sub>D</sub>	59
Tableau III.27 : Pourcentage des granulats sec du béton en (A=3,6cm), S <sub>D</sub> .	60
Tableau III.28 : Dosages de la composition de 1m <sup>3</sup> du béton ferme (A=3.6cm), S <sub>D</sub> .	60
Tableau III.29 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=3.6cm), S <sub>D</sub> , A=11cm) .	62
Tableau III.30 : Dosage pondéral des granulats en béton témoinen (A=3.6cm), S <sub>D</sub>	62
Tableau III.31 : Dosages de la composition de 1m <sup>3</sup> du béton ferme (A=3.6cm), S <sub>D</sub> .	62
Tableau III.32 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=7.5cm), S <sub>D</sub>	64
Tableau III.33 : Dosage pondéral des granulats en béton plastique en (A=7.5cm), S <sub>D</sub>	64
Tableau III.34 : Dosages de la composition de 1m <sup>3</sup> du béton plastique (A=7.5cm), S <sub>D</sub>	64
Tableau III.35 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=7.5cm), S <sub>D</sub> .	65
Tableau III.36 : Dosage pondéral des granulats en béton plastique en (A=7.5cm), S <sub>D</sub>	66
Tableau III.37 : Dosages de la composition de 1m <sup>3</sup> du béton plastique (A=7.5cm), S <sub>D</sub> .	66
Tableau III.38 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=3.6cm), S <sub>D</sub>	68
Tableau III.39 : Dosage pondéral des granulats en béton plastique en (A=11.5cm), S <sub>D</sub> .	68
Tableau III.40 : Dosages de la composition de 1m <sup>3</sup> du béton très-plastique (A=11.5cm), S <sub>D</sub>	68
Tableau III.41 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (Sable dune, A=11.5cm)	70
Tableau III.42 : Dosage pondéral des granulats en béton très-plastique en (A=11.5cm), S <sub>D</sub>	70
Tableau III.43 : Dosages de la composition de 1m <sup>3</sup> du béton très-plastique (A=11.5cm), S <sub>D</sub>	70
<b>Chapitre IV Résultats de béton frais et durci</b>	
Tableau IV.1: Les résultats des essais sur béton frais (granulat d'Aougrout D <sub>max</sub> =15mm), S <sub>C</sub>	77
Tableau IV.2: Les résultats des essais sur béton frais (granulat d'Aougrout D <sub>max</sub> =25mm), S <sub>C</sub>	78
Tableau IV.3: Les résultats des essais sur béton frais (granulat d'Aougrout D <sub>max</sub> =15mm) S <sub>D</sub>	78
Tableau IV.4: Les résultats des essais sur béton frais (granulat du Aougrout D <sub>max</sub> =25mm)	79
<b>Chapitre V Intrprétation des résultats</b>	
Tableau V.1.1 : Caractéristiques de béton à l'état frais en (SC, A=3.6).	83
Tableau V.1.2 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SC ; A=3,6cm)	84
Tableau V.1.3 : Caractéristiques de béton à l'état frais en (SC, A=7,5cm)	84

## Liste des tableaux

Tableau V.1.4 : Caractéristiques de béton à l'état frais en (SC, A=6cm).	85
Tableau V.1.5 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SC, A=11,5cm)	85
Tableau V.1.6 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (Sable concasse, A=11,5cm).	86
Tableau V.1.7 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=3,6cm).	87
Tableau V.1.8 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=3,6cm).	88
Tableau V.1.9 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=7,5cm).	88
Tableau V.1.10: Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=7,5cm)	89
Tableau V.1.11 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=11,5cm)	90
Tableau V.1.12 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=11,5cm)	90
Tableau V.2.1 : Caractéristiques physique et mécanique de Béton à l'état durci en (SC, A=3,6cm)	91
Tableau V.2.2 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (SC, A=3.6cm)	92
Tableau V.2.3 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (SC ; A=7.5cm)	92
Tableau V.2.4 :Caractéristiques physique et mécanique de Béton à l'état durci en (SC, A=7,5cm).	93
Tableau V.2.5 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (SC, A=11.5cm	94
Tableau V.2.6 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en(SC, A=11,5cm)	94
Tableau V.2.7 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (SD, A=3.6cm)	95
Tableau V.2.8 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (SD, A=3,6cm)	96
Tableau V.2.9 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (SD, A=7,5cm)	96
Tableau V.2.10 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en(SD, A=7,5cm)	97
Tableau V.2.11 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en(SD A=11,5cm	98
Tableau V.2.12 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en(SDA=11,5cm)	99

## Liste des tableaux

---

Tableau V.3.1.1 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous les Bétons ordinaires .	100
Tableau V.3.1.2 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous les Bétons ordinaires.	102
Tableau V.3.2.1 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous le Béton avec Adjuvant(Plastifiant/ Super Plastifiant).	103
Tableau V.3.2.2 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous le Béton avec Adjuvant (Plastifiant/ Super Plastifiant).	105
TableauV.3.3.1 : Caractéristiques Physique-Mécanique Béton avec Adjuvant et Addition	106
Tableau V.3.3.2 : Caractéristiques Physique-Mécanique Béton avec Adjuvant et Addition	106
Tableau V.7.1 : Caractéristiques Physico-Mécanique de Béton adjuvanté de sable concassé avec fume de silice	116
Tableau V.7.2 : Caractéristiques Physico-Mécanique de Béton adjuvanté de sable de dune avec fumé de silice .	116

## Liste des figure

<b>Chapitre I: Synthèses bibliographique</b>	
Figure I.1: Constituants et ordre de grandeur des proportions des constituants d'un béton ordinaire	03
Figure I.2 :Le mode d'action de super-plastifiant.	03
Figure I.3 : le mode d'action de plastifiant.	04
Figure I.4 : La courbe optimale type selon la méthode Dreux-Gorisse.	07
Figure I.5 : Essai Mesure de l'affaissement au cône d'Abrams	10
Figure I.6 : Propriétés du béton frais.	11
Figure I.7 : machine d'écrasement	12
<b>ChapitreII:Identification de matériaux locaux</b>	
Figure II. 1: Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), OH.	19
Figure II.2:Dosage des nitrates	19
Figure II.3:Essai de masse volumique de ciment	21
Figure II. 4 :Essai de consistance du ciment	21
Figure II. 5 :Essai de prise du ciment.	22
Figure II. 6:Essai sur mortier normal	23
Figure II. 7:Granulats de la région d'Aougrou(Zaouit Sidi Abdellah)	24
Figure II.8: Analyse granulométrique du (sable de dune et concassé ).	25
Figure II. 9:essai masse volumique de sable de dune et concassé	27
Figure II. 10: Essai de la masse volumique absolue	29
Figure II. 11 :Analyse granulométrique dugravier de classes (3/8 ; 8/15 ; 15/25)	30
Figure II. 12: Masses volumiques apparentes des graviers de carrière	30
Figure II. 13: Tambour avec billes en acier et gravi et Appareil Micro-Derval	32
Figure II. 14 : Appareil de Los Angeles	33
Figure II. 15:Tamis normalisés à mailles carrées	34

<b>Chapitre III: Etude de Formulation de béton</b>	
Figure III.1 : Abaque 1 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=3.6cm), SC	41
Figure III.2 : Courbe de référence OAB de béton ferme (A=3.6cm), SC	43
Figure III.3 : Abaque 2 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=3.6cm),Sc.	45
Figure III.4 : Courbe référence OAB. De béton ferme (A=3.6cm), SC	46
Figure III.5 : Abaque 3 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=7.5cm), SC .	49
Figure III.6 : Courbe de référence OAB. De béton ferme (A=7.5cm), SC	49
Figure III.7 : Abaque 4 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=7.5cm),SC	51
Figure III.8 : Courbe de référence OAB de béton ferme (A=7.5cm), SC.	51
Figure III.9 : Abaque 5 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=11.5cm),Sc	53
Figure III.10: Courbe de référence OAB de béton ferme(A11.5cm), SC	53
Figure III.11 : Abaque 6 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=11.5cm), SC	53
Figure III.12: Courbe de référence OAB de béton ferme(A11.5cm), SC.	55
Figure III.13 : Abaque 7 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm) , SD	55
Figure III.14 : Courbe de référence OAB de béton ferme (A =3,6cm), SD	58
Figure III.15 : Abaque 8 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm), SD	59
Figure III.16 : Courbe de référence OAB de béton ferme (A =3,6cm), SD	61
Figure III.17 : Abaque 9 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=7.5cm) , SD.	61
Figure III.18 : Courbe de référence OAB de béton plastique (A =7.5cm), SD.	63
Figure III.19: Abaque 10 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=7.5cm),.	63
Figure III.20 : Courbe de référence OAB de béton plastique (A =7.5cm), SD	65
Figure III.21 : Abaque 11 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=11.5cm), SD	67
Figure III.22 : Courbe de référence OAB de béton très-plastique (A =11.5cm), SD.	67
Figure III.23: Abaque 12 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=11.5cm), SD.	69
Figure III.24 : Courbe de référence OAB de béton très-plastique (, A =11.5cm), SD.	69

<b>Chapitre IV: Résultats des béton frais et durci</b>	
Figures IV.1 : Les moules cubiques 15×15×15 cm <sup>3</sup>	73
Figures IV.2 : Préparation de malaxage.	73
Figures IV.3 : Constituant du béton	74
Figures IV.4 : Les classes granulaires du béton.	74
Figures IV.5 : Malaxage et Composition de Béton spécial	74
Figures IV.6 : L'essai de la masse volumique du béton frais	75
Figures IV.7 : Mesure de l'affaissement	75
Figures IV.8 : Mise en place du béton dans le moule	76
Figures IV.9 : Mise en place du béton dans le moule	76
Figures IV.10 : Conservation des éprouvettes à l'air	77
Figure IV.11: scléromètre	80
Figure IV.12 : essai et machine de écrasement donne Laboratoire «L.T.P.S»	81
<b>Chapitre V: Interprétation des résultats</b>	
Figure V.1.1 :Affaissement Réelle /Etalement. (projet1)	83
Figure VI.1.2 :Affaissement Réelle /Etalement. (projet2)	84
Figure V.1.3 : Affaissement Réelle /Etalement. (projet3)	84
Figure V.1.4 :Affaissement Réelle/Etalement (projet4).	85
Figure V.1.5 :Affaissement Réelle/Etalement.(projet5).	86
Figure V.1.6 :Affaissement Réelle/Etalement.(projet6).	86
86Figure V.1.7 :Affaissement Réelle/Etalement.(projet7).	87
Fig87ure V.1.8 :Affaissement Réelle/Etalement.(projet8).	87
Figure V.1.9 :Affaissement Réelle/Etalement.(projet9).	88
Figure V.1.10 :Affaissement Réelle/Etalement.(projet10).	89
Figure V.1.11 : Affaissement Réelle/Etalement.(projet11).	89

Figure V.1.12 : Affaissement Réelle/Etalement.(projet12)	90
Figure V.2.1 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm).	91
Figure V.2.2 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm).	91
Figure V.2.3 :densité béton frais fonction béton durci (A=7,5cm)	92
Figure V.2.4 : densité béton frais fonction béton durci (A=7 ,5cm)	93
Figure V.2.5 : densité béton frais fonction béton durci (A=11,5cm).	93
Figure V.2.6 : densité béton frais fonction béton durci (A=11,5cm)	94
Figure V.2.7 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm)	94
Figure V.2.8 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm)	95
Figure V. 2.9 : densité béton frais fonction béton durci (A=7,5cm)	95
Figure V.2.10: densité béton frais fonction béton durci (A=7,5cm).	96
Figure IV.2.1 : densité béton frais fonction béton durci (A=11,5cm)	97
Figure V.2.12 : densité béton frais fonction béton durci (A=11,5cm).	97
Figure V.3.1.1 : Rc28J / Etalement (B O).	98
Figure V.3.1.2 :Rc28J / affaissement Réelle(B O).	99
Figure V.3.1.3: Rc28J /affaissement (BO).	99
Figure V.3.1.4: Rc28J / C/E (BO).	99
FigureV.3.1.5: Rc28j / G/S (B O). .	99
FigureV.3.1.6: Rc28j / MF (B O)	100
Figure V.3.1.7 : Rc28J / Etalement (B O)	100
Figure V.3.1.8 :Rc28J / affaissement Réelle(BO).	100
Figure V.3.1.9 : Rc28J / Affaissement Souhaitée (B O)	101
Figure V.3.1.10: Rc28J / C/E (B O).	101
FigureV.3.1.11: Rc28j / G/S (B O).	101
Figure VI.3.2.1 : Rc28J /Etalement (B+Adj).	102

Figure VI.3.2.2 : Rc28J /Affaissement Réelle (B+Adj)	102
Figure IV.3.2.3 : Rc28J /Affaissement Souhaitée.	103
Figure IV.3.2.4: Rc28J/ C/E (B+Adj)	103
Figure VI.3.2.5: Rc28J / G/S (B+Adj). .	103
Figure V.3.2.1 : Rc28J /Etalement (B+Adj)	103
Figure V.3.2.2: Rc28J /Affaissement Réelle (B+Adj).	104
Figure VI.3.2.3 : Rc28J /Affaissement Souhaitée(B+Adj)	104
Figure VI.3.2.4: Rc28J/ C/E (B+Adj).	104
Figure V.3.2.5: Rc28J / G/S (B+Adj)	104
FigureV.3.3.1 : Rc28J/ Etalement (B +Adj+FS).	105
FigureV.3.3.2 : Rc28J/ Affaissement Réelle (B +Adj+FS).	105
Figure V.3.3.3: Rc28J / G/S (B Adj+FS ).	106
Figure V.3.3.4 : Rc28J /C/E (B Adj+FS)	106
Figure VI.3.3.5 : Rc28J /Affaisse Souhaitée(B Adj+FS).	106
Figure VI.3.3.9Rc28J / G/S (B Adj+FS ).	107
FigureV.3.3.7 : Rc28J/ Etalement (B +Adj+FS). .	107
Figure VI.3.3.10 :Rc28J /MF (B Adj+FS)	107
Figure V.3.3.10 : Rc28J /C/E (B Adj+FS).	107
Figure V.3.3.11 : Rc28J /Affaissement Souhaité (B Adj+FS)	107
FigureV.5.1 : RC28J en fonction de l'affaissent .	108
FigureV.5.2 : RC28J en fonction l'etalement.	108
FigureV.5.3 RC28J en fonction G/S .	108
Figure V.5.4 : RC28J en fonction E/C.	108
Figure V.5.5: RC28J en fonction de la densité réelle .	109
FigureV.5.6 : RC28Jen fonction de l'affaissement	109

Figure V.5.7 :RC28J en fonction de l'étalement .	109
FigureV.5 .8 :RC28j en fonction E/C	110
FigureV.5.9 :RC28j en fonction de G/S	110
Figure V.5.10 :RC28jen fonction de la densité	110
Figure V .5.11 : RC28j en fonction l'étalemen	111
FigureV.5.12 :RC28j en fonction l'affaïssment.	111
Figure V.5.13 : RC28j en fonction E/C	111
FigureV.5.14 :RC28j en fonction G/C	111
Figure V.5.15 :RC28j en fonction de la densité.	112
Figure V. 6.1 :RC28J mesuré en fonction calculé .	112
Figure V.6.2 : RC28J mesuré en fonction sclérometre	112
Figure V.6.3 :RC28J mesuré en fonction calculé	113
FigureV.6.4 :RC28J mesuré en fonction sclérometre	113
Figure V.7.1 :courbe granulométrique.	114
Figure V.7.2 : Droite fractale	114
Figure V.7.3 : courbe granulométrique	115
Figure V.7.4 : Droite fractale	115

### Liste des Normes

NFEN 206-1: L'eau de gâchage.

EN P 18-558: Essai masses volumiques des ciments.

EN 196-3: Essai de prise du ciment.

EN 196-1: Essai sur mortier.

EN 933-2: Essai Analyse granulométrique.

EN 18-554: Essai masse volumique apparente.

EN 18-301: Essai masse volumique absolue.

EN 933-8: Essai équivalent de sable.

EN 13139 : Essai Module de finesse

NFEN 12620: Essai masses volumiques apparentes.

NFEN 12620: Essai masses volumiques absolues.

EN 1097-1: Essai Résistance à l'usure des gravillons.

EN 1097-2: Essai Résistance à la fragmentation des gravillons.

EN 933-4 : Essai Coefficient d'aplatissement.

NFP18-572: Essai Micro-Deval.

NFEN 933-1 : Essai de propreté des graviers.

NFEN 934 -2: Les adjuvants.

EN 206-1: Addition minéral.

EN 12350-6 : La masse volumique du béton à l'état frais.

EN 12350-21: L'essai d'affaissement au cône d'Abrams.

EN 2063: Mesure de l'étalement à la table vibrante.

NFEN 13791: Mesure la résistance mécanique avec scléromètre.

EN12390-4: Résistance à la compression.

## Listed'Abréviation

1	Masse volumique apparente	Mv app
2	Masse volumique absolue	Mv abs
3	Module de finesse	MF
4	coefficient d'Aplatissement	A
5	coefficient Micro-Deval	MED
6	coefficient Los-Angeles	LA
7	Rapport gros granulats sur sable	G/S
8	Rapport Ciments sur sable	C/E
9	Diamètre maximum d'un granulats	Dmax
10	Affaissement	A
11	Affaissement Souhaitée	AffaSouh
12	Affaissement Réale	AffaRéa
13	Étalement	Étal
14	Affaissement Théorique	AffaThé
15	bétons ordinaires	BO
16	Béton ordinaire avec adjuvant	BAdj
17	Fumée de Silice	FS
18	Résistance mécanique à la compression de 28	Rc28J
19	Béton avec Adjuvant	BAdj
20	Béton avec Adjuvant et Fumée de Silice	BADJ+FS
21	Sable concassé	SC
22	Sable de dune	SD
23	Dimension fractale	DF
24	Laboratoire de l'université d'Adrar	LMDC
25	Laboratoire des Travaux Publics du Sud.	LTPS
26	Résistance mesuré	Rmes
27	Résistance calculé	Rcl
28	Résistance scléromètre	Rsc

# ***Introduction générale***

## Introduction générales

---

Notre travail est consacré à la formulation du béton à base des granulats locaux, nous avons utilisé l'un des granulats de carrière d'Aougroute (EVSM), le sable concassé de la même carrière de et le sable de dune de Deldoule. Le ciment utilisé est un ciment Portland composé CPJ CEM 42.5 de la première cimenterie STG d'Aoulef du Sud d'Algérie, avec les dimensions 15mm et 25mm

L'objectif de notre étude est le béton d'une résistance ciblée, et une ouvrabilité souhaitée, pour améliorer cette résistance on utilise une addition minérale (fumée de silice) et adjuvant super plastifiant.

Dans ce travail, nous avons appliqué la méthode de formulation du béton qui est la méthode de DREUX GORISSE pour déterminer les dosages optimaux des constituants.

Nous présentons dans la première partie de ce travail des informations de la bibliographie et les travaux réalisés dans le domaine de formulation dans le cadre des projets de fin d'études déjà effectués à l'université d'ADRAR, qui on tutilisé les matériaux locaux de la région wilaya d'ADRAR.

La deuxième partie est contient une série des essais pour identifier les matériaux locaux ainsi que la méthode utilisée sur des critères.

La troisième partie de ce travail présente l'étude de la formulation du béton, selon la norme EN 206.1, pour un dosage trop élevé en addition minérale. L'addition utilisée est la fumée de silice.

La quatrième partie de ce travail est de nous représentons nos résultats et interprétations sur le béton soit à l'état frais et durci.

Dans la dernière partie, nous allons présenter des analyses graphiques concernant nos résultats y compris des interprétations selon leurs propriétés physiques et mécaniques.

En fin, nous clôturons ce travail par une conclusion générale.

# **Chapitre I:** **Syntese biblioigraphique**

## ***I. 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 que 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 une étude bibliographique sur le béton, ses généralités et ses composants ainsi que quelques travaux de recherches précédents sur le sujet en utilisant les matériaux locaux de la région de la wilaya d'Adrar.

### ***I.1. Généralité du béton:***

#### ***I.1.1. Définition***

Le béton est un matériau composite. Il est constitué de plusieurs matériaux différents, qui deviennent homogènes entre eux, soit à la mise en œuvre (béton frais), soit après durcissement (béton durci). Ses composants sont déterminés dans des proportions étudiées afin d'obtenir des propriétés souhaitées telles que la résistance mécanique, la consistance et la durabilité. [01]

#### ***I.1.2. Composants du béton:***

Le béton est un mélange de plusieurs composants : ciment, eau, sable, gravier et, le plus souvent, adjuvants qui constituent un ensemble homogène. Les composants sont très différents : leurs masses volumiques vont, dans les bétons courants, de 1 (eau) à 3 (ciment) t/m<sup>3</sup> ; les dimensions de leurs grains s'échelonnent de 0.5 µm (grains les plus fins du ciment) à 25 mm (gravillons). Mais cette liste s'allonge très vite dès que des propriétés particulières sont visées, on utilise alors des fines complémentaires ou additions minérales[2].

Notre étude va utiliser la méthode de formulation de Dreux-Gorisse pour déterminer les quantités optimales de matériaux (eau, ciment, gravier, sable).

##### ***I.1.2.1. Ciment***

Le Ciment est un liant hydraulique et un produit moulu du refroidissement du clinker qui contient un mélange de silicates et d'aluminates de calcium c'est-à-dire une matière inorganique finement moulue qui, gâchée avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par suite de réactions et processus d'hydratation et qui, après durcissement, conserve sa résistance, même sous l'eau.

Le Ciment utilisé dans notre étude est un ciment composé CEM II/A-L 42,5N locaux commune de la cimenterie d'Aoulef (wilaya d'Adrar). La cimenterie contribue à réduire la facture d'importation de cette matière première importante et à faire de l'autosuffisance locale l'un des objectifs de la stratégie nationale algérienne.

#### ***1.1.2.1.1. Classification des ciments suivant la composition :***

Selon la teneur des constituants autres que le gypse ajouté ou non au clinker, la norme européenne NF EN 197-1 donne 27 ciments courants, qui sont regroupés en cinq types principaux à savoir [6]

- CEM I Ciment Portland Artificiel;
- CEM II Ciment Portland composé;
- CEM III Ciment de haut fourneau;
- CEM IV Ciment pouzzolanique;
- CEM V Ciment aux laitiers et aux cendres.

#### ***1.1.2.2. Granulats***

On appelle « granulats » les matériaux inertes, graviers ou cailloux qui entrent dans la composition des bétons compris entre 0 mm et 125 mm (sable, graviers et cailloux) dont l'origine peut être naturelle ou artificielle.

#### ***1.1.2.3. L'eau***

L'eau, dite eau de gâchage, doit présenter les propriétés d'une eau potable.

#### ***1.3. L'adjuvant : Norme (NF EN 934-2)***

Ce sont des substances ajoutées au béton pour améliorer certaines de ses propriétés à de faibles doses. Les adjuvants peuvent changer considérablement les caractéristiques du béton frais et du béton durci. [6]

#### ***1.3.1 Rôle des adjuvants***

L'adjuvant est un produit incorporé au moment du malaxage du béton à un dosage inférieur ou égal à 5 % en masse du poids de ciment du béton, pour modifier les propriétés du mélange à l'état frais ou à l'état durci. [10]

Chaque adjuvant est défini par une fonction principale et une seule.

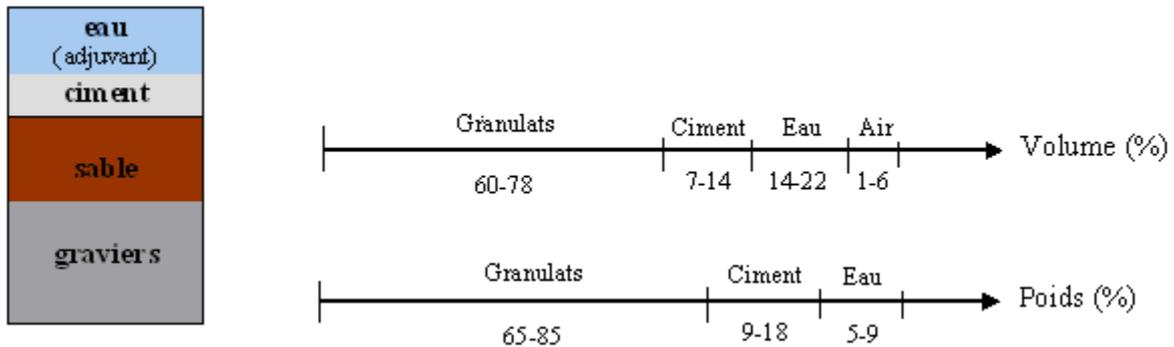


Figure 1.1 : Constituants et ordre de grandeur des proportions des constituants d'un béton ordinaire.[2]

### ***1.3.2 Utilisation d'adjuvant super-plastifiant : Norme(NA774)***

Notre étude va utiliser cet adjuvant selon super-plastifiant est un adjuvant qui, introduit dans un béton, un mortier ou coulis, a pour fonction principale de provoquer un accroissement important de l'ouvrabilité du mélange. C'est employé spécialement pour l'industrie du béton. Ils sont à base de sels de sodium ou de calcium de poly-naphtalène sulfoné, de sel de sodium de poly-mélatamine sulfoné, de copolymère acrylate-ester (polyacrylate), ou de ligno-sulfonate de grande pureté [2].

#### ***1.3.2.1 Le Mode d'action***

Un super-plastifiant permet de réduire la quantité d'eau et donc d'augmenter la résistance mécanique du béton tout en contrôlant sa rhéologie. Il devient possible de rapprocher considérablement les grains de ciment lorsqu'ils s'hydratent durant le mélange. Cet effet, permet ainsi de confectionner des bétons à matrice cimentaire très dense et très imperméable qui présentent une résistance à la pénétration des agents agressifs sans commune mesure avec celle des bétons ordinaires.[12]

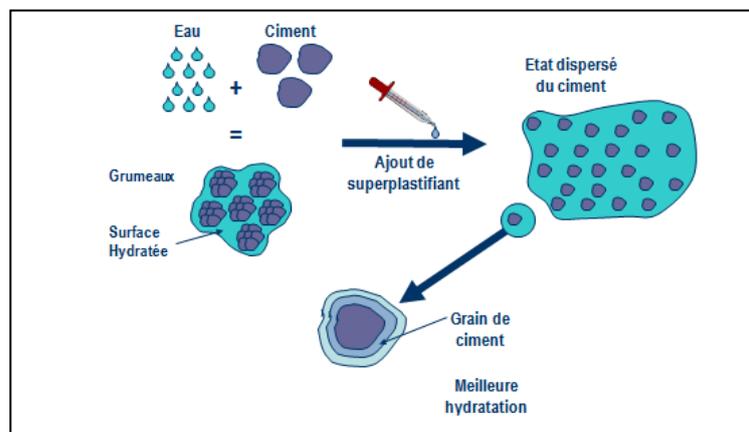


Figure I.2 :Le mode d'action de super-plastifiant[12]

Tableau I.1: Les effets de l'adjuvant (super-plastifiant) sur le béton[1]

Effets sur le béton à l'état frais	Effets sur le béton à l'état durci
Diminution de la teneur en eau	Amélioration de la compacité
Diminution du ressuage	Augmentation de la durabilité
Diminution de la ségrégation	Amélioration de la cohésion ciment/granulats

### I.3.3 Utilisation d'adjuvant Plastifiants :

Notre étude va utiliser cet adjuvant plastifiant qui, sans modifier la consistance, permet de réduire la teneur en eau du béton donné, ou qui, sans modifier la teneur en eau, en augmente l'affaissement et l'étalement, ou qui produit les deux effets à la fois

#### I.3.3.1 Mode d'emploi

Les produits sont introduits dans l'eau de gâchage à dosage indicatif suivants : 0,15 à 0,4% selon le but recherché. 0,6 à 1,2% pour les «multi-dosages» selon les effets secondaires[12].

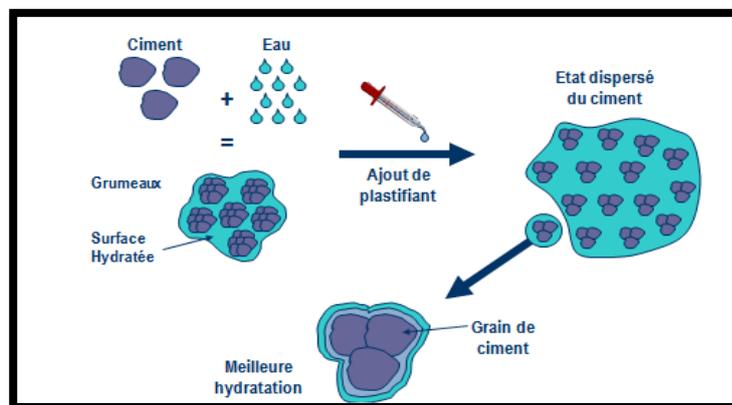


Figure I.3: Le mode d'action de plastifiant [12]

Tableau I.2: Les effets de l'adjuvant (plastifiant) sur le 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.4 Additions minérales:**

Différentes additions peuvent être mélangées au ciment pour modifier les propriétés du béton frais et durci [Nguyen, 2007]. Les principales additions sont les fillers calcaires, la fumée de silice, le laitier de haut fourneau et les cendres volantes. Ce sont des additions fines définies comme la fraction granulométrique d'un granulats qui passe au tamis de 0,063 mm (Norme NF EN 933 - 8). Elles remplissent les micro-vides de l'empilement des agrégats (sable, graviers).[12]

##### ***1.4.1 Utilisation d'Additions minérales***

Notre étude va utiliser la fumée de silice pour améliorer l'efficacité du ciment.

##### ***1.4.2 La fumée de silice***

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 carbone-réduction. Elle est ensuite récupérée et filtrée dans un filtre à manches, avant d'être densifiée pour en faciliter la manipulation[1].

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 SiO<sub>2</sub> 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 m<sup>2</sup>/kg, et leur densité se situe entre 2,00 et 2,25g/cm<sup>3</sup>[02].

##### ***1.4.3 Détermination du dosage minimal en ciment***

C<sub>min, add</sub>, en cas d'utilisation d'addition [03]

**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/m<sup>3</sup>.

C<sub>min,add</sub> : Dosage minimal en ciment en cas d'utilisation d'une addition (kg/m<sup>3</sup>).

C<sub>min</sub> : Dosage minimal en ciment selon les exigences relatives à la composition des bétons.

A a G et P1 a P4 (kg/m<sup>3</sup>).

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

FS : Dosage en fumée de silice (kg/m<sup>3</sup>).

### ***1.5 Cimenterie STG***

Cimenterie de production de ciment STG locaux commune (d'Aoulef wilaya d'Adrar). C'est la première cimenterie dans le Sud d'Algérie du Complexe Hamel Sidi Moussa située à 270 km à l'Est d'Adrar, la production est de 1,5 million de tonnes par an dans un premier temps. Elle a été lancée et est entrée dans la phase de commercialisation le 17/12/2017, avec un taux de production de 2000 sacs par heure. Elle Exporte vers l'étranger, surtout vers les pays africains adjacent à la suffisance locale et régionale dans la région du Grand Sud

Notre étude va utiliser la méthode de formulation de Dreux-Gorisse pour déterminer les quantités optimales de matériaux (eau. ciment. gravier. sable).

### ***1.6. Méthode DREUX-GORISSE***

C'est une méthode pratique qui simplifie et rend la formulation du béton plus pragmatique. Elle consiste à rechercher conjointement la résistance à la compression et l'ouvrabilité désirée à partir des données de base essentielles pour la formulation du béton telle que la dimension des granulats(D).

Cette méthode française est de nature fondamentalement empirique qui date de 1970. Dreux amené une large enquête pour recueillir des données sur des bétons satisfaisants, sur la base d'une analyse statistique de ce grand nombre de bétons et en combinant les courbes granulaires obtenues, ils ont pu fonder une approche empirique pour déterminer une courbe granulaire de référence ayant la forme de deux lignes droites dans un diagramme semi-logarithmique.

Elle est d'autre part très simple d'utilisation puisqu'elle ne demande que de connaître les courbes granulométriques des granulats utilisés (w).

- Résistance visée :

$$\sigma'_{28j} = \sigma_{28j} + 0.15 \sigma_{28j}, \text{ Soit } \sigma'_{28j} = 1.15 \sigma_{28j}$$

- Dosage en ciment et en eau :

$$f_c' = G \cdot f_{CE} (E/C - 0.5)$$

avec :  $f_c' = \sigma'_{28j}$  résistance visée à 28 jours

$f_{CE}$ : classe vraie de ciment en MPa.

G : coefficient granulaire.

E : dosage en eau (kg d'eau/m<sup>3</sup> de béton ou litre d'eau/m<sup>3</sup> de béton).

Par la suite, et d'après le rapport  $E/C$ , on détermine le volume d'eau comme suit :

$E =$  le rapport  $(E/C) \times$  dosage de ciment. (1)

- Tracé de la courbe granulaire de référence AOB :

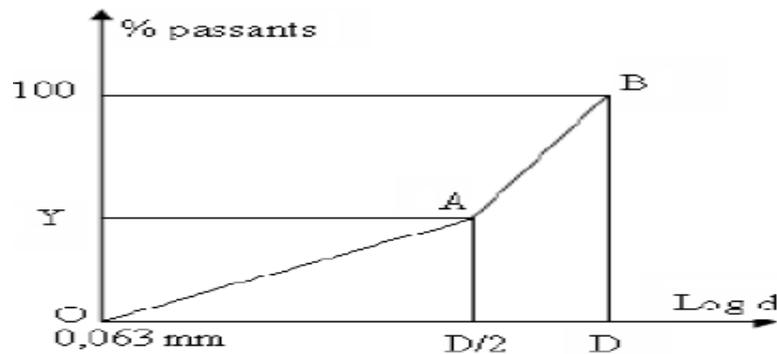


Figure I.4 : La courbe optimale type selon la méthode Dreux-Gorisse

- Sur le graphique d'analyse granulométrique (pourcentage de tamisât en fonction du module ou

Diamètre de tamis), nous traçons une composition granulaire de référence OAB avec:

- le point O est repéré par ses coordonnées:  $[0.01; 0]$

- le point B est repéré par ses coordonnées:  $[D; 100]$ , (D: le diamètre du plus gros granulat).

Le point de brisure A aux coordonnées  $[D/2; Y]$ , suivantes:

- en abscisse :

- si  $D \leq 20$  mm, le point de brisure a pour abscisse:  $A = D/2$

- en ordonnée :  $Y = 50 - \sqrt{D} + K$

D : diamètre du plus gros granulat

K : un terme correcteur qui dépend du dosage en ciment, de l'efficacité du serrage, de la forme des granulats roulés ou concassés.

- La ligne de partage :

La ligne de partage joint le point d'ordonnée 95% de la courbe granulaire du plus petit granulat au point d'ordonnée 5%, de la courbe granulaire du plus gros granulat. Le point

D'intersection entre cette ligne et la courbe théorique du mélange optimum indique les

Proportions en pourcentage de volume absolu de sable et gravier. Ces proportions sont lues sur le pourcentage de tamisât correspondant à ce point d'intersection. Ce pourcentage indique la proportion de sable, le complément donne la proportion de gravier.

-Après le tracé de la courbe, on obtient les pourcentages des granulats (sable et gravier).

-Détermination de la composition en volume absolu :

Le dosage en béton est déterminé pour obtenir un mètre cube de béton en place, cela signifie que le volume de matière vaut  $1\text{m}^3$ :

$$V_{\text{abs}} = V_S + V_g + V_C = 1\text{m}^3$$

$V_{\text{abs}}$  : la masse absolue de ciment  $\text{kg}/\text{m}^3$

$V_S, V_g$  et  $V_C$  : le volume de sable, gravier et ciment respectivement d'un mètre cube du béton.

soit,  $C$ : dosage en ciment ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

-Volume absolu de granulats :

De la relation de  $Y = (V_S + V_C + V_g)$  on déduit  $V_g$  et  $V_S$

en remplaçant le volume de granulats  $V_S + V_g$  par la valeur  $V_G$ , alors  $Y = (V_C + V_G)$

$$V_G = (1000 \times Y) - V_C$$

$V_G$  : volume absolu des granulats en litre ( $V_G = V_g + V_S$ )

: Coefficient de compacité

**-Volume de sable = le pourcentage  $\times$   $V_G$**

- Détermination de la composition pondérale sèche en kg

-Masse de ciment : le dosage choisi

-La quantité d'eau :  $E$  par la formule (1)

-Masse de sable  $S = V_S \times M_{\text{vabs}}$

-Masse de gravillons  $G_{3/8} = V_G \times M_{\text{vabs}}$

$G_{8/15} = V_G \times M_{\text{vabs}}$

Finalement on trouve les quantités des masses de gravier, sable et eau et dosage de ciment pour un mètre cube de béton.

### 1.6.1. 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 fins (Ciment).
- ❖ Détermination du dosage en eau.
- ❖ Contrôle des qualités de granulat (sable).
- ❖ Tracé de la courbe granulométrique de référence OAB.
- ❖ Tracé de la ligne de partage des courbes granulométrique.
- ❖ Détermination du dosage du granulat (Sable, Gravier, etc.).
- ❖ Densité théorique du béton frais.
- ❖ Correction (d'après DREUX).

### 1.7 Classification de béton :

#### 1.7.1 La masse volumique

Selon la classification européenne, il y a trois classes de béton qui sont représentées dans le tableau I.3

Tableau I.3:Types de béton en fonction de leur masse volumique [12].

Types de béton	Béton léger	Béton normal	Béton lourd
Masse volumique( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	De 800 à 2000	De 2000 à 2600	Supérieure à 2600

#### 1.7.2 La granularité :

Tableau I.4: Classification en fonction de la dimension maximale des granulats  $D_{max}$  [12].

Classes du béton	Dimension maximale des granulats $D_{max}$
Béton fin	$8 \leq D_{max} < 16\text{mm}$
Béton moyen	$16 \leq D_{max} < 31.5\text{mm}$
Béton gros	$31.5 \leq D_{max} < 63$

#### 1.7.3 La consistance (cône d'Abrams)

Elle est définie en utilisant le cône D'ABRAMS, on obtient les cinq classes suivantes :

Tableau I.5: Types de béton en fonction de leur consistance [10].

Affaissement (Aff.) en cm	Classe des bétons
0 à 2	Très ferme
3 à 5	Ferme
6 à 9	Plastique
10 à 13	Mou
>14	Très mou

### ***1.8 Propriétés du béton:***

Le béton doit être considéré sous deux aspects:

#### ***1.8.1 Béton frais :***

Mélange de matériaux solides en suspension dans l'eau, se trouve en état foisonné à la sortie des appareils de malaxage et en état compacté après sa mise en œuvre dans son coffrage.

##### ***1.8.1.1 Ouvrabilité de béton***

Pour mesurer l'ouvrabilité du béton, on utilise plusieurs matériels ou appareils.

##### ***1.8.1.2 Cône d'Abrams: (Affaissement)***

L'essai d'affaissement au cône d'Abrams est réalisé suivant les prescriptions de la norme [NF EN 12350-2 1999]. Il permet de déterminer la consistance d'un béton frais en mesurant l'affaissement « h » qui n'est autre que la différence entre la hauteur du moule conique utilisé et le point le plus haut du corps d'épreuve affaissé. Comme montre la figure

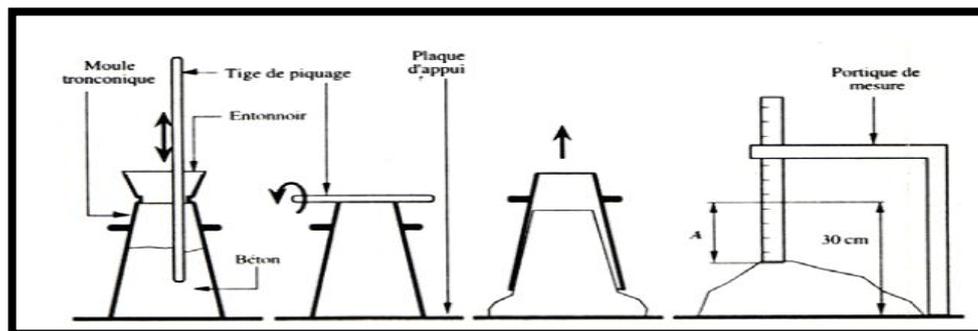


Figure I.5: Essai de mesure de l'affaissement au cône d'Abrams [11].

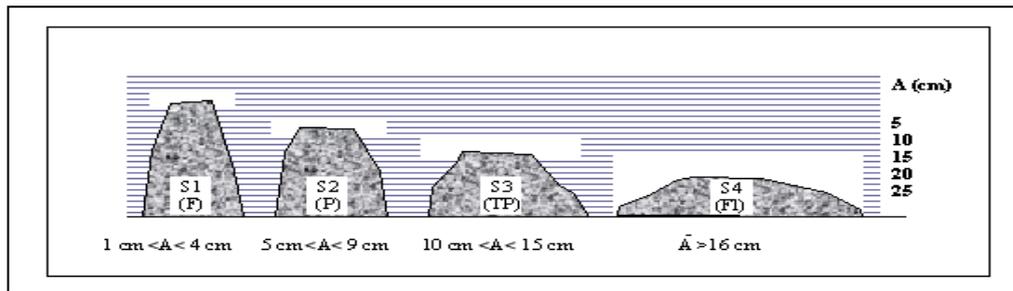


Figure I.6: Propriétés du béton frais[12].

### I.8.1.3 Table vibrante (étalement)

Permet de déterminer la consistance d'un béton frais en mesurant l'étalement. La Norme (NF EN 2063) en classe l'étalement du béton en six groupes [02].

Tableau I.6: Propriété du béton en fonction l'étalement [02]

Classe	Étalement en (mm)	Propriété du béton
F1	≤ 340	Ferme
F2	350 – 410	Plastique
F3	420 – 480	Mou
F4	490 – 550	Très mou
F5	560 – 620	Fluide
F6	630 – 700	Très fluide

### I.8.1.4 Masse volumique du béton frais [10]

On mesure la masse volumique du béton frais à l'aide d'un récipient étanche à l'eau et suffisamment rigide. Elle est calculée en  $\text{kg/m}^3$  lors de chaque coulage conformément à la réglementation en vigueur [NF EN 12350-6 1999]. On mesure la masse volumique du béton frais. 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. Le récipient et son contenu doivent être pesés afin de déterminer la masse.

Formule de masse volumique du béton frais :  $\rho = (M2 - M1) / V$ .

$\rho$  : est la masse volumique du béton frais ( $\text{kg/m}^3$ ).

$M1$ : est la masse du récipient (kg).

$M2$ : est la masse du récipient plus la masse du béton contenu dans le récipient (kg).

## ***1.8.2 Propriétés du béton durci :***

### ***1.8.2.1 Masse Volumique à l'état durci :***

On a déterminé la masse volumique après avoir retiré les éprouvettes des bacs et les avoir laissées à l'air libre pendant 20 minutes pour séchage.

La masse volumique de béton à l'état durci est défini par la relation suivant :  $\rho = M / V$   
Avec :

M : la masse de l'éprouvette.

V : le volume de l'éprouvette.

### ***1.8.2.2 Résistance à la compression:[6]***

Un béton à l'état durci est défini par la valeur de sa résistance caractéristique à la compression à 28 jours  $f_{c28}$ . La résistance à la compression du béton est mesurée par la charge conduisant à l'écrasement par compression axiale d'une éprouvette cylindrique de 16 cm de diamètre et de 32 cm de hauteur. Les éprouvettes sont chargées jusqu'à rupture dans une machine pour essai de compression, La charge maximale atteinte est enregistrée et la résistance en compression calculée.

La résistance à la compression est donnée par l'équation suivante :  $= F/Ac$

- **fc**:résistance en compression, exprimée en méga pascal (N/mm<sup>2</sup>).

-**F** : charge maximale, exprimée en(N).

-**Ac**: l'aire de la section de l'éprouvette sur laquelle la force de compression est appliquée, calculée

à partir de la dimension nominale de l'éprouvette.



Figure I.7:Machine d'écrasement

### ***1.9 Analyse fractales***

Une fractale est un modèle ( la description mathématique d'un objet est appelé **modèle** ) servant à décrire des objets de la nature dont les formes découpées laissent apparaître à des échelles d'observation de plus en plus fines des motifs similaires .

### ***1.10 Résultats des travaux précédents de 2011 à 2018:***

Notre travail est basé sur plusieurs travaux de recherche précédents qui ont utilisé les matériaux locaux de la région de la wilaya d'Adrar : on peut citer à titre d'exemples les travaux de «Yousfi Samira et Mounir -Belhadj et Yaichi Abdelkrim - Youcefi Feyza et Harizi Fatiha Arroussi Noredine et Assma Dahmani ». Le sujet de recherche sur lequel nous travaillons fait partie de la recherche globale sur les matériaux locaux.

#### ***1.10.1 Travaux de F.Yousfi et F.Harizi 2011:[4]***

En 2011, une étude d'un béton auto plaçant a été effectuée en utilisant les matériaux locaux de la wilaya d'Adrar. Les résultats de compositions et la résistance des différents types du béton sont donnés par le tableau I.10.

Tableau I.7: Compositions des différents types du béton [4].

COMPOSANTS	Désignation des bétons							
	BAP1		BAP2		BAP3		BAP4	
	(%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(kg/m <sup>3</sup> )
Ciment CEM I	16.40	7.06	16.40	5.07	16.40	5.07	16.40	5.07
Sable Bouda	35.28	16.35	35.28	10.90	35.28	10.90	35.28	10.90
G15/25	23.41	10.85	23.41	7.23	23.41	7.23	23.41	7.23
G 8/15	24.92	11.55	24.92	7.70	24.92	7.70	24.92	7.70
Super-plastifiant	1	0.0706	1,5	0.015	2	0,1014	3	0,152
Eau	5.00 L		3,33L		3,33L		3,33L	
G/S	1.37		1.37		1.37		1.37	
E/C	0.66		0.66		0.66		0.66	
Rc 28j (MPa)	30.23		30,39		18,59		17,30	

#### ***1.10.2 Travaux de F.Yousfi 2014:[08]***

En 2014, une étude précise sur la granularité et leur influence sur la résistance mécanique d'un béton ordinaire par l'utilisation de matériaux locaux de la wilaya d'Adrar, a été effectuée. L'objectif est de savoir quelles sont les classes granulaires suffisantes pour une granularité uniforme et continue, et est-ce que la distribution du granulat donnée a une

influence sur la résistance mécanique du béton en utilisant la Méthode de Dreux– GORISSE et permet de déterminer les résistances en compression à 28jours. Le projet est comme suit :

Béton1: sable de dune de Mraguene;Gravier concassé de carrière OUINA .Béton2 : sable de dune de MELOUKA et Gravier concassé de carrière KOUSSANE.

Béton3: sable roulé d'OUED OUTOUL gravier 8/15 et 15/25 de carrière Targui.

Béton4: sable de dune et gravier concassé la région Ouaina.

Béton5:sable roulé de MIMOUN et gravier concassé de carrière KOUSSAN.

Béton6: sable roulé d'IGOSTON et gravier de carrière EURL ASSIBAT.

Béton7: sable roulé d'OUED TAZROK et gravier de carrière EURL ASSIBAT.

Béton8: sable de dune d'Ouaina et gravier concassé de carrière KOUSSANE. Béton9: sable de dune d'Ouaina et gravier concassé de carrière KOUSSANE .

Béton10: sable de dune de COUSSAN gravier KOUSSANE.

- Les Résultats de compositions et la résistance des différents types du béton sur le Tableau I :

Tableau I.8:Résultats de dosages de composants et les caractéristiques de béton [08].

Béto n	Dosages de composants						Caractéristiques de béton		
Béto n	C	S (kg)	G 3/8 (kg)	G 8/15 (kg)	G15/25 (kg)	EAU (L)	E/C	A (cm)	RC28J (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		443	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.10.3 Travaux de Mounir et M. Belhadj 2015:[7]***

En 2015, une étude a été effectuée sur l'influence des matériaux locaux et de ciment de haut fourneau sur la résistance mécanique de béton par l'utilisation de matériaux locaux de la wilaya d'Adrar et la Méthode de la formulation du béton: Méthode de Dreux –Gorisse pour permettre de déterminer les résistances en compression à 28jours et l'étude sur le béton+Adjuvant).

Béton1 : Sable concassé et gravier de la Carrière Ouaina.

Béton2 : Sable concassé et gravier de la Carrière Ouaina.

Béton3: Sable concassé et gravier de KOUSSANE.

Béton4: Sable de dune et gravier concassé de KOUSSANE.

Les Résultats de compositions et la résistance des différents types du béton sont donnés par le Tableau I.9

Tableau I.9 : Dosages de composants et les caractéristiques de béton [7].

Béton	Dosages de composants							Caractéristiques de béton		
Béton	C (Kg)	ADJ (Kg)	S (kg)	G 3/8 (kg)	G 8/15 (kg)	G 15/25 (kg)	EAU (L)	E/C	A (cm)	RC28J (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

#### ***1.10.4 Travaux de A.Yaichi 2017:[11]***

Ce travail est basé sur l'influence de la granularité sur la résistance mécanique du béton (à la compression) en utilisant les matériaux locaux de la wilaya d'Adrar et Méthode de la formulation du béton Méthode de Dreux-Gorisse pour permettre de déterminer les résistances en compression à 28 jours avec l'étude sur le béton + adjuvant. Le projet est comme suit :

Béton1: Sable normalisé et gravier concassé de REGGANE.

Béton2: Sable OUAJDA et gravier concassé de REGGANE

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

Béton4: Sable Ouled Aissa (CHEROUINE) et gravier concassé de REGGANE.

Béton5: Sable Metarfa et gravier concassé de REGGANE.

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

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

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

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

Les résultats de compositions et la résistance des différents types du béton sur le tableau I.10.

Tableau I.10: Compositions des différents types du béton [11].

Béton	Dosages de composants						Caractéristiques de béton		
	C	S (kg)	G 3/8 (kg)	G 8/15 (kg)	G15/25 (kg)	EAU (L)	E/C	A (cm)	RC28J (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		443	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.10.5 Travaux de N.Aroussi et A.Dahmani 2018[12]

Ce travail est basé sur formulation du béton à base de granulat local en utilisant les matériaux locaux de la wilaya d'Adrar (CHAROUINE) et Méthode de la formulation du béton Méthode de Dreux –Gorisse pour permettre de déterminer les résistances en compression à 28jours.

Tableau I.11: Caractéristiques physique-Mécanique Béton avec Adjuvant et Addition (FS 8.25%).(12)

Caractéristiques		B5SN	B5SD	B11SD	B5SC	B11SC
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Souhaitée	8	3,5	10	6	11
	Affaissement Réelle	14	1,5	08	10	19
	Etalement	60	38	68	56	60
Densité béton frais (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,43	2,44	2,36	2,40	2,43
	Réelle	2,42	2,47	2,44	2,57	2,38
Densité béton durci (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	2,42	2,47	2,44	2,57	2,38
	Béton durci	2,38	2,21	2,30	2,47	2,34
Rc28j (MPa)	Non destructifs	38	37	40	36	38
	Destructifs	54,530	37	42.12	34,88	35,02
	MF	2,6	1,17	1,17	3,56	3,56
	E/C	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18
	G/S	2,41	3,26	3,26	1,59	1,63

### ***1.11 Conclusion***

Les différents travaux de recherche précédents contribuent à l'enrichissement de la base de connaissances sur la composition de béton et la détermination des quantités optimales de matériaux (eau E, ciment C, sable S, et gravier G) nécessaires et la formulation de béton conformément aux mécanismes disponibles et aux conditions climatiques de la région et des matériaux locaux, Sur la base des résultats obtenus par des travaux de recherche précédents, nous avons décidé de continuer cette recherche sur les matériaux locaux de la wilaya d'Adrar qui proviennent de la région d'Aougroute.

# **Chapitre II:**

## **Identification des matériaux locaux**

## **II. Introduction**

Notre travail est basé sur les matériaux locaux de la wilaya d'Adrar provenant de la région d'Aougroute nous choisissons un sujet original qui n'a pas été étudié dans la formulation auparavant. Ces granulats sont des matériaux concassés et les sable de dune est de la même région. Le ciment utilisé est un Ciment Portland Composé CPJ provenant de la nouvelle cimenterie située au sud de l'Algérie en provenance de la cimenterie STG de la commune (d'Aoulef). L'eau de gâchage est du robinet d'Adrar, nous avons utilisé une addition minérale (fumée de silice) pour améliorer notre liant, ainsi que pour traiter quelques propriétés liées à notre environnement, nous avons utilisé un adjuvant soit un super-plastifiant ou un plastifiant.

Nous avons procédé dans un premier temps à des essais de caractérisation de matériaux utilisés dans le laboratoire génie civil (LMDC) de l'université d'Adrar et le Laboratoire des Travaux Publics du Sud.

### **II.1 L'eau de gâchage utilisé : norme (NF EN 206-1).**

#### **Caractéristiques chimique et minéralogique**

L'eau de gâchage utilisée est une eau potable du robinet du laboratoire génie civil de l'université d'Adrar.

L'analyse chimique et minéralogique de l'eau a été effectuée au niveau du laboratoire ANRH d'ADRAR.

L'analyse physico-chimiques de l'eau est :



Figure II. 1: Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), OH



Figure II.2: Dosage des nitrates

Tableau II. 1: Analyse de minéralisation globale de l'eau.

Minéralisation globale (mg/L)	Résultats	Normes de potabilité
Ca <sup>++</sup>	64	200,00
Cl <sup>-</sup>	180	500,00
SO <sub>4</sub>	180	400,00
HCO <sub>3</sub>	122	-
CO <sub>3</sub>	0	-
Mg <sup>++</sup>	20	150.00
Na <sup>+</sup>	130	200.00
K <sup>+</sup>	13.9	12.00

**Interprétation :**

D'après les résultats le terme en sulfate (SO<sub>4</sub>), cette eau n'est pas agressive pour le ciment, dans l'autre cas, elle est aussi valable pour le gâchage de béton en utilisant un CRS.

Tableau II. 2: Analyse physico chimique globale de l'eau.

Paramètres physico chimique	Résultats	Normes de potabilité
Ph	7.67	6.5 et 9
Conductivité ms/cm	1.04	2.80
Turbidités eau brute NTU	-	5,00
Turbidité eau déc. NTU	0.08	-
Résidu sec à 10 C mg/L	650	1500.00
Température	-	25.00

**Interprétation :**

Apparemment, d'après les résultats de l'analyse chimique, l'eau minéralisée est de bonne qualité physico-chimique et le prélèvement effectué est aussi acceptable pour l'eau de gâchage de bétons.

**II.2 Ciment :****II.2.1 Caractéristiques physiques de ciment utilisé :**

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

Le produit a comme identification et caractéristiques suivantes :

- Composition : 80 à 94 % de Clinker et 7 à 20 % d'ajouts.

### II.2.1.1 Essai sur masses volumiques des ciments : EN P (18-558).

L'objectif de cet essai est de déterminer les masses volumiques de ciment en utilisant un Pycnomètre de 250 cm<sup>3</sup> et un liquide non réactif avec le ciment (mazoute).



Figure II. 3: Essai de masse volumique de ciment

Tableau II. 3 : Résultats de masses volumiques de ciment CEM II/A-L 42,5 N.

Pycnomètre vide(g)	Pycnomètre rempli de Mazoute (mL)	Masse de ciment(g)	Moyen $M_v(\text{abs})$ De ciment (g/mL)
33,8	78.95	12	3.03
33,8	78,82	12	
33,8	78,98	12	

#### Interprétation :

D'après les trois mesures, on a éliminé celle de 2.90 car l'écart dépasse 0.13

### II.2.1.2 L'essai de consistance du ciment : norme (EN 196-3).

L'essai de consistance permet de déterminer la consistance normale de la pâte de ciment et la 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.

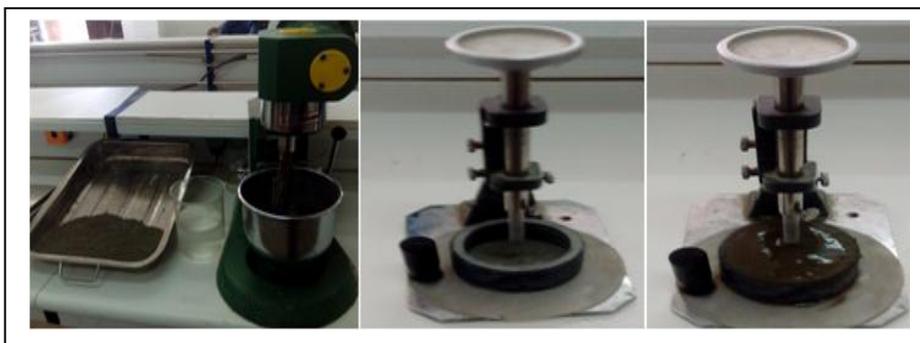


Figure II. 4 : Essai de consistance du ciment

Tableau II. 6 : Résultats de l'essai de consistance ciment CPJ.

N°	Ciment(g)	EAU (g)	E/C	L'indication de l'appareil (d) en (mm)
1	400	112	0,28	4,50
2	400	120	0,30	5,85
3	400	128	0,32	5,98
4	400	136	0.34	6,20

**Interprétation des résultats :**

D'après les résultats de cette essai de consistance du ciment ,on a constaté que :

La consistance de la pâte normale de ciment et la quantité d'eau nécessaire pour avoir une pate normale plastique correspond au rapport  $E/C=0.34$ .

**II.2.1.3 Essai de prise du ciment : norme (EN 196-3).**

L'objectif de cet essai est de déterminer les temps de début et fin de prise de ciment sur une pâte à consistance normalisée à l'aide d'un appareil classique de Vicat.

- Les résultats obtenus chaque 10 minutes à partir de (8 :45).

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

Temps (h : min)	8:45	9:30	10:15	11:00	11:45	12:30	13:25	14:45	15:45
D	0	0	0	1	2.5	30	36.8	38	40



Figure II. 5 : Essai de prise du ciment.

**Interprétation des résultats :**

-D'après les résultats de cet essai, on a obtenu :

Tableau II. 5 : Temps de début et Fin de prise de ciment CPJ

Caractéristiques	Début de prise	Fin de prise
Unités (h)	2h15	5h45
Norme	NF EN 196-3	NF EN 196-3

•**Début de prise** : C'est le moment où le ciment commence à se cristalliser, c'est-à-dire où la pâte de ciment perd sa plasticité.

•**Fin de prise** : C'est le moment où le ciment a terminé son durcissement, c'est-à-dire où la pâte du ciment est complètement dure.

### II.2.1.4 Essai sur mortier : norme(EN 196-1)

L'objectif de cet essai sur le mortier normal est de définir certaines caractéristiques des ciments et notamment la résistance à la compression. Ce mortier est réalisé conformément à la norme(EN 196-1).

#### II.2.1.5 .1 Mise en œuvre

Notre mortier sert à mélanger le sable normalisé avec le ciment à tester et l'eau dans les proportions suivantes :

A-éprouvettes en mortier de dimensions  $(4 \times 4 \times 16) \text{ cm}^3$  et  $T=20^\circ\text{C}$ .

B-nous avons fait six éprouvettes en mortier de ciment  $(4 \times 4 \times 16) \text{ cm}^3$

C- trois éprouvettes conservées dans l'eau,  $T=20^\circ\text{C}$  pendant 28j

D-trois éprouvettes conservées à l'air,  $T \geq 20^\circ\text{C}$  pendant 28j

Tableau II. 7:Essai sur mortier normal

Matériau	Ciment	Sable normalisé	Eau	E/C
Unité (g)	450	1350	225	0.5



Figure II. 6:Essai sur mortier normal.

### Analyse et résultats

Les résultats de caractéristiques mécaniques sur mortier normal ont été déterminés lors de notre visite de la cimenterie d'Aoulef pour l'identification des caractéristiques mécaniques.

Les résultats sont donnés par le tableau suivant :

Tableau II. 8 : Caractéristiques mécaniques du CEM II/A- 42,5[12].

	Jours	Moyenne Résistance à la Flexion (MPa)	Moyenne Résistance à la Compression (MPa)
Conservation à l'eau	28	5,8	42,4
Conservation à l'air	28	6	56,5

### II.2.2 Analyses chimique et minéralogique du ciment

Les analyses chimique et minéralogique du ciment CPA sont établies au laboratoire de cimenterie. Les résultats sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau II. 8: Composition chimique du CPA.[1].

Éléments	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Cl
pourcentage %	24,17	5,98	3,41	68,8	1,72	0,052

Tableau II. 9: Caractéristiques minéralogique du CPA.[1].

Éléments	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
	3CaOSiO <sub>2</sub>	2CaOSiO <sub>2</sub>	3CaAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4CaOAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Teneur %	10,02	31,74	49,76	8,48

## II .3. Granulats sable de dune

### II.3.1. Origine:

Les granulats utilisés proviennent de la région située au nord d'Adrar, ce choix est dicté par le fait que cette carrière approvisionne principalement la région de par son importance en production et les classes granulaires des gravillons de classes (0/3 ; 3/8 ; 8/15 ; 15/25) et le sable de dune sont aussi de la même région.



Figure II. 7: Granulats de la région d'Aougrout (Zaouit Sidi Abdellah).

**II .4.Sable :****II .4.1.Caractéristiques physiques de sable:****II .4.1.1.Analyse granulométrique :norme (EN 933-2).**

La granulométrie est la caractéristique physique essentielle pour l'identification des matériaux puisqu'elle permet de déterminer la répartition des grains suivant leur grosseur.

L'analyse granulométrique est effectuée au niveau du laboratoire (LTSP).

Tableaux II.9 : Analyse granulométrique du (sable de dune et sable concassé).

Tamis(mm)	sable dune(%)	sable concassé (%)
5		100
4		99.9
3.15		99.0
2,5		77.6
2	100	68.10
1,6	99.89	60.0
1,25	99.38	52.0
1	95.46	47.60
0,63	62.71	34.50
0,5	52.21	28.1
0,315	36.88	23.1
0.25	32.57	20.4
0,2	12.32	7.3
0,16	11.51	6.1
0.125	5.50	3.1
0,08	0.63	0.7
0,063	0.28	0.3

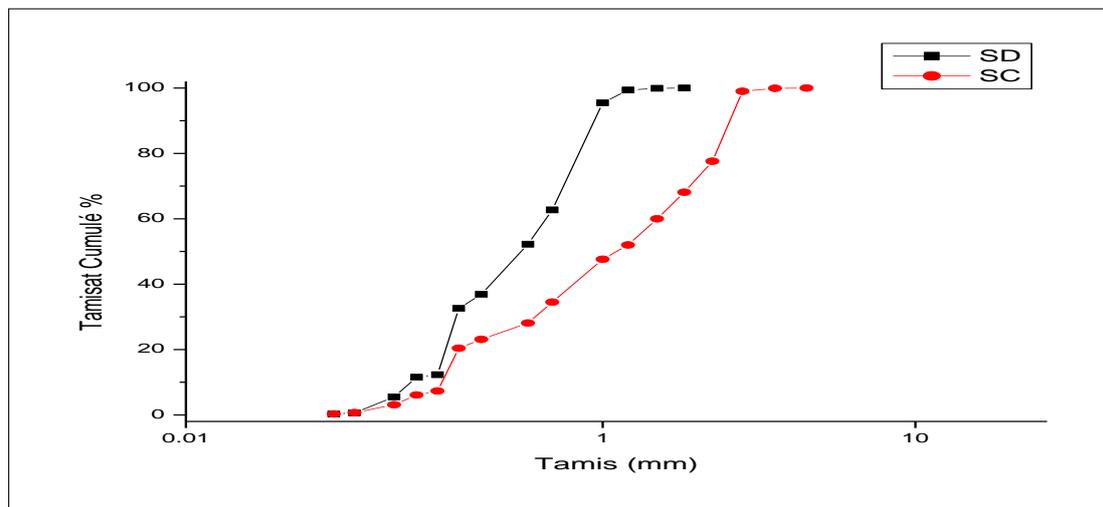


Figure II.8: Analyse granulométrique du (sable de dune et concassé ).

#### II .4.1.2 Masse volumique apparente : norme (EN 18-554)

La masse volumique apparente d'un matériau est la masse volumique d'un mètre cube du matériau pris en tas, comprenant à la fois des vides perméables et imperméables des particules ainsi que les vides entre particules.[3]

L'objectif d'essai est de déterminer la masse volumique apparente de sable.

Les résultats de l'essai de la masse volumique apparente sont résumés dans le tableau II. 11.



Figure II. 9:essai masse volumique de sable de dune et concassé.

#### La masse volumique apparente et application :

$$P_{(app)} = \frac{M}{V} = \frac{Mt - Mmoul}{V} \quad (g/cm^3)$$

Tableau II. 10:masse volumique apparente de (Sable dune et sable concassé ).

Sable	M (g)	V (cm <sup>3</sup> )	Mvapp moyenne (g/cm <sup>3</sup> )
Sable de dune	1688.5	1000	1,686
	1675.8		
	1693.9		
Sable concassé	1460,3	1000	1,493
	1480,2		
	1540,1		

#### II.4.1.3 Masse volumique absolue : norme(EN 18-301)

La masse volumique absolue  $\rho_s$  : est la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans ou entre des grains. C'est aussi la masse de l'unité de volume de la substance, c'est-à-dire le rapport entre sa masse et son volume absolu.

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

$$\rho_{abs}(g/cm^3) = M / (V_1 - v_2)$$

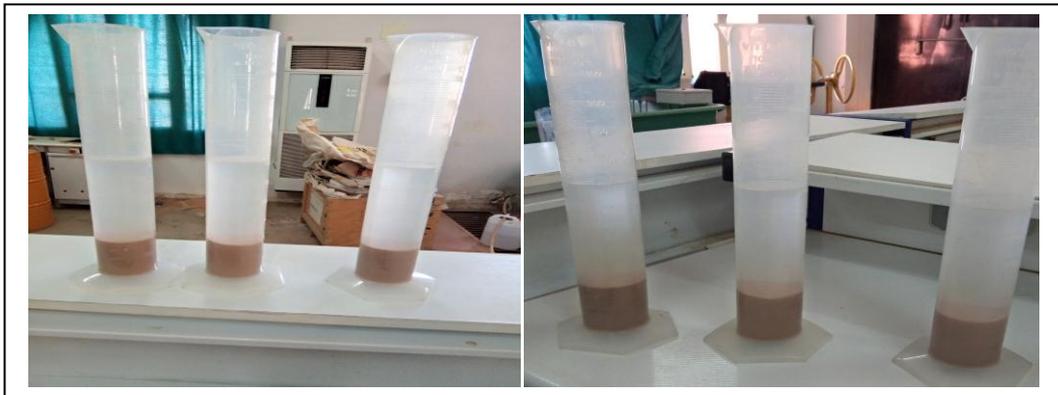


Figure II. 10: Essai de la masse volumique absolue.

Tableau II. 11: Masse volumique absolue de (sables de dune et concassé)

Sable	M (g)	V1 (cm <sup>3</sup> )	V2 (cm <sup>3</sup> )	moyenne $M_{vabs}$ (g/cm <sup>3</sup> )
Sable dune	300	500	618	2,50
			618	
			620	
Sable concassé	300	500	610	2,70
			612	
			610	

**Interprétation:**

On remarque que la masse volumique de sable concassé est grande par rapport au sable de dune à cause du volume de granulat (si le volume est grand donc la masse volumique est grande)

**II.4.1.4.L'équivalent de sable : norme (EN 933-8)**

L'objet de l'essai est de mesurer la propreté des sables entrant dans la composition des bétons. L'essai consiste à séparer les flocculées fins contenues dans le sable. Une procédure normalisée permet de déterminer un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté de celui-ci.

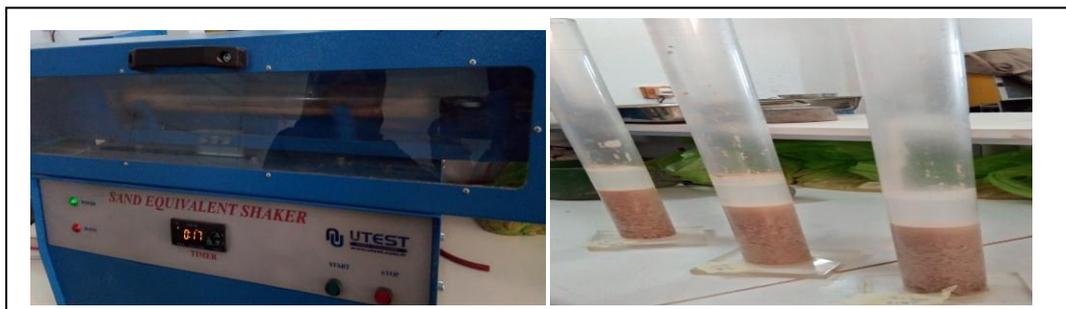


Figure II. 13: Essais d'équivalent de sable.

Tableau II. 12: Résultats essais d'équivalent de sable.

Echantillon	ESV % = $100 \cdot h^2 / h_1$	ESP % = $100 \cdot h_2 / h_1$
Sable dune	76.29	91.35
Sable concassé	51.41	48.16.

**Interprétation des résultats :**

D'après les résultats de cet essai, on peut constater que :

Sable dune :  $75 \leq \text{ESV} \leq 85$  ET  $\text{ESP} \leq 85$

-Sable très propre: l'absence de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité de béton

Sable concassé :  $\text{ESV} \leq 60$  ET  $\text{ESP} \leq 60$

- sable argileux : risque de retrait ou de gonflement, à rejeter pour des bétons de qualité.

**II .4.1.5.Module de finesse : norme(EN 13139)****Expression du Module de finesse:**

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

Tableau II. 13 :Grosseur ou finesse en fonction du pourcentage de passant au tamis de 0,5

Sable Fin	Sable Moyen	Sable Grossier
0,6a' 2,1	1,5 a'2,8	2,4 à 3,6

Résultats et Interprétation de l'essai du module de finesse sont donnés par le tableau II. 14.

Tableau II. 14: Résultats de l'essai du module de finesse.

Sable	Sable de dune	Sable de carrières
MF	2.14	3.33
Interprétation	Sable moyen	Sable Grossier

## II .5.Gravier :

### II.5.1.Caractéristiques physiques de gravier:

#### II.5.1.1 Analyse granulométrique : norme(EN 933-2)

L'analyse granulométrique est effectuée au niveau du laboratoire (LTPS)

Tableaux II. 15: Analyse granulométrique du gravier de classes (G 3/8, G 8/15, 15/25)

Tamis	G 3/8 (%)	G 8/15 (%)	G 15/25 (%)
25			100
20		100	69.24
16		98.03	25.65
14		90.91	8.68
12,5		72.3	1.65
10	100	34.67	0.09
8	96.93	7.22	0.05
6,3	78.38	0.6	
5	54.14	0.1	
4	24.47	0.06	
3.15	8.49		
2,5	2.28		
2	0.75		
1,6	0.34		
1.25	0.11		

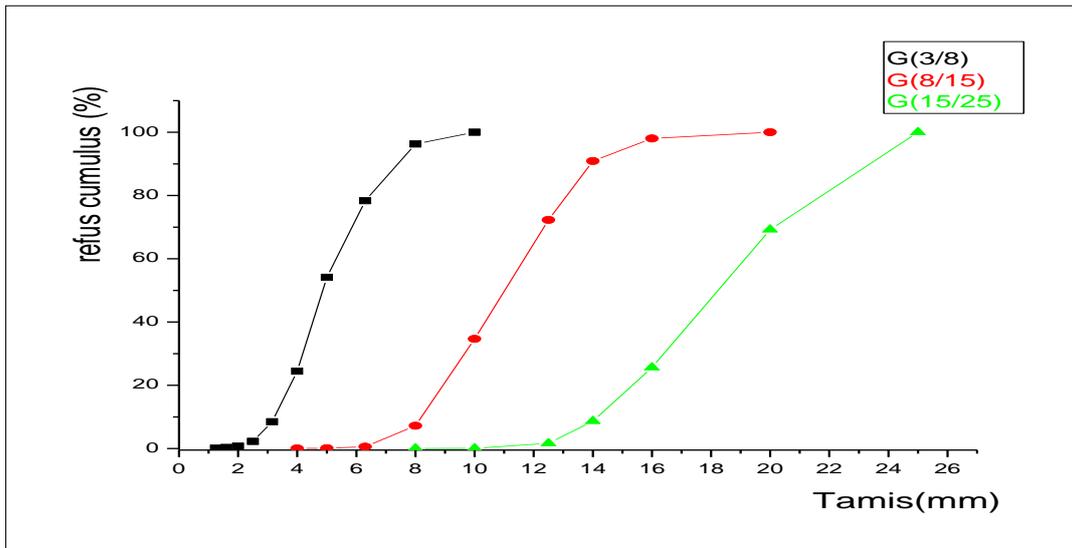


Figure II. 11 :Analyse granulométrique du gravier de classes (3/8 ; 8/15 ; 15/25).

### II.5.1.2 Masses volumiques apparentes: norme (NF EN 12620).

La masse volumique apparente d'un matériau est la masse volumique d'un mètre cube du matériau pris en tas, comprenant à la fois des vides perméables et imperméables de la particule ainsi que les vides entre particules, cet essai est régi par la norme (NF EN 12620), il est effectué au niveau du laboratoire (LTPS).



Figure II. 12: Masses volumiques apparentes des graviers de carrière.

Tableaux II. 16 : Masse volumique apparente de graviers classe(3/8 ; 8/15 ; 15/25).

Graviers	M (g)	V (cm <sup>3</sup> )	moyenne Mvapp (g/cm <sup>3</sup> )
G3/8	1402,6	1000	1,4089
	1402,6		
	1403,5		
G8/15	1360	1000	1,3606
	1362		
	1360		
G15/25	1356	1000	1,3573
	1357		
	1359		

### Interprétation des résultats :

D'après les résultats de cet essai, selon la norme (NF EN 12620), on remarque que le volume est grand et la masse volumique est grande.

#### II.5.1.3 Masses volumiques absolues: norme (NF EN 12620).[05]

La masse volumique absolue  $\rho_s$  : est la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans ou entre des grains. Cet essai est régi par la norme norme (NF EN 12620).

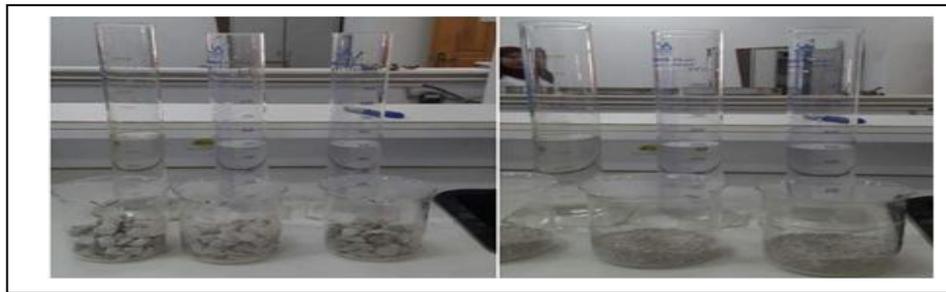


Figure II. 16: Essai des masses volumiques absolues des graviers de carrière.

Tableaux II. 17 : Masse volumique absolue de classes des graviers.

Graviers	M (g)	V1 (cm <sup>3</sup> )	V2 (cm <sup>3</sup> )	moyenne Mvabs ( g/cm <sup>3</sup> )
G3/8	300	500	611.5	2.75
		500	611.5	
		500	610	
G8/15	300	500	610	2.69
		500	605	
		500	620	
G15/25	300	500	610	2.68
		500	610	
		500	615	

### Interprétation des résultats :

D'après les résultats de cet essai et la norme NF EN 12620, on a obtenu :

La masse volumique absolue de classes de gravier (3/8, 8/15, 15/25) est comprise entre «2500 kg/m<sup>3</sup> et 2800 kg/m<sup>3</sup>»

#### II.5.1.4 Essai de propreté des graviers : Normes (NF P 18-591) ; (NF EN 933-1). [05]

1. La propreté superficielle (P) est définie comme étant le pourcentage pondéral de particules de dimensions inférieures à 0,5 mm adhérentes à la surface ou mélangées à un granulat de dimension supérieure à 2 mm.

Expression du propreté superficielle :

$$P = M2/MS \times 100(\%)$$

Tableau II. 18 : Propreté superficielle de graviers

Classe Granulaire	Masse de l'échantillon sec Ms (g)	Masse sèche de refus au tamis M1(g)	M2 (g)	Propreté superficielle P
3/8	407.7	380.4	27	6.69
8/15	366.3	364.6	1.7	0.46
15/25	513.4	511.7	1.7	0.33

**Interprétation des résultats:**

D'après les résultats de cet essai, on a constaté que :

Propreté superficielle de classe granulaire : (3/8-8/15-15/25) < 3 le granulat est propre.

**II.5.2 Caractéristiques mécaniques de gravier :****II.5.2.1 Résistance à l'usure des gravillons : norme (EN 1097-1)**

L'objectif de l'essai Micro-Deval permet déterminer la résistance à l'usure par frottements en présence d'eau ou à sec. Cet essai consiste à reproduire dans un cylindre en rotation des phénomènes d'usure par frottement. Cette résistance est caractérisée par le coefficient Micro-Deval qui représente la proportion d'éléments fins produits pendant l'essai (éléments inférieurs à 1.6mm)

Coefficient Micro-Deval :

$$MDE = 100 \times M/100$$



Figure II. 13: Tambour avec billes en acier et gravi et Appareil Micro-Derval

Tableau II. 19 : Résultats de caractéristiques mécaniques de MDE

Classe Granulaire	Tamis Intermédiaire	Poids totale de mélange des proportions	Refus de tamis 1.6mm	MDE=100xM/100
3/8	4/6.3	500	397.2	20
8/15	6.3/10	500	402.3	19
15/25	10/14	500	402.5	19

Tableaux II. 20: Valeurs Micro – Deval en présence d'eau[3]

VALEURS REPERES	
MICRO-DEVAL EN PRESENCE D'EAU	APPRECIATION
<10	Très bon à bon
10a20	Bon à moyen
20 a 35	Moyen à faible
≥ 35	Médiocre

**Interprétation des résultats:**

**Essai Micro-Deval :** norme (NF P 18-572).

D'après les résultats de l'essai Micro-Deval et selon la norme, on a constaté que :

-le Coefficient de Micro-Deval des classes de gravier (3/8 ;8/15 ;15/25) :(MDE) 10 à 20

-Le gravier utilisé dans notre travail est bon à moyen et acceptable pour le béton

**II.5.2.2 Résistance à la fragmentation des gravillons : norme (EN 1097-2)**

L'objet de l'essai Los Angeles (LA) sert à déterminer le coefficient " Los-Angeles " pour évaluer la résistance à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques. C'est un essai de résistance aux impacts, basé sur la mesure de la dégradation granulométrique des matériaux soumis aux chocs.



Figure II. 14 : Appareil de Los Angeles

Tableaux II. 21 :Valeurs repères de coefficient " Los-Angeles"

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

Tableau II. 22 : Résultats de caractéristiques mécaniques de LA

Classe Granulaire	Nombre de boulets	Poids éléments 1.6mm	Poids éléments 1.6mm	LA= 100xm/M
3/8	7	3841.1	1159	23
8/15	9	3789.2	1211	24
15/25	11	3794.3	1206	24

**Interprétation des résultats:**

**Essai Los-Angeles:** norme (NF P 18-573).

D'après les résultats de essai Los-Angeles et selon la norme, on peut constater que :  
La Coefficient Los-Angeles (LA) de classes de gravier (3/8 ;8/15 ;15/25) :  $20 < LA < 30$

- Le gravier utilisé dans notre travail est un gravier dur et acceptable pour le béton.

**II.5.2.3 Coefficient d'aplatissement: norme(EN 933-4)**

L'objet de l'essai détermination du coefficient d'aplatissement est l'un des tests

perm



Figure II. 15: Tamis normalisés à mailles carrées

Tableau II. 23 : Résultats de caractéristiques de coefficient d'aplatissement (%)

Caractéristiques	3/8	8/15	15/25
Coefficient d'aplatissement (%)	32.03	15.57	6.83

Tableau II. 24 :Caractéristiques mécaniques des granulats

Caractéristiques	Symbole	3/8	8/15	15/25
Micro-Deval	MDE	20	19	19
Los-Angeles	LA	23	24	24

**Interprétation des résultats:**

**Essai du coefficient d'aplatissement:**

D'après les résultats de cet essai et selon la norme NFP 18-540, on a constaté que :  
Le coefficient d'aplatissement (A) de classes de gravier (3/8 ; 8/15 ; 15/25)

-Le gravier utilisé dans notre travail est acceptable pour le béton.

### **II.6 Les adjuvants : norme NF EN 934 -2.[11]**

Un adjuvant peut être défini comme un produit chimique qui est ajouté au béton selon un dosage n'excédant pas 5% de la masse totale du ciment, au cours d'un malaxage complémentaire avant la mise en œuvre du béton dans le but de le modifier ou d'améliorer certaines de ces propriétés.

### **II.7 Addition minérales: norme (EN 206-1)**

#### **II.7.1 Définition:**

C'est un matériau minéral finement divisé utilisé dans le béton afin d'améliorer certaines propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières.

On considère deux types d'additions :

Le type I : additions quasiment inertes .

Le type II : additions à caractère pouzzolanique.

#### **II.7.2 Fumée de silice :norme (NF P 78-502).[05]**

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 grains de forme de billes, d'un diamètre moyen de 0,20  $\mu\text{m}$ , formées principalement (à plus de 90 %) de silice  $\text{SiO}_2$  avec un taux de carbone de l'ordre de 2 %.

Les caractéristiques chimiques-physiques de la fumée de silice sont données par le tableau suivant :

Tableau II. 26: Caractéristiques chimiques de fumée de silice. [3]

Composition chimique	%
$\text{SiO}_2$	95
$\text{Na}_2\text{O}_{\text{éq}}$	0,60
$\text{SiC}$	1,50
$\text{SO}_3$	0,10
Oxydes (Fe, Al, Mg, Ca)	1,00
$\text{Cl}^-$	0,06

Tableau II. 27: Caractéristiques physique de fumée de silice. [3]

Propriétés physiques	VALEURS
Densité apparente ( $\text{kg/m}^3$ )	0,40 à 0,45
Densité réelle ( $\text{kg/m}^3$ )	2,24
Surface spécifique BET ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	23
Couleur	Grise

### ***II.7.3. Caractères généraux***

La fumée de silice SIKKA 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.

### ***II.8 Conclusion***

Le travail de cette partie est basé sur les résultats des travaux expérimentaux des caractéristiques physiques et chimiques de ciment utilisé et des essais d'identification de matériaux locaux, pour conclure que ces matériaux sont bons pour les résistances (caractéristiques physique et mécanique).

# **Chapitre III:**

## **Etude de formulation de béton**

**III. Introduction :**

L'objectif de cette partie est expérimental on présente la méthode qui détermine la composition des différents types de béton, on utilise dans cette étude la méthode de formulation de DREUX-GORISSE .Pour déterminer les quantités optimales des matériaux utilisés dans ce travail et la composition de béton et sa résistance à la compression, nous avons faits les essais au niveau des laboratoires de l'université MDC et LTPS (laboratoire travaux publics de Sud)

Notre formulation est basée sur douze projets de béton. Chaque projet comprend trois bétons et chaque béton a trois éprouvettes, nous avons donc 108 éprouvettes. elle sont été testées pour déterminer la résistance mécanique à la compression destructive du béton.

**Projet- 1-** : Affaissement est 3.6cm d'un béton ferme. dimension du granulat utilisé est 15mm ( $D_{max15}$ ) de la région d'Aougroute (gravier 3/8 et 8/15, avec sable concasse  $S_C$ ).

Dans ce projet, il y a trois bétons, ils ont le même dosage du granulat, garde partie des granulats et la partie du liant (béton témoin, béton + Adjuvant, béton+Addition).

**Projet- 2-** :Affaissement est 3.6cm ,d'un béton ferme. Dimension du granulat utilisé est 25mm ( $D_{max25}$ ) de la région d'Aougroute (gravier 3/8 et 8/15,15/25 avec sable concassé  $S_C$ )Ce projet aussi contient trois bétons, en garde la partie des granulats et la partie du liant

**Projet- 3-** : Affaissement est 7.5cm d'un Béton plastique .dimension du granulat utilisé est 15mm ( $D_{max15}$ ) de la région d'Aougroute (gravier 3/8 et 8/15, avec sable concassé  $S_C$ )15 on utilise même type et classes, du granulat de projet 01. Ce projet aussi contient trois bétons, on garde la partie des granulats et la partie du liant.

**Projet- 4-** : Affaissement est 7.5cm. D'un béton plastique. Dimension du granulat utilisé est 25mm ( $D_{mx25}$ ) de la région d'Aougroute. On utilise le même type et classes du granulat de Projet 02. ce projet aussi contient trois bétons, on garde la partie des granulats et la partie du liant.

**Projet- 5-** : Affaissement est 11.5cm. D'un béton très plastique. dimension du granulat utilisé est 15mm ( $D_{mx15}$ ) de la région d'Aougroute .on utilise même type du granulat de projet 01, ce projet aussi contient trois bétons on garde la partie des granulats et la partie du liant.

**Projet- 6-** : Affaissement est 11.5cm. d'un béton très plastique. Pimentions du granulat utilisé est 15mm ( $D_{mx25}$ ) de la région d'Aougroute. On utilise même type et granulat de projet 02, ce projet aussi contient trois bétons on garde la partie des granulats.

**Projet- 7-** : Affaissement est 3.6cm. D'un béton ferme. Dimension du granulat utilisé est 15mm ( $D_{mx15}$ ) de la région d'Aougroute. (Gravier 3/8 ,8/15 avec sable de dune de la région de Deldoule).

ce projet contient trois bétons, engarde la partie des granulats et la partie du liant.

**Projet- 8- :** Affaissement est 3.6cm .d'un béton ferme. Dimension du granulat utilisé est 25mm ( $D_{\max 25}$ ) de la région d'Aougroute. (Gravier 3/8 ,8/15 ,15/25 avec sable de dune de la région de Deldoule).

Ce projet aussi contient trois bétons, on garde la partie des granulats

**Projet- 9- :** Affaissement est 7.5cm .d'un béton plastique. Dimension du granulat utilisé est 15mm ( $D_{\max 15}$ ) de la région d'Aougroute. On utilise le même type et granulat de projet 07, ce projet aussi contient trois bétons, on garde la partie des granulats.

**Projet- 10- :** Affaissement est 7.5cm. D'un béton plastique. Dimension du granulat utilisé est 25mm ( $D_{\max 25}$ ) de la région d'Aougroute. on utilise le même type de granulat de projet 08, ce projet aussi contient trois bétons, on garde la partie des granulats

**Projet- 11- :** Affaissement est 11.5cm d'un béton très plastique. Dimension du granulat utilisé est 15mm ( $D_{\max 15}$ ) de la région d'Aougroute. On utilise même type et granulat de projet 07. Ce projet aussi contient trois bétons on garde la partie des granulats.

**Projet- 12- :** Affaissement est 11.5cm. D'un béton très plastique. Dimension du granulat utilisé est 25mm ( $D_{\max 25}$ ) de la région d'Aougroute, on utilise le même type de granulat de projet 08, ce projet aussi contient trois bétons, on garde la partie des granulats.

#### ❖ Etude de la Composition de Bétons :

La méthode de DREUX-GORISSE permet 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-GORISSE.

Notre objectif est d'étudier un béton de haute performance, donc la méthode de Dreux- GORISSE va nous donner un béton ordinaire commun béton témoin.

D'une part, concernant la détermination de dosages, pour les adjuvants on va adopter les résultats d'étude sur les matériaux locaux du PFE de Aroussi Nouredine –Dahmani Asmaa (2017/2018) car ils ont fait une analyse d'utilisation de l'adjuvant dans le béton. D'autre part, dans la détermination de dosages des additions, nous allons appliquer les formules de la norme EN206.1 comme la fumée de silice :

$$C_{\min, \text{ add}} \geq C_{\min} - k.FS.$$

### III.1. Etude d'un béton ferme

en Sable concassé ( $D_{\max}$  15mm)

**Projet- 1-** : (C/E=2,10, G/S= 1.17, A=3.6cm).

Tableau III.1 : Données de bases pour la formulation du Béton en (A=3.6cm),  $S_C$

Données de base	Description (valeur)	Observation
Serrage	Vibration normale (courante).	Souhaitée
Ouvrabilité	Affaissement A= 3.6 cm	béton Plastique
Dimension maximale de granulat	D= 25 mm ( $\sqrt{D} = 5$ mm)	Calculée
Forme des granulats	Granulats concassés et roule	Constatée
Qualité des granulats	Bonne (courante).	Déterminée
MF	3.33	Calculée
Ciment	Mv=3.03 g/MI	Déterminée
Sable concassé(AOUGROUTE)	Mv =2,70 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée
Gravier 3/8(AOUGROUTE)	Mv =2,75 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée
Gravier 8/15(AOUGROUTE)	Mv =2,69 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée
Gravier 15/25(AOUGROUTE)	Mv =2,68 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée

#### Données sur le béton

Les données du béton ferme avec un affaissement 3.6 par sable concassé pour  $D_{\max}$  25 et  $D_{\max}$  15

Tableau III.2 Les données du béton ferme Affaissement 3.6 par sable concassé

$D_{\max}$	G	Résistance recherché à 28jrs	Résistance visée	C/E
25	0.5	25	28.75	1.70
15	0.45	30	34.5	2.10

#### III.1. 1 Dosage du ciment de béton ferme :

- Classe à 28 jours :  $\sigma_{c28}=34.5\text{MPa}$  (Ciment STG)
- Classe vraie à 28 jours :  $\sigma_{c28}'=30\text{MPa}$

#### III.1.2 Détermination dosage en ciment et en eau de béton ferme :

##### III.1.2.1 Détermination du rapport C/E de béton ferme

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

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

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

- ❖ 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.3.

Tableau III.3 : Valeurs approximatives du coefficient granulaire G [03].

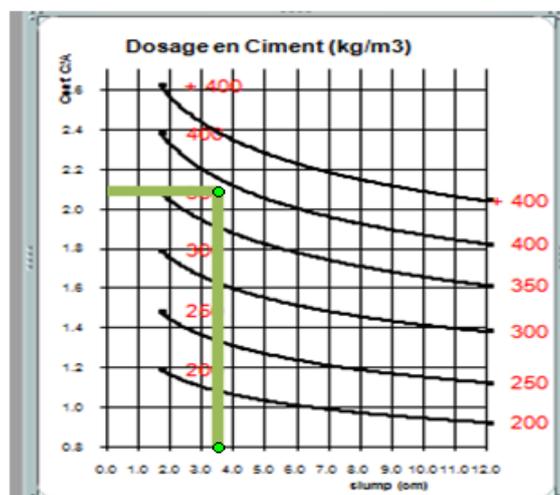
Qualité des Granulats	Dimension maximale D des granulats		
	Fin $D \leq 12.5\text{mm}$	Moyen $20 \leq D \leq 31.5\text{mm}$	Gros $D \leq 50\text{mm}$
Excellente	0.55	0.60	0.65
Bonne, courante	0.45	0.50	0.55
Passable	0.35	0.40	0.45

### III.1.2.2. Etude d'un béton ferme ( $D_{max} 15$ ), $S_C$

- ❖  $D_{max}=15\text{mm}$
  - ❖ Valeurs approximatives du coefficient granulaire G G= 0.50
  - ❖ On a  $C/E = (34.5/0,5. 48) +0,5$  donc C/E=2,10
- $C = 400 + \text{SUPRPLASTIFIANT } \text{kg/m}^3$

### III.1. 2.3 Détermination dosage en ciment de béton ferme:

On va utiliser l'Abaque de DREUX GORISSE figure III.1 et la projection de rapport  $C/E=2.10$  et l'affaissement  $A=3.6\text{cm}$ . Sur l'Abaque, on va déterminer le dosage en Ciment :

Figure III.1 : Abaque 1 indiquant approximativement le dosage en ciment ( $A=3.6\text{cm}$ ),  $S_C$ 

Départ pour le rapport  $C/E = 2,10$  et  $C=400 \text{ kg/m}^3$

Dosage en eau : Dosage en eau :  $E=190,73\text{l/m}^3$

### III.1.2.4 Correction sur le dosage en eau de béton ferme

Pour un mélange granulaire de diamètre,  $D_{\max}=15\text{mm}$  on va tirer la valeur de correction sur le dosage en eau selon le tableau III.4 de méthode de DREUX GORISSE.

Tableau III.4 : Correction sur le dosage en eau [01].

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

❖  $D_{\max}=15\text{mm}$  donc la correction sur le dosage en eau en %.

### III.1.3 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique (béton témoin):

#### III.1.3.1 Détermination des points O, A, B :

**Point O** : Origine ( $x=\text{Tamis}$  ;  $y=\text{passant}$ )  $\Longrightarrow$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B** : Extrémité ( $x = D_{\max}$  ;  $y=\text{Passant}$ )  $\Longrightarrow$  (15 ; 100).

**Point A** : Brisure ( $x=D/2$ )(7.5 ; 60.11)  $\Longrightarrow$

$$Y_A = 50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p$$

$Y_A$ : Cette relation prend en compte l'influence de la forme des granulats et le 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.1.3.2 Détermination valeurs du coefficient correcteur K de (Béton témoin)

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 une vibration normale et un dosage en ciment =400 et une forme des granulats concassé, la valeur de coefficient correcteur  $K = 0$

Tableau III.5 : Valeurs du coefficient correcteur K [6].

Vibration forme des granulats	Faible		Normale		Puissante	
	Roulé	Concassé	Roulé	Concassé	Roulé	Concassé
400+ super-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.1.3.3 Détermination  $K_s$  :**

$K_s$  : ajustement de la granularité du sable, pour

$K_s=6Mf-15$

$K_s= 4.98$

KP (Béton pompé)=9

$$Y=50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p=60.11$$

On déterminer point A (7.5 ; 60.11).

**III.1.3.4 Tracé la courbe de référence OAB de béton ferme**

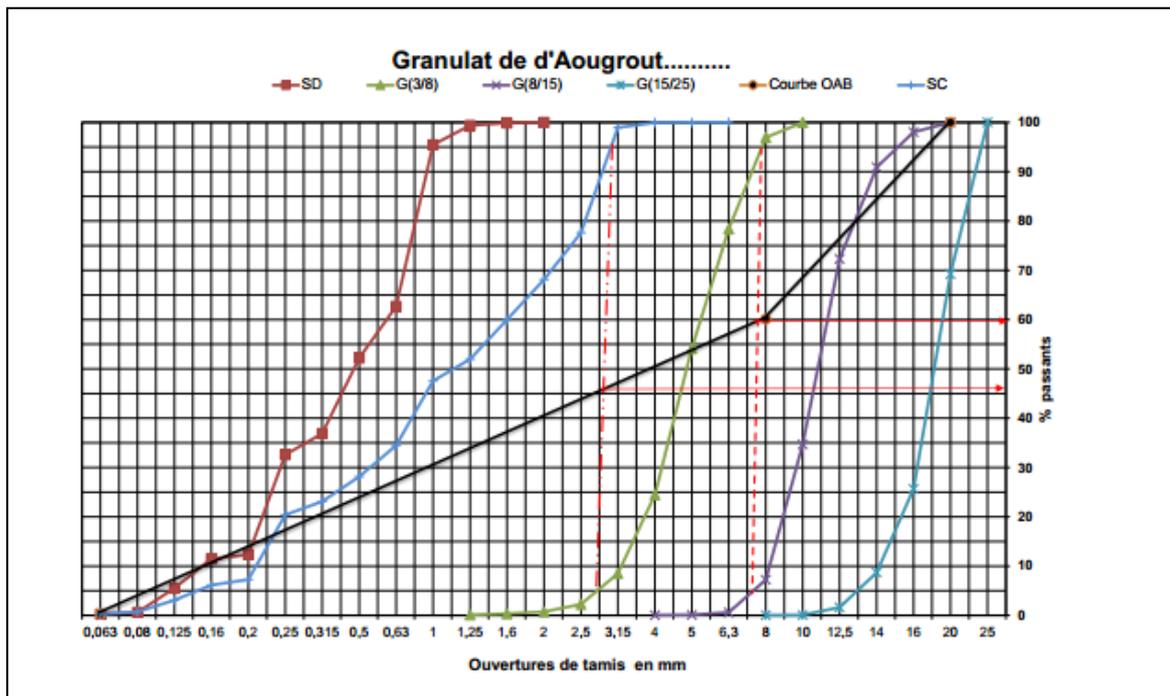


Figure III.2 : Courbe de référence OAB de béton ferme ( $A=3.6cm$ ),  $S_C$

**III.1.3.5 Pourcentage des sables et de graviers à sec de béton ferme**

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

Tableau III.6 : Pourcentage des granulats secs du béton en ( $A=3.6cm$ ),  $S_C$

Granulats	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0,00	0,40	0,14	0,46

### III.1.4 Détermination des valeurs du coefficient compacité $\gamma$ de béton ferme

Pour une consistance de béton ferme et Serrage vibration normale et  $D_{\max}$  granulats 15 le coefficient Compacité  $\gamma = 0,795$  et selon la méthode DREUX GORISSE La correction sur le sable roulé et gravier concassé est  $=-0,01$ ,

Tableau III.7 : Valeurs du coefficient compacité [9].

Consistance	Serrage	$\gamma$ Coefficient de Compacité				
		D=5	D=10	D=12,5	D=20	D=31,5
Molle	-piquage	0,750	0,780	0,795	0,805	0,815
	-vibration faible	0,755	0,785	0,800	0,810	0,820
	-vibration normale	0,760	0,790	0,805	0,815	0,825
Plastique	-piquage	0,730	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 normale	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835
Frame	-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 normale	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845

-Sable roulé et gravier concasse  $=-0,01$   
 -Sable et gravier concasse  $=-0,03$

### III.1.5 Détermination du volume absolu des compositions solides de béton ferme

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

Volume absolu de ciment  $V_c = C / \gamma_c = 400 / 3.03 = 137,29$  L

Volume absolu des granulats  $V_g = V_t - V_c = 657,71$  L

### III.1.6 Dosage pondéral des granulats de béton ferme

Tableau III.8 : Dosage pondéral des granulats en béton témoin en ( $A=3.6$ cm),  $S_c$

Désignation des granulats	VG (%)	Volume totale de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique ( $\text{kg/m}^3$ )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment		993.36	137.29	3.03	416.00
Eau			198.36	1.00	198.36
Sable concassé	0,46		302,54	2,70	816,87
Gravier 3/8	0,14		92,08	2,75	253,22
Gravier 8/15	0.40		263,08	2,69	707,69
Gravier 15/25	0,00		0,00	2,68	0,00
Totale	1		993,36		2392,14
Densité Théorique du Béton					2,39

Tableau III.9: Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton ferme (A=3.6cm), S<sub>C</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvettes cubiques 15x15 x15cm		
Composant	BT	Baj	Badd
Ciment CPA	4,35	4,35	3.99
FS	0,00	00.00	0.36
Eau	2.07	1.96	1.96
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.11	0.11
Sable C	8.54	8.45	8.54
G3/8	2.65	2.65	2.65
G8/15	7.40	7.40	7.40
G15/25	0.00	0.00	0.00
Total	25.00	25.00	25.00

### III.2. Etude d'un béton ferme ( $D_{max}$ 25), S<sub>C</sub>

❖ **Projet- 2-** :  $D_{max}=25$ mm

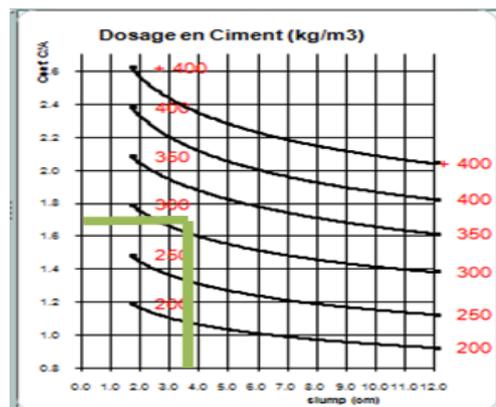
❖ Valeurs approximatives du coefficient granulaire G G= 0.45

❖ On a  $C/E = (34.5/0,5 * 48) + 0,5$  donc C/E=1,70

C= 400 +SUPRPLASTIFIANT kg/m<sup>3</sup>

#### III.2.1. Détermination dosage en ciment de béton ferme

On va utiliser l'Abaque de DREUX GORISSE Figure III.2 et la projection de rapport



$C/E=2.10$  et l'affaissement  $A=3.6$ cm. Sur l'Abaque on détermine le dosage en Ciment :

Figure III.3 : Abaque 2 indiquant approximativement le dosage en ciment ( $A=3.6$ cm), S<sub>C</sub>

#### III.2.1.1 Détermination dosage en eau de béton ferme ( $D_{max}$ 25mm)

Dépare le rapport  $C/E = 1,70$  et  $C=325$  kg/m<sup>3</sup>

Dosage en eau :

$$\text{Dosage en eau : } E=191,411/\text{m}^3$$

### III.2.1.2 Correction sur le dosage en eau de béton ferme :

Pour un mélange granulaire de diamètre,  $D_{\max}=25\text{mm}$  on va tirer la valeur de correction sur le dosage en eau selon le tableau III.3 de méthode de DREUX GORISSE.

❖  $D_{\max}=15\text{mm}$  donc la correction sur le dosage en eau en 0 %.

### III.2.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton ferme (béton témoin):

#### III.2.2.1 Détermination des points O, A, B :

**Point O** : Origine ( $x=\text{Tamis}$  ;  $y=\text{passant}$ )  $\longrightarrow$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B** : Extrémité ( $x = D_{\max}$  ;  $y=\text{Passant}$ )  $\longrightarrow$  (25 ; 100).

**Point A** : Brisure ( $x=D/2$ )(10.5 ; 57.98)  $\longrightarrow$

$$Y_A = 50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p$$

$Y_A$  : 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.

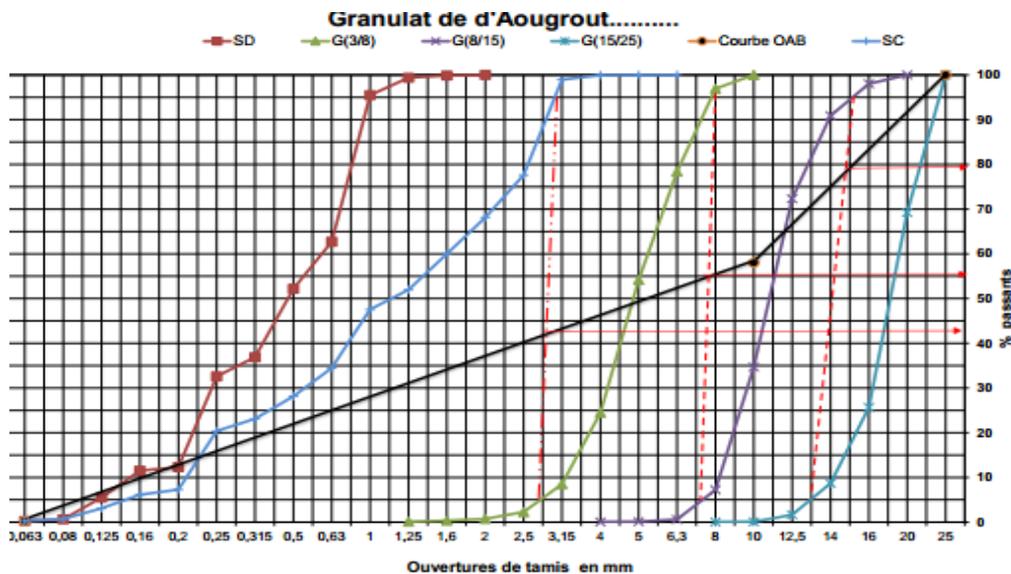


Figure III.4 : Courbe référence OAB. De béton ferme (A=3.6cm), SC

#### III.2.2.2 Pourcentage des sables et de graviers à secs de béton ferme

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

Tableau III.10 : pourcentage des granulats secs du Béton (A=3.6cm), S<sub>C</sub>

Granulats	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0,21	0,24	0,12	0,43

### III.2.3 Détermination valeurs du coefficient compacité $\gamma$ de béton ferme

Pour une consistance de béton ferme et Serrage vibration normale et  $D_{\max}$  granulats 25mm le coefficient Compacité  $\gamma = 0,805$  et Selon la méthode DREUX GORISSE ;

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

### III.2.4 Détermination le volume absolu des compositions solides de béton ferme

Volume total Absolu  $V_t = 1000 * \gamma = 805$  L

Volume absolu de ciment  $V_c = C / \gamma_c = 325 / 3.03 = 107.26$ , L

Volume absolu des granulats  $V_g = V_t - V_c = (805 - 107.26) = 697,74$  L

### III.2.5 Dosage pondéral des granulats de béton ferme

Tableau III.11 : Dosage pondéral des granulats en béton de (A=3.6cm), S<sub>C</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	996.41	107.26	3.03	325.00
Eau	/		191.41	1.00	191.41
Sable C	0.43		300.03	2.07	810.08
Gravier 3/8	0.12		83.73	2.75	230.25
Gravier 8/15	0.24		167.46	2.69	450.46
Gravier 15/25	0.21		146.53	2.68	392.69
Total	1		996.41		
Densité Théorique du Béton					2.400

Tableau III.12 : Dosages de la composition de  $1\text{m}^3$  du béton ferme ( $A=3.6\text{cm}$ ),  $S_C$ 

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cubiques 15x15 x15cm		
Composant	BT	Baj	Badd
Ciment CPA	3.39	3.39	3.11
FS	0,00	00.00	0.28
Eau	1.99	1.91	1.91
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.08	0.08
Sable C	8.44	8.44	8.44
G3/8	2.40	2.40	2.40
G8/15	4.69	4.69	4.69
G15/25	4.09	4.09	4.09
Total	25.00	25.00	25.00

### III.2.5.1 Détermination valeurs 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.4).

Pour une vibration normale et un dosage en ciment =325 et une forme des granulats concassé.

La valeur de coefficient correcteur  $K = 0$

### III.3 Etude d'un béton plastique en ( $D_{max} 15\text{mm}$ ), $S_C$

**Projet -3-**: ( $C/E=2,10$  ;  $G/S=1.27$  ;  $A= 7.5\text{cm}$ )

$C=400.00 \implies C=416.00$

$E=190.73 \implies E=198.36$

$\gamma = 0.795$

$V_s = 1000 \times \gamma$  volume total Absolu=795.00,  $V_c = C / \gamma$  c volume absolu ciment =137.29

$V_g = V_s - V_c$  volume absolu granulat = 657.71

### III.3.1 Détermination dosage en ciment de béton plastique

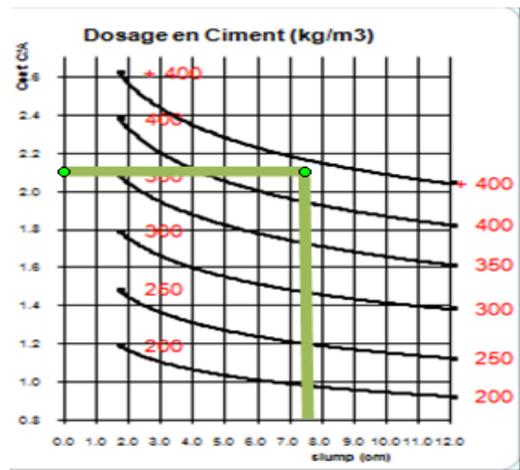


Figure III.5 : Abaque 3 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=7.5cm), SC

### III.3.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique

#### III.3.2.1 Détermination des points O, A, B:

**Point O** : Origine (x=Tamis ; y= passant)  $\implies$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B** : Extrémité (x = Dmax ; y=Passant)  $\implies$  (15 ; 100). **Point A** : Brisure (x=D/2 ) (7.5 ; 58.11)

$$Y_A = 50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p$$

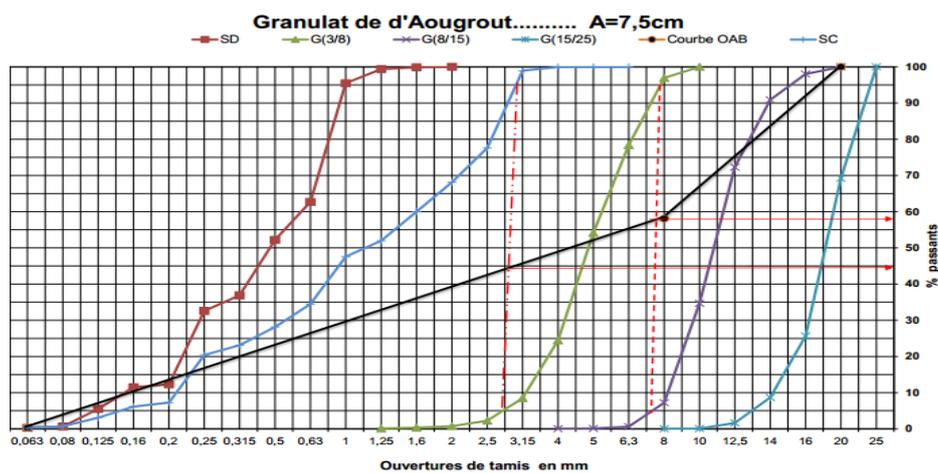


Figure III.6 : Courbe de référence OAB. De béton ferme (A=7.5cm), SC

Tableau III.13 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=3.6cm), S<sub>C</sub>

Granulats	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.00	0.42	0.14	0.44

Tableau III.14 : Dosage pondéral des granulats du béton témoinen (A=3.6cm), S<sub>C</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	993.36	137.29	3.03	416.00
Eau	/		198.36	1.00	198.36
Sable Concassé	0.44		289.39	2.70	781.36
Gravier 3/8	0.14		92.08	2.75	253.22
Gravier 8/15	0.42		276.24	2.69	743.08
Gravier 15/25	0.00		0.00	2.68	0.00
Total	1		993.36		2392.01
Densité Théorique du Béton					2.39

Tableau III.15 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton ferme (A=7.5cm), S<sub>C</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cylindrique 15x1x15cm		
Composant	BT	Baj	Badd
Ciment CPA	4.35	4.35	3.99
FS	0,00	00.00	0.36
Eau	2.07	1.96	1.96
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.08	0.08
Sable C	8.17	8.17	8.17
G3/8	2.65	2.65	2.65
G8/15	7.77	7.77	7.77
G15/25	0.00	0.00	0.00
Total	25.00	25.00	25.00

#### III.4 Etude d'un béton plastique en ( $D_{max} 25$ ), S<sub>C</sub>

**Projet -4-** : (C/E=1.94 ; G/S=1.38 ; A= 7.5cm).

$$C=400.00 \quad \Longrightarrow \quad C=400.00$$

$$E=206.45 \quad \Longrightarrow \quad E=206.45$$

$$\gamma = 0.805$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total Absolu} = 805.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment} = 132.01$$

$$V_g = V_s - V_c \quad \text{volume absolu granulat} = 672.99$$

**III.4.1 Détermination dosage en ciment de béton plastique**

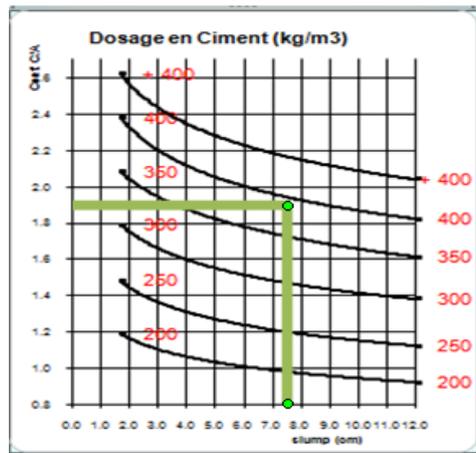


Figure III.7 : Abaque 4 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=7.5cm),  $S_C$

**III.4.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique:**

**III.4.2.1 Détermination des points O, A, B :**

**Point O :** Origine (x=Tamis ; y= passant)  $\longrightarrow$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B :** Extrémité (x = Dmax ; y=Passant)  $\longrightarrow$  (25 ; 100).

**Point A :** Brisure (x=D/2)  $\longrightarrow$  (10.5 ; 56.98)

$$Y_A = 50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p$$

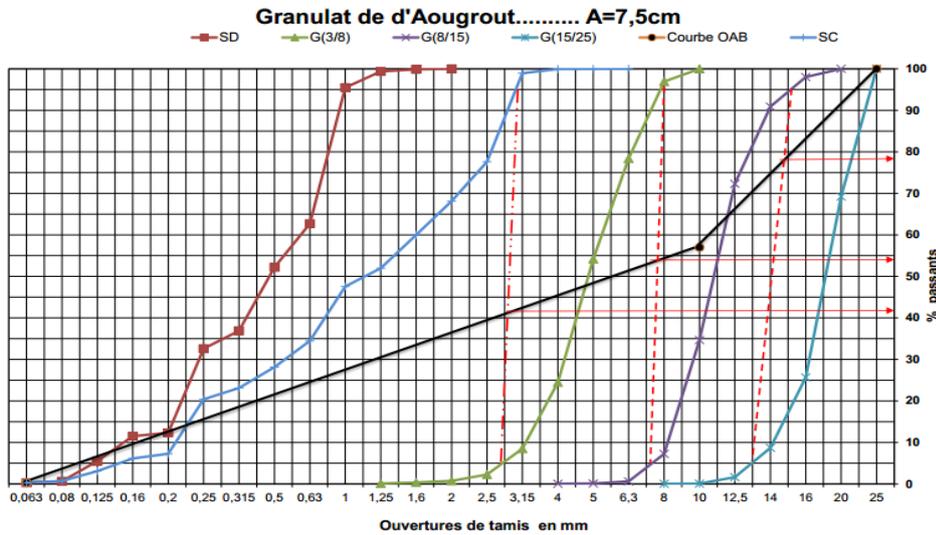


Figure III.8 : Courbe de référence OAB de béton ferme (A=7.5cm),  $S_C$

Tableau III.16 : Pourcentage des granulats sec du Béton en (A=7.5cm),  $S_C$

Granulats	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.22	0.24	0.12	0.42

Tableau III.17 : Dosage pondéral des granulats en béton témoin ( $A=7.5\text{cm}$ ),  $S_C$ 

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique ( $\text{kg/m}^3$ )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	1011.45	132.01	3.03	400.00
Eau	/		206.45	1.00	206.45
Sable Concassé	0.42		282.65	2.70	763.17
Gravier 3/8	0.12		80.76	2.75	222.09
Gravier 8/15	0.24		161.52	2.69	434.48
Gravier 15/25	0.22		148.06	2.68	396.73
Total	1		1011.45		2423
Densité Théorique du Béton					2.42

Tableau III.18 : Dosages de la composition de  $1\text{m}^3$  du béton ferme ( $A=7.5\text{cm}$ ),  $S_C$ 

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cylindrique 15x1x15cm		
	BT	Baj	Badd
Composant			
Ciment CPA	4.13	4.13	3.79
FS	0,00	00.00	0.34
Eau	2.13	2.03	2.03
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.10	0.10
Sable C	7.87	7.87	7.87
G3/8	2.29	2.29	2.29
G8/15	4.48	4.48	4.48
G15/25	4.09	4.09	4.09
Total	25.00	25.00	25.00

### III.5 Etude d'un béton très plastique ( $D_{\text{max}} 15\text{mm}$ ), $S_C$

**Projet -5-** : ( $C/E=2.10$  ;  $G/S=1.38$  ;  $A= 11.5\text{cm}$ ).

$$C=400.00 \longrightarrow C=416.00$$

$$E=190.73 \longrightarrow E=198.36$$

$$\gamma = 0.795$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total absolu} = 795.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment} = 137.29$$

$$V_g = V_s - V_c \quad \text{volume absolu granulat} = 657.71$$

**III.5.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique**

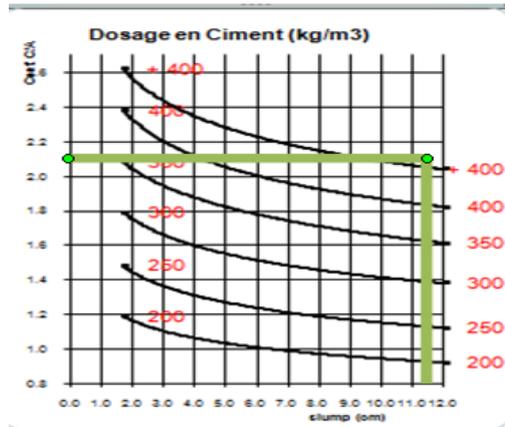


Figure III.9 : Abaque 5 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=11.5cm),  $S_c$

**III.5.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton très plastique**

**III.5.2.1 Détermination des points O, A, B :**

**Point O :** Origine (x=Tamis ; y= passant)  $\Rightarrow$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B :** Extrémité (x = Dmax ; y=Passant)  $\Rightarrow$  (15 ; 100).

**Point A :** Brisure (x=D/2)(7.5 ; 54.11)  $\Rightarrow$

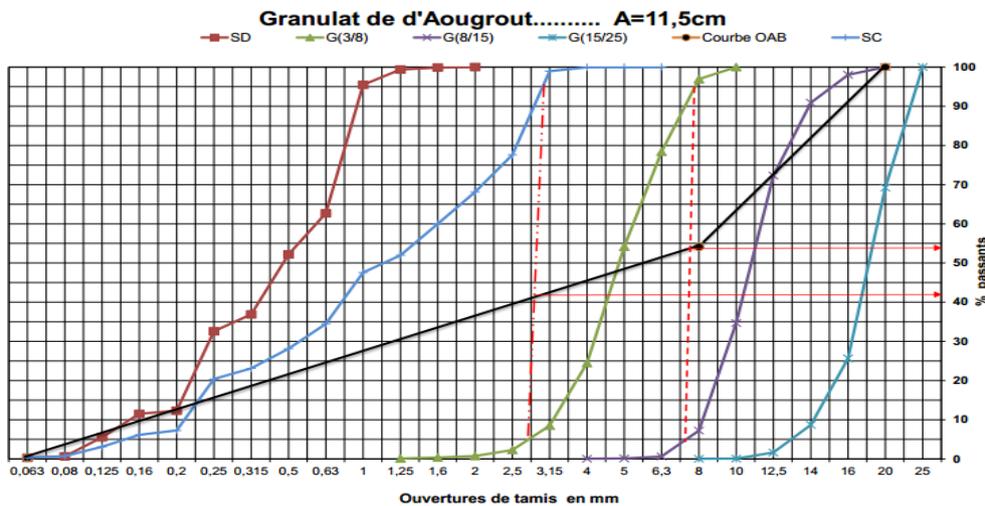


Figure III.10: Courbe de référence OAB de béton ferme(A11.5cm),  $S_c$

Tableau III.19 : Pourcentage des granulats sec du Béton en (A=11.5cm),  $S_c$

Granulats	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.00	0.46	0.12	0.42

Tableau III.20 : Dosage pondéral des granulats dans le béton témoin (A=11.5cm), S<sub>C</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	993.36	137.29	3.03	416.00
Eau	/		198.36	1.00	198.36
Sable Concassé	0.42		276.24	2.70	745.84
Gravier 3/8	0.12		78.92	2.75	217.04
Gravier 8/15	0.46		302.54	2.69	813.85
Gravier 15/25	0.00		0.00	2.68	0.00
Total	1		993.36		2391.09
Densité Théorique du Béton					2.39

Tableau III.21 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton très plastique (A=11.5cm), S<sub>C</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cylindrique 15x1x15cm		
	BT	Baj	Badd
Composant			
Ciment CPA	4.35	4.35	3.99
FS	0,00	00.00	0.36
Eau	2.07	2.07	2.07
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.11	0.11
Sable C	7.80	7.80	7.80
G3/8	2.27	2.27	2.27
G8/15	8.51	8.51	8.51
G15/25	0.00	0.00	0.00
Total	25.00	25.00	25.00

### III.6 Etude d'un béton très plastique ( $D_{max}=25mm$ ), S<sub>C</sub>

**Projet -6-** : (C/E=1.94 ; G/S=1.5 ; A= 11.5cm).

$$C=400.00 \quad \Longrightarrow \quad C=400.00$$

$$E=206.45 \quad \Longrightarrow \quad E=206.45$$

$$\gamma = 0.805$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total Absolu} = 805.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment} = 132.01$$

$$V_g = V_s - V_c \quad \text{volume absolu granulat} = 672.99$$

**III.6.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique**

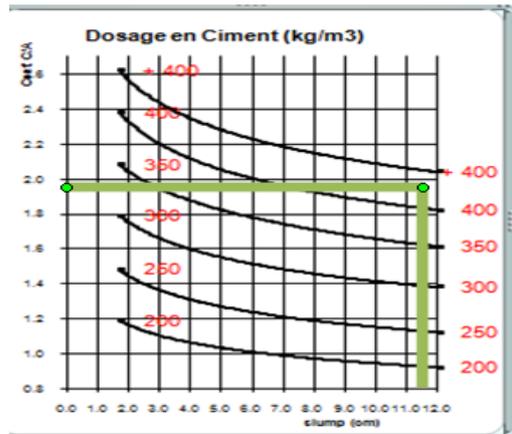


Figure III.11 : Abaque 6 indiquant approximativement le dosage en ciment (A=11.5cm), S<sub>C</sub>

**III.6.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton très plastique :**

**III.6.2.1 Détermination des points O, A, B :**

**Point O :** Origine (x=Tamisé ; y= passant)  $\implies$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B :** Extrémité (x = Dmax ; y=Passant)  $\implies$  (25 ; 100).

**Point A:** Brisure (x=D/2 (10.5; 54.94)  $\implies$

$$Y_A = 50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p$$

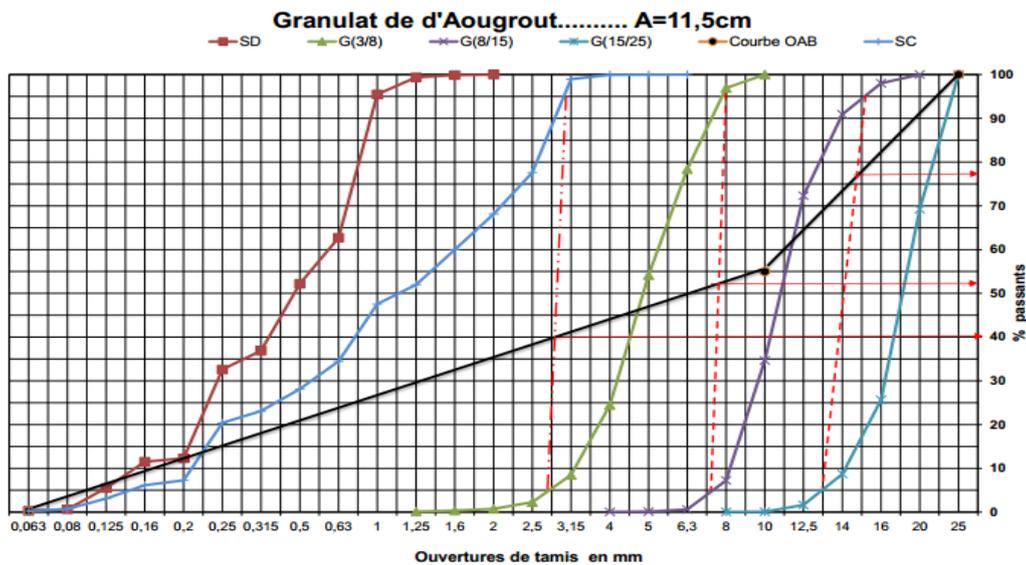


Figure III.12: Courbe de référence OAB de béton ferme (A=11.5cm), SC

Tableau III.22 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=11.5cm, S<sub>C</sub>)

Granulats	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.22	0.26	0.12	0.40

Tableau III.23 : Dosage pondéral des granulats en béton témoin en (A=11.5cm), S<sub>C</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	1011.45	132.01	3.03	400.00
Eau	/		206.45	1.00	206.45
Sable Concassé	0.40		269.19	2.70	726.83
Gravier 3/8	0.12		80.76	2.75	222.09
Gravier 8/15	0.26		174.98	2.69	470.69
Gravier 15/25	0.22		148.06	2.68	396.79
Total	1		1011.45		
Densité Théorique du Béton					2.42

Tableau III.24 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton très-plastique (A=11.5cm), S<sub>C</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cylindrique 15x15x15cm		
	BT	Baj	Badd
Composant			
Ciment CPA	4.13	4.13	3.79
FS	0,00	00.00	0.34
Eau	2.13	2.03	2.03
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.10	0.10
Sable C	7.50	7.50	7.50
G3/8	2.29	2.29	2.29
G8/15	4.86	4.86	4.86
G15/25	4.09	4.09	4.09
Totale	25.00	25.00	25.00

**III.7 Etude d'un béton ferme en ( $D_{max}= 15mm$ ),  $S_D$** 

**Projet -7-** : (C/E=2,10, G/S= 1.94, A= 3.6cm).

Tableau III.25 : Données de bases pour la formulation du béton en (A=3,5cm),  $S_D$

Données de base	Description (valeur)	Observation
Résistance recherchée à 28 j	40.25 MPa	Souhaitée
Serrage	vibration normale (courante).	Souhaitée
La classe vraie du ciment	$\sigma'_{c28}=48$ MPa (Ciment STG)	Déterminée
Ouvrabilité	Affaissement A= 3,6 cm	béton ferme
Dimension maximale de granulat	D= 25 mm ( $\sqrt{D} = 5$ mm)	Calculée
Forme des granulats	Granulats concassés et roulés	Constatée
MF	2.14	Calculée
Ciment	Mv=3.03 g/MI	Déterminée
Qualité des granulats	Bonne (courante)	Déterminée
Sable dune	Mv =2,5 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée
Gravier 3/8(AOUGROUTE)	Mv =2,75 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée
Gravier 8/15(AOUGROUTE)	Mv =2,69 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée
Gravier 15/25(AOUGROUTE)	Mv =2,68 g/cm <sup>3</sup>	Déterminée

**III.7.1 Détermination dosage en ciment et en eau de béton ferme :****III.7.1.1 Détermination du rapport C/E de béton ferme**

Pour déterminer le dosage en rapport C / E on applique la formule de BOLOMEY :

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

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

On va tirer la valeur de coefficient granulaire selon méthode de DREUX GORISSE suivant le tableau (Voir le tableau2.ANNXE 1)

Déterminer le coefficient granulaire

$$G=0.45$$

$$C/E = (40,25/0,5 \cdot 48) + 0,5 \quad \text{donc}$$

$$C/E=2,10$$

**III.7.1.2 Détermination du dosage en ciment de béton ferme**

On va utiliser l'Abaque méthode de DREUX GORISSE Figure III.7et la projection de rapport C/E=2.10et A=3,6cm. Sur l'Abaque on va déterminer le dosage en ciment.

$$\text{Dosage en ciment : } C= 400\text{kg/m}^3$$

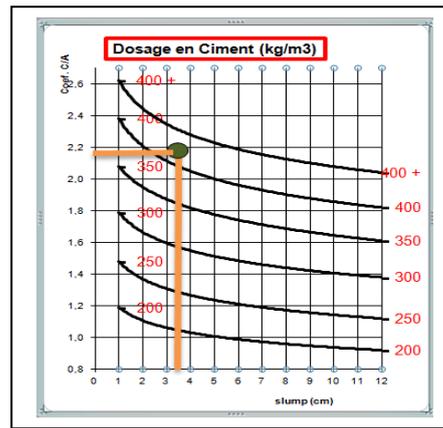


Figure III.13 : Abaque 7 indiquant approximativement le dosage en ciment.  
( $A=3,6\text{cm}$ ),  $S_D$

### III.7.1.3. Détermination du dosage en eau de béton ferme :

Dépare le rapport  $C/E = 2,10$  et  $C=400 \text{ kg/m}^3$

Dosage en eau :  $E = C/2,10 = 190.73 \text{ l/m}^3$

Dosage en eau :  $E = 190.73 \text{ l/m}^3$

### III.7.2 Correction sur le dosage en eau de béton ferme

Pour un mélange granulaire de diamètre,  $D_{\max}=15\text{mm}$  on va tirer la valeur de correction sur le dosage en eau selon méthode de DREUX GORISSE

(Voir le tableau 3. ANNEXE 1)

❖  $D_{\max}=15\text{mm}$  donc la correction sur le dosage en eau = 0%.

### III.7.3 Dosage en pourcentage des granulats de béton ferme :

#### III.7.3.1 Détermination des points O, A, B :

Point O :  $\longrightarrow$  O (0.063 ; 0.28).

Point B :  $\longrightarrow$  B (15 ; 100).

Point A :  $\longrightarrow$  A (7.5 ; 50.98).

**III.7.3.2 Tracé la courbe de référence OAB de béton ferme en (sable de dune) :**

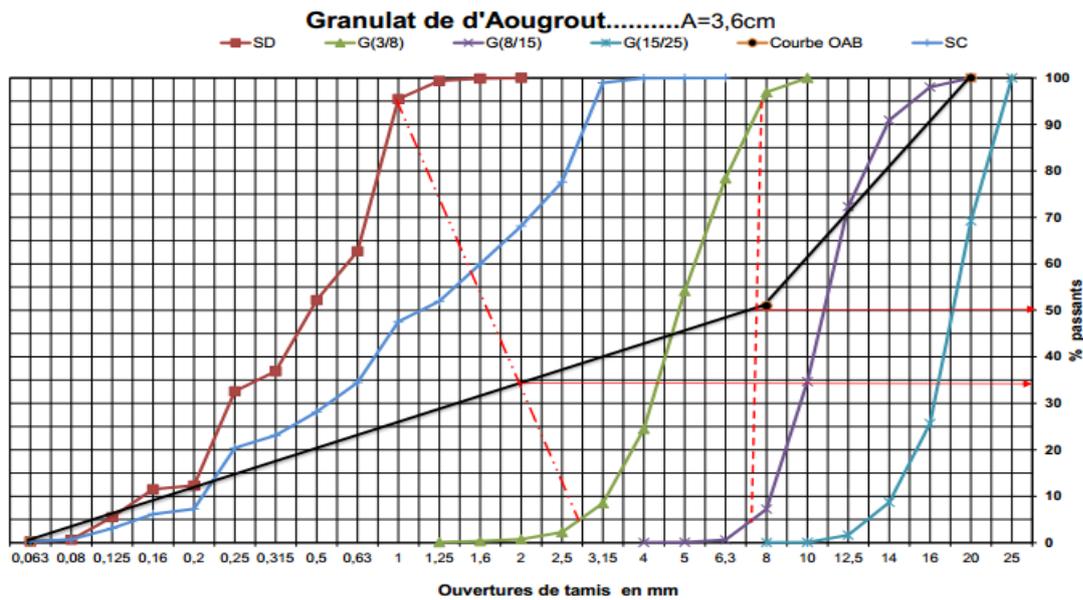


Figure III.14 : Courbe de référence OAB de béton ferme (A =3,6cm), S<sub>D</sub>

**III.7.3.3 Pourcentage des sables et de graviers à secs de béton ferme:**

À partir de la courbe analytique granulaire référence, nous avons déterminé le pourcentage de chaque composant des granulats.

Tableau III.26 : Pourcentage des granulats sec du Béton en (A=3,5cm), S<sub>D</sub>

Granulâtes	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S D
Pourcentage %	0,00	0,50	0,16	0,34

**III.7.4 Détermination des valeurs du coefficient de compositions de béton ferme □**

On va tirer les valeurs du coefficient de compacité de mélange sec selon la méthode DREUX GORISSE (Voir le tableau 5. ANNEXE 1)

-Pour une consistance de béton ferme et Serrage vibration normale et  $20\text{mm} \leq D_{\text{max}} \leq 31,5\text{mm}$  le coefficient Compacité  $\gamma = 0,815$

**III.7.5 Détermination du volume absolu des compositions solides de béton ferme**

Volume total Absolu  $V_t = 1000 \cdot \gamma = 815 \text{ L}$

Volume absolu de ciment  $V_c = C / \gamma_c = 400/3 = 137,29 \text{ L}$

Volume absolu des granulats  $V_g = V_t - V_c = 677,71 \text{ L}$

**III.7.6 Dosage pondéral des granulats de béton ferme**Tableau III.27 : Pourcentage des granulats sec du béton en (A=3,6cm), S<sub>D</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	1013.36	137.29	3.03	416.00
Eau	/		198.36	1.00	198.36
Sable Concassé	0.34		230.42	2.70	576.05
Gravier 3/8	0.16		108.43	2.75	298.19
Gravier 8/15	0.50		338.85	2.69	0.00
Gravier 15/25	0.00		0.00	2.68	396.79
Total	1		1013.36		
Densité Théorique du Béton					2.40

Tableau III.28 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton ferme (A=3.6cm), S<sub>D</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cubiques 15x15 x15cm		
	BT	Baj	Badd
Composant			
Ciment CPA	4.33	4.33	3.98
FS	0,00	00.00	0.36
Eau	2.07	1.96	1.96
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.11	0.11
Sable C	6.00	6.00	6.00
G3/8	3.11	3.11	3.11
G8/15	9.49	9.49	9.49
G15/25	0.00	0.00	0.00
Total	25.00	25.00	25.00

**III.8 Etude d'un béton ferme (D<sub>max</sub>25mm), S<sub>D</sub>**

**Projet -8-** : (C/E=1.70 ; G/S=2.125 ; A= 3.6cm).

$$C=325.00 \longrightarrow C=325.00$$

$$E=191.41 \longrightarrow E=191.41$$

$$\gamma = 0.825$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total Absolu} = 825.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment} = 107.26$$

$$V_g = V_s - V_c \quad \text{volume absolu granulat} = 717.74$$

**III.8.1 Détermination dosage en ciment de béton ferme**

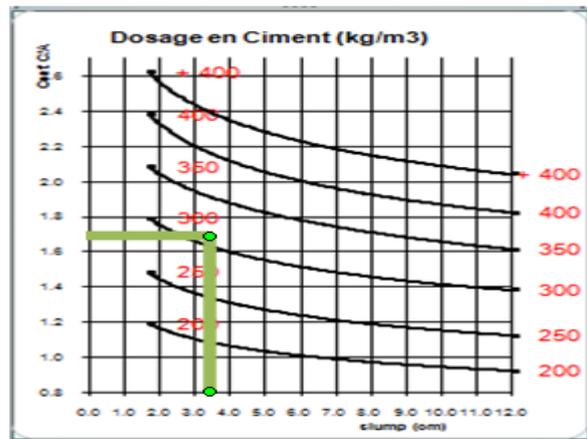


Figure III.15 : Abaque 8 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm),  $S_D$

**III.8.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton ferme :**

**III.8.2.1 Détermination des points O, A, B :**

**Point O :** Origine (x=Tamis ; y= passant)  $\Rightarrow$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B :** Extrémité (x = Dmax ; y=Passant)  $\Rightarrow$  (25 ; 100).

**Point A:** Brisure (x=D/2) (10.5 ; 48.86)  $\Rightarrow$

$$Y_A = 50 - \sqrt{D} + k + k_s + k_p$$

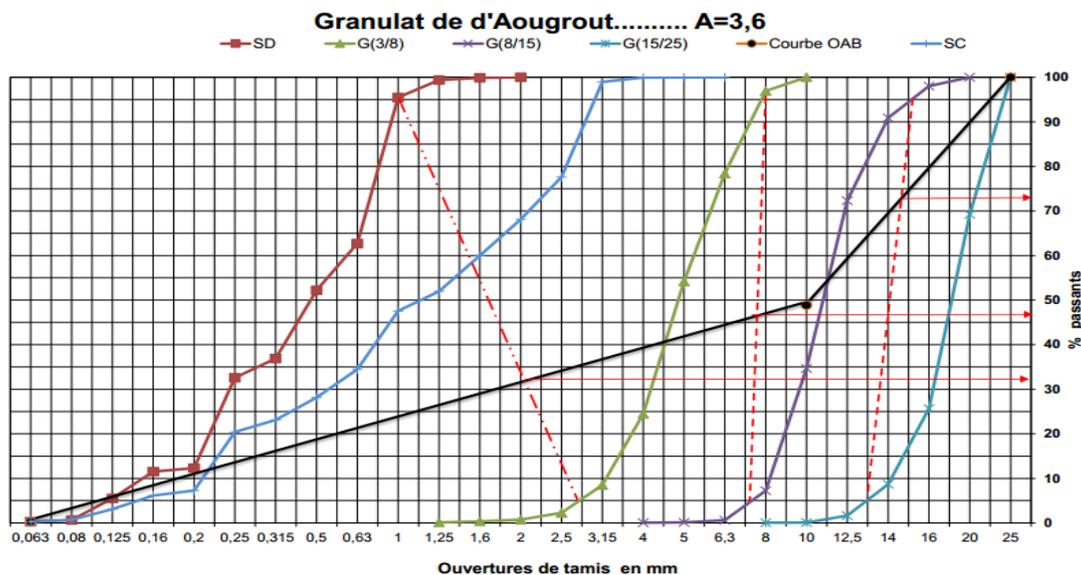


Figure III.16 : Courbe de référence OAB de béton ferme (A =3,6cm),  $S_D$

Tableau III.29 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=3.6cm), S<sub>D</sub>

Granulats	G 18/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.27	0.26	0.15	0.32

Tableau III.30 : Dosage pondéral des granulats en béton témoin en (A=3.6cm), S<sub>D</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	1016.41	107.26	3.03	325.00
Eau	/		191.41	1.00	191.41
Sable dune	0.32		229.68	2.70	574.19
Gravier 3/8	0.15		107.66	2.75	196.07
Gravier 8/15	0.26		186.61	2.69	501.99
Gravier 15/25	0.27		193.79	2.68	519.36
Total	1		1016.41		
Densité Théorique du Béton					2.40

Tableau III.31 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton ferme (A=3.6cm), S<sub>D</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cylindrique 15x15x15cm		
Composant	BT	Baj	Badd
Ciment CPA	3.37	3.37	3.10
FS	0,00	00.00	0.28
Eau	1.99	1.90	1.90
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.08	0.08
Sable D	5.96	5.96	5.96
G3/8	3.07	3.07	3.07
G8/15	5.21	5.21	5.21
G15/25	5.39	5.39	5.39
Total	25.00	25.00	25.00

### III.9 Etude d'un béton plastique (D<sub>max</sub>15mm), S<sub>D</sub>

**Projet -9-** : (C/E=2.10 ; G/S=2.03 ; A= 7.5cm).

$$C=400.00 \longrightarrow C=416.00$$

$$E=190.73 \longrightarrow E=198.36$$

$$\gamma = 0.815$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total Absolu}=815.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment}=137.29$$

$V_g = V_s - V_c$  volume absolu granulat = 677.71

**III.9.1 Détermination dosage en ciment de béton plastique**

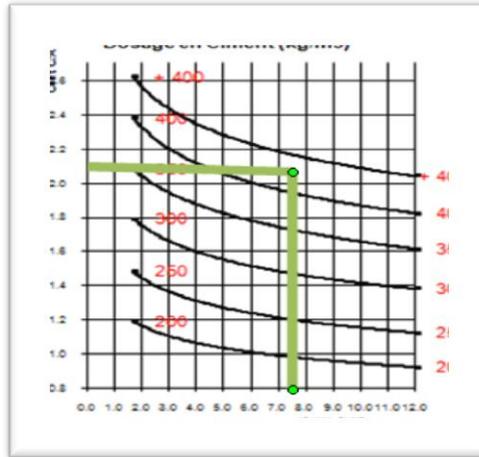


Figure III.17 : Abaque 9 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=7.5cm) ,  $S_D$

**III.9.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique :**

**III.9.2.1 Détermination des points O, A, B :**

**Point O :** Origine (x=Tamis ; y= passant)  $\implies$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B :** Extrémité (x = Dmax ; y=Passant)  $\implies$  (15 ; 100).

**Point A :** Brisure (x=D/2) (7.5  $\implies$  )

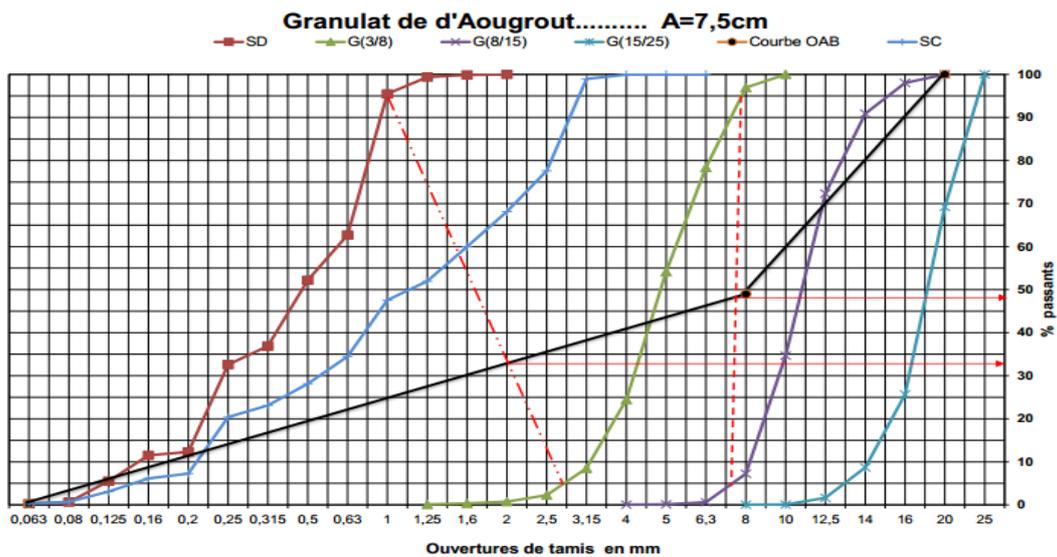


Figure III.18 : Courbe de référence OAB de béton plastique (A =7.5cm),  $S_D$

Tableau III.29 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=7.5cm), S<sub>D</sub>

Granulats	G 15/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.00	0.52	0.15	0.33

Tableau III.30 : Dosage pondéral des granulats en béton plastique en (A=7.5cm), S<sub>D</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	1016.41	137.29	3.03	416.00
Eau	/		198.36	1.00	198.36
Sable dune	0.33		223.64	2.70	559.11
Gravier 3/8	0.15		101.66	2.75	279.55
Gravier 8/15	0.52		352.41	2.69	947.98
Gravier 15/25	0.00		00.0	2.68	0.00
Total	1			1013.36	
Densité Théorique du Béton					2.40

Tableau III.31 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton plastique (A=7.5cm), S<sub>D</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cubiques 15x15 x15cm		
	BT	Baj	Badd
Composant			
Ciment CPA	3.33	3.33	3.97
FS	0,00	00.00	0.36
Eau	2.07	1.96	1.96
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.11	0.11
Sable D	5.82	5.82	5.82
G3/8	2.91	2.91	2.91
G8/15	9.87	9.87	9.87
G15/25	00.0	00.0	00.0
Total	25.00	25.00	25.00

### III.10 Etude d'un béton plastique (D<sub>max</sub>=25mm), S<sub>D</sub>

**Projet -10-** :(C/E=1.94 ; G/S=2.22 ; A= 7.5cm).

$$C=400.00 \longrightarrow C=400.00$$

$$E=206.45 \longrightarrow E=206.45$$

$$\gamma = 0.825$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total Absolu}=825.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment}=132.01$$

$$V_g = V_s - V_c \quad \text{volume absolu granulat} = 692.99$$

**III.10.1 Détermination dosage en ciment de béton plastique**

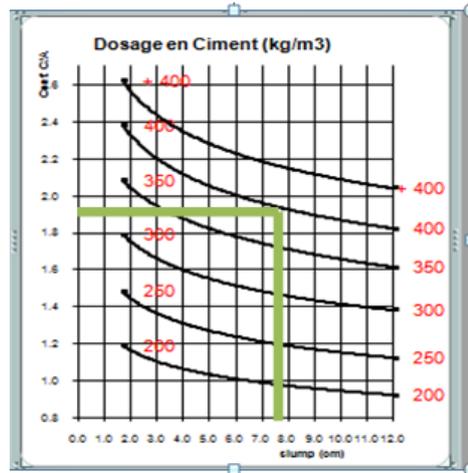


Figure III.19: Abaque 10 indiquant approximativement le dosage en ciment. ( $A=7.5\text{cm}$ ),  $S_D$

**III.10.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton plastique :**

**III.10.2.1 Détermination des points O, A, B :**

**Point O :** Origine ( $x=\text{Tamisé}$  ;  $y=\text{passant}$ )  $\implies$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B :** Extrémité ( $x = D_{\text{max}}$  ;  $y=\text{Passant}$ )  $\implies$  (25 ; 100).

**Point A :** Brisure ( $x=D/2$ ) (8 ; 50.98)  $\implies$

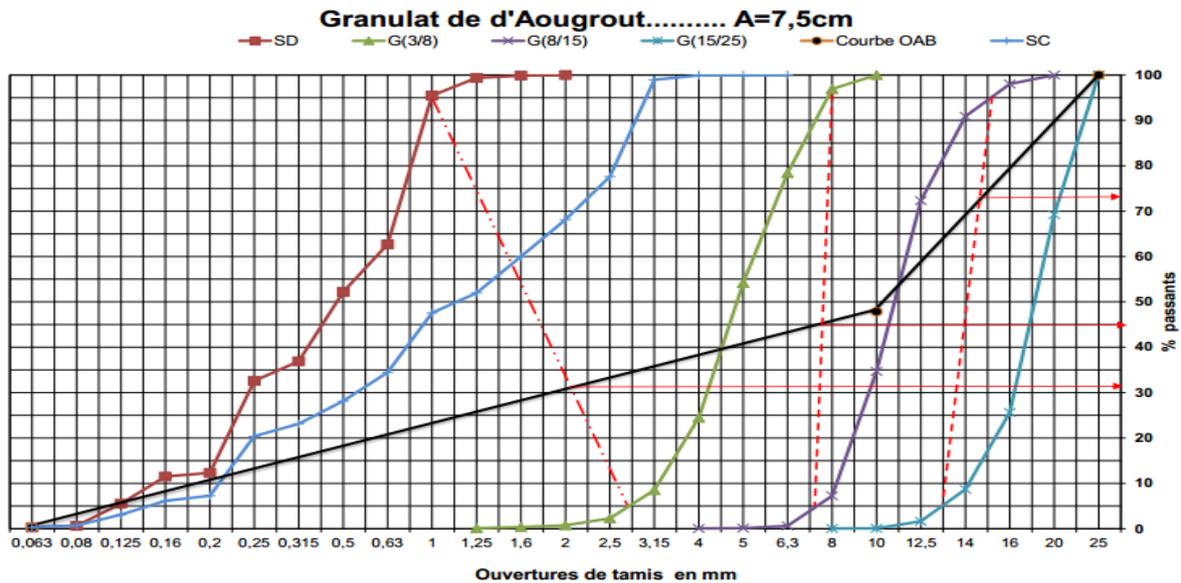


Figure III.20 : Courbe de référence OAB de béton plastique ( $A = 7.5\text{cm}$ ),  $S_D$

Tableau III.29 : Pourcentage des granulats secs du Béton en ( $A=7.5\text{cm}$ ),  $S_D$

Granulats	G 15/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.27	0.28	0.14	0.31

Tableau III.30 : Dosage pondéral des granulats en béton plastique en (A=7.5cm), S<sub>D</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	1031.45	132.00	3.03	400.00
Eau	/		206.45	1.00	206.45
Sable dune	0.31		214.83	2.50	537.06
Gravier 3/8	0.14		97.02	2.75	266.80
Gravier 8/15	0.28		194.04	2.69	521.96
Gravier 15/25	0.27		187.11	2.68	501.45
Total	1			1031.45	
Densité Théorique du Béton					2.43

Tableau III.31 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton plastique (A=7.5cm), S<sub>D</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cubiques 15x15x15cm		
	BT	Baj	Badd
Composant			
Ciment CPA	4.11	4.11	3.77
FS	0,00	00.00	0.34
Eau	2.12	2.02	2.02
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.10	0.10
Sable D	5.52	5.52	5.52
G3/8	2.74	2.74	2.74
G8/15	5.36	5.36	5.36
G15/25	5.15	5.15	5.15
Total	25.00	25.00	25.00

### III.11 Etude d'un béton très-plastique ( $D_{max}15mm$ ), S<sub>D</sub>

**Projet -11-** :(C/E=2.10 ; G/S=2.25 ; A= 11.5cm).

$$C=400.00 \longrightarrow C=416.00$$

$$E=190.73 \longrightarrow E=198.36$$

$$\gamma = 0.815$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total Absolu}=815.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment}=137.29$$

$$V_g = V_s - V_c \quad \text{volume absolu granulat} = 677.71$$

**III.11.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique**

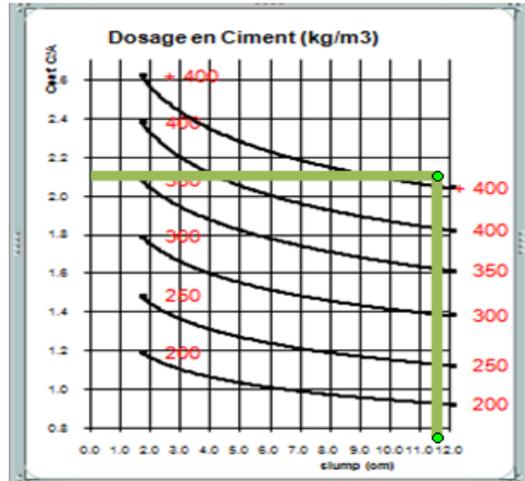


Figure III.21 : Abaque 11 indiquant approximativement le dosage en ciment. ( $A=11.5\text{cm}$ ),  $S_D$

**III.11.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton très-plastique:**

**III.11.2.1 Détermination des points O, A, B:**

**Point O:** Origine ( $x=\text{Tamais}$  ;  $y=\text{passant}$ )  $\implies$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B:** Extrémité ( $x = D_{\text{max}}$  ;  $y=\text{Passant}$ )  $\implies$  (15 ; 100).

**Point A :** Brisure ( $x=D/2$ ) (7.5 ; 44.98).

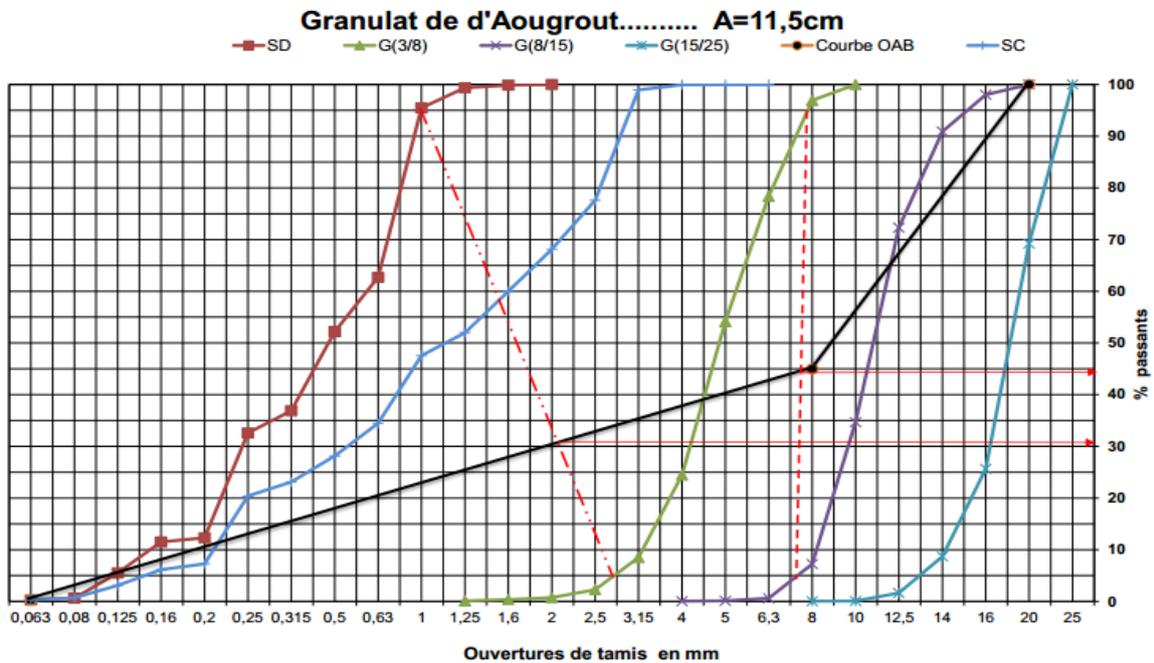


Figure III.22 : Courbe de référence OAB de béton très-plastique ( $A = 11.5\text{cm}$ ),  $S_D$

Tableau III.29 : Pourcentage des granulats secs du Béton en (A=3.6cm), S<sub>D</sub>

Granulats	G 15/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.00	0.56	0.14	0.31

Tableau III.30 : Dosage pondéral des granulats en béton plastique en (A=11.5cm), S<sub>D</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment	/	1013.36	137.29	3.03	416.00
Eau	/		198.36	1.00	198.36
Sable dune	0.31		206.70	2.50	516.76
Gravier 3/8	0.14		91.49	2.75	251.61
Gravier 8/15	0.56		379.52	2.69	1020.90
Gravier 15/25	0.00		0.00	2.68	0.00
Total	1			1013.36	
Densité Théorique du Béton					2.40

Tableau III.31 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton très-plastique (A=11.5cm), S<sub>D</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvette cubiques 15x15x15cm		
Composant	BT	Baj	Badd
Ciment CPA	4.33	4.33	3.97
FS	0,00	00.00	0.36
Eau	2.06	2.06	2.06
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.11	0.11
Sable D	5.37	5.37	5.37
G3/8	2.62	2.62	2.62
G8/15	10.62	10.62	10.62
G15/25	0.00	0.00	0.00
Total	25.00	25.00	25.00

### III.12 Etude d'un béton très-plastique (D<sub>max</sub> 25), SD

Projet -12- :(C/E=1.94 ; G/S=2.33 ; A= 11.5cm).

$$C=400.00 \implies C=400.00$$

$$E=206.45 \implies E=206.45$$

$$\gamma = 0.825$$

$$V_s = 1000 \times \gamma \quad \text{volume total Absolu}=825.00, \quad V_c = C / \gamma \quad \text{Volume Absolu Ciment} =132.01$$

$$V_g = V_s - V_c \quad \text{volume absolu granulat} = 692.99$$

**III.12.1 Détermination dosage en ciment de béton très plastique**

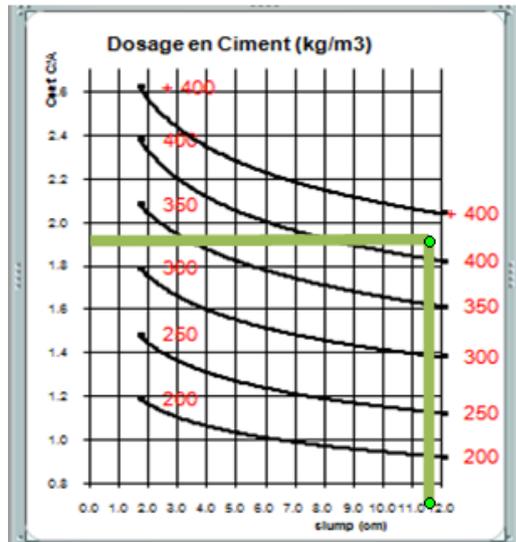


Figure III.23: Abaque 12 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=11.5cm), S<sub>D</sub>

**III.12.2 Dosage en pourcentage des granulats de béton très plastique :**

**III.12.2.1 Détermination des points O, A, B :**

**Point O** : Origine (x=Tamis ; y= passant)  $\Rightarrow$  O (0.063 ; 0.28).

**Point B** : Extrémité (x = Dmax ; y=Passant)  $\Rightarrow$  (25 ; 100).

**Point A** : Brisure (x=D/2)  $\Rightarrow$  (11,5 ; 40).

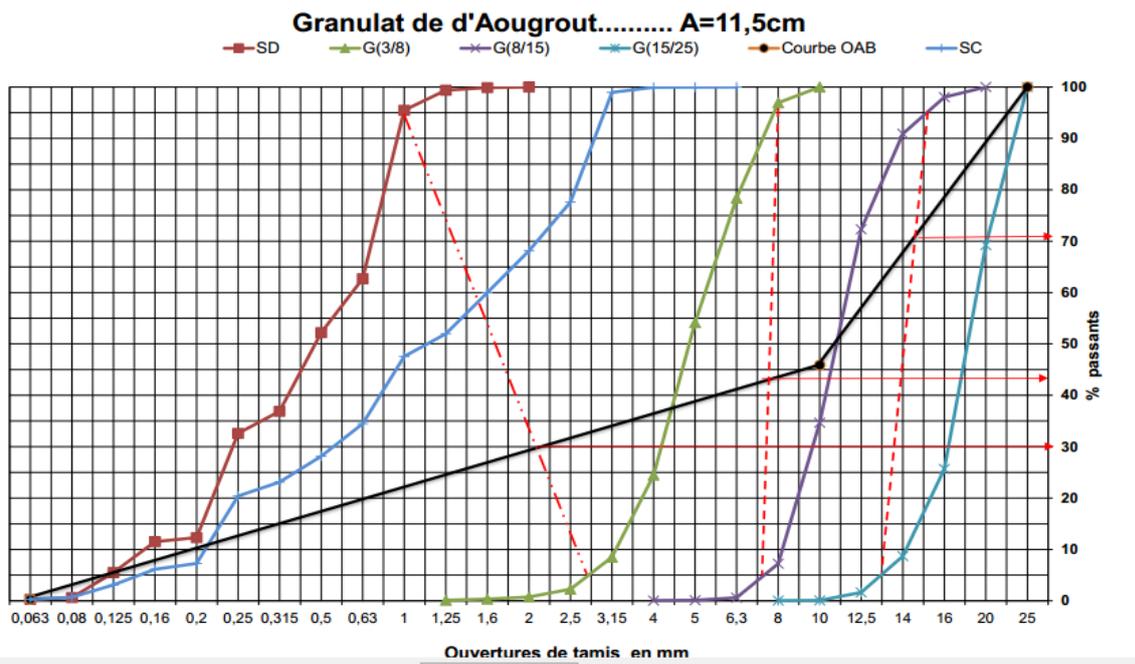


Figure III.24 : Courbe de référence OAB de béton très-plastique (, A = 11.5cm), S<sub>D</sub>

Tableau III.32 : Pourcentage des granulats secs du Béton ( A=11.5cm) , S<sub>D</sub>

Granulats	G 15/25	G 8/15	G 3/8	S C
Pourcentage %	0.29	0.28	0.13	0.30

Tableau III.33 : Dosage pondéral des granulats en béton très-plastique en (A=11.5cm), S<sub>D</sub>

Désignation des granulats	VG (%)	Volume total de Granulat (l)	Volume de classe (l)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Dosage de classe granulaire (kg)	
Ciment	/	1031.45	132.01	3.03	416.00	
Eau	/		206.45	1.00	206.45	
Sable dune	0.30		207.90	2.50	519.74	
Gravier 3/8	0.13		90.09	2.75	247.74	
Gravier 8/15	0.28		194.04	2.69	521.96	
Gravier 15/25	0.29		200.97	2.68	538.59	
Total	1		1031.45			2434
Densité Théorique du Béton					2.43	

Tableau III.31 : Dosages de la composition de 1m<sup>3</sup> du béton très-plastique (A=11.5cm), S<sub>D</sub>

Série	Masse kg de laboratoire éprouvettes cubiques 15x15x15cm		
Composant	BT	Baj	Badd
Ciment CPA	4.11	4.11	3.77
FS	0.00	0.00	0.34
Eau	2.12	2.02	2.02
Adjuvant super-plastifiant	0.00	0.10	0.10
Sable D	5.34	5.34	5.34
G3/8	2.54	2.54	2.54
G8/15	5.36	5.36	5.36
G15/25	5.53	5.53	5.53
Total	25.00	25.00	25.00

## Conclusion

Dans cette partie, nous allons présenter étude formulation de béton théoriquement pour un objectif .il utilise un béton avec une résistance souhaité pour avoir un béton résistant et ouvrabilité souhaité pour un mise en œuvre .ces paramètre donnent béton il a meme résistance chaque projet il à même ouvrabilité

Dans cette étude utilise un méthode simplifie( méthode DROUX-GORISSR) pour déterminer les dosage des granulats , grossier et moyenne en fonction de dimension  $D_{max}$  ,en réalisation des ouvrage massif utilise dimension  $D_{max}$  25mm et  $D_{max}$  15mm utilise en des éléments secondaire (poutrelle ,poutre) .étude de béton avec sable de dune et concassé en 36 béton avec de 12 projet chaque projet se compose de 3 béton est changé l'un des paramètres ( $D_{max}$  gravier 15 et ;25mm) théoriquement et l'ouvrabilité , les sables  $S_C$  , $S_D$ .

# **Chapitre IV:**

## **Résultats de l'état frais et durci**

#### ***IV. Introduction***

Dans ce chapitre , nous avons entamé les travaux expérimentaux concernant l'application des études théorique de la formulation de bétons, ainsi nous présentons les résultats et interprétations de ces bétons à l'état frais et l'état durci, vu le nombre important des compositions, on classe ces bétons selon douze projets tel que l'ouvrabilité, la dimension maximale, et l'utilisation de sables (de dune et concassé), et chaque projet contient trois bétons et un témoin, et le deuxième adjuvante, et pour une amélioration de comportement mécanique, nous avons utilisé la fumée de silice comme addition active. est caractérisé par la résistance mécanique à la compression comme un paramètre à l'état durci. Pour les deux comportements interpréteront les résultats obtenus sur le béton de notre région. Notre béton est confectionné dans des moules cubiques d'éprouvettes de  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ . Nos travaux ont été fait au niveau du laboratoire LMDC de génie civil à l'université d'Adrar.



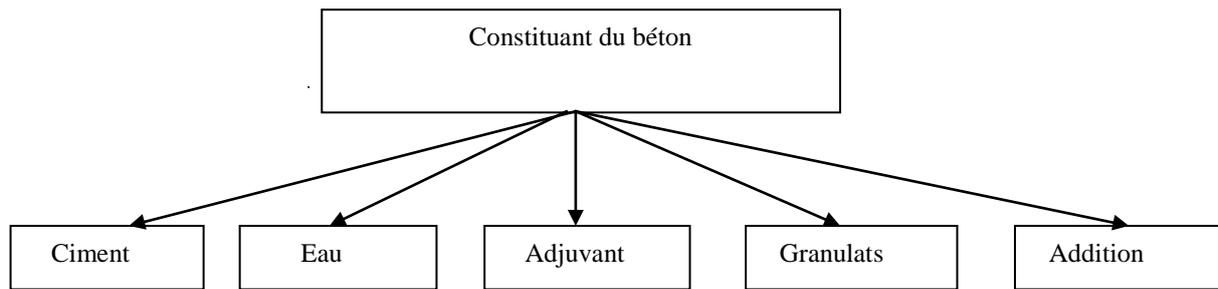
Figures IV.1 : Les moules cubiques  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$

#### ***IV.1 Étapes de confection du béton :***

##### ***IV.1.1 Préparation de malaxage***



Figures IV.2 : Préparation de malaxage



Figures IV.3 : Constituant du béton



Figures IV.4 : Les classes granulaires du béton.



Figures IV.5 : Malaxage et Composition de Béton spécial.

## ***IV.2. Propriétés des différents types de béton à l'état frais :***

### ***IV.2. 1. La densité réelle :***

#### ***IV.2. 1.1. La masse volumique du béton à l'état frais : norme (EN 12350-6)***

La mesure de la masse volumique du béton frais permet d'obtenir rapidement des indications sur la qualité du béton.

Mais en place du béton frais dans un moule  $c$  ( $15 \times 15 \times 15$ ) de volume  $V$  et de masse ( $m$ ), le béton est vibré à l'aide d'une aiguille vibrante ou une tige de piquage, après un arasement approprié, puis pesé l'ensemble (l'éprouvette et le béton).



Figures IV.6 : L'essai de la masse volumique du béton frais

### ***IV.3.L'ouvrabilité du béton***

#### ***IV.3.1 L'essai d'affaissement au cône d'Abrams: norme EN (12350-21)***

L'essai de cône d'Abrams est un outil de mesure normalisé, il détermine le taux d'affaissement du béton frais et donc sa consistance. La hauteur de l'affaissement du béton est mesurée en cm.

L'objectif de cet essai consistance à étudier les propriétés celui normalement utilisé pour l'essai d'affaissement l'essai d'essai d'étalement se fait à l'aide du cône d'Abrams.



Figures IV.7 : Mesure de l'affaissement

#### ***IV.3.2. 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 à la table vibration. Ce qui confirme la norme (NF EN 2063) qui classe l'étalement du béton.

#### **Etapes :**

- Le cône d'Abrams est placé puis fixé sur une plaque en acier ayant une surface dure et non absorbante
- Le cône est rempli avec du béton frais ;
- Le cône est arasé avec une tige ;

- Le cône est levé immédiatement verticalement et doucement,
- Le béton très fluide s'affaisse complétement et s'étale sous la forme d'une galette sur table d'étalement
- On mesure le diamètre le plus grande ainsi que le diamètre qui ne doit pas être différent de plus de 5 cm



Figures IV.8 : Mesure de l'étalement

#### ***IV.4. Mise en place du béton dans les moules***

Après malaxage, bien que les éprouvettes cylindriques soient appelées surfacées avant l'essai de compression, l'état de surface brute de l'éprouvette ne doit pas être négligé

L'arasement s'effectue à l'aide d'une truelle ou d'une taloche.



Figures IV.9 : Mise en place du béton dans le moule

#### ***IV.5. Conservation des éprouvettes***

Les éprouvettes sont conservées, sans être déplacées pendant 24 heures  $\pm$  1 heure, et ensuite on démoule les éprouvettes pour les conservées totalement dans l'air à 28 jours à une température ambiante de 20 °C  $\pm$  2 °C, jusqu'à leur test.



Figures IV.10 : Conservation des éprouvettes à l'air

Tableau IV.1: Les résultats des essais sur béton frais (granulat d'Aougrout  $D_{max}=15\text{mm}$ ),  $S_c$ 

Projet	Nature du béton	Ouvrabilité du Béton	$M_{vS}$ (kg/L)	$M_{vH}$ (kg/L)	Affaissement (cm)		Étalement (cm)
					Théorie	Réel	
01	BT	<b>Ferme</b>	2.07	1.78	3.6	0.8	45.5
	BT+BAJ		2.03	1.86	3.6	0.6	45.5
	BT+BAJ+BAdd		2.00	1.95	3.6	1.5	47
02	BT	<b>Plastique</b>	2.05	2.22	7.5	1.3	50
	BT+BAJ		2.00	1.92	7.5	1.4	45
	BT+BAJ+BAdd		2.01	1.70	7.5	1.4	48
03	BT	<b>Très Plastique</b>	2.00	2.46	11.5	2.5	58
	BT+BAJ		2.02	2.44	11.5	1.42	57
	BT+BAJ+BAdd		2.01	2.02	11.5	1.7	56.5

### Interprétation :

On remarque que l'affaissement mesuré du béton est inférieur à l'affaissement théorique. Les valeurs d'étalement des bétons sont comprises entre 45 cm à 58 cm

La masse volumique  $M_{vS} \geq M_{vH}$ , dans tous les bétons

On remarque que l'affaissement mesuré du béton est inférieur à l'affaissement théorique. Les valeurs

Tableau IV.2: Les résultats des essais sur béton frais (granulat d'Aougrout  $D_{\max}=25\text{mm}$ ),  $S_C$ 

Projet	Nature du béton	Ouvrabilité du Béton	$M_{VS}$ (kg/L)	$M_{VH}$ (kg/L)	Affaissement (cm)		Étalement (cm)
					Théorie	Réel	
04	BT	<b>Ferme</b>	2.09	2.00	3.6	1.1	48.5
	BT+BAJ		2.08	1.85	3.6	0.9	47
	BT+BAJ+BAdd		2.04	2.18	3.6	1.6	42
05	BT	<b>Plastique</b>	2.05	2.06	7.5	1.0	46
	BT+BAJ		2.09	2.20	7.5	1.0	40.5
	BT+BAJ+BAdd		2.00	2.04	7.5	1.5	59
06	BT	<b>Très Plastique</b>	2.01	2.20	11.5	2.5	57
	BT+BAJ		2.16	2.37	11.5	1.5	62.5
	BT+BAJ+BAdd		2.08	2.56	11.5	1.5	60

### Interprétation

On remarque que l'affaissement mesuré du béton est inférieur à l'affaissement théorique dans tous les bétons (ferme et plastique, très plastique)

L'affaissement de tous les bétons sont différents de l'affaissement souhaité.

Les valeurs d'étalement des bétons sont comprises entre 42 cm à 62.5cm Les masses volumiques  $M_{VH} \geq M_{VS}$ , dans les bétons (plastique et très plastique) .

Tableau IV .3: Les résultats des essais sur béton frais (granulat d'Aougroute  $D_{\max}=15\text{mm}$ ),  $S_D$ 

Projet	Nature du béton	Ouvrabilité du Béton	$M_{VS}$ (kg/L)	$M_{VH}$ (kg/L)	Affaissement (cm)		Étalement (cm)
					Théorie	Réel	
07	BT	<b>Ferme</b>	2.20	2.30	3.6	5.5	66.5
	BT+BAJ		2.01	2.38	3.6	4.5	64.5
	BT+BAJ+BAdd		2.05	2.25	3.6	4.5	51
08	BT	<b>Plastique</b>	2.10	2.50	7.5	1.2	60.5
	BT+BAJ		2.06	2.95	7.5	2.7	57
	BT+BAJ+BAdd		2.10	2.11	7.5	3	60.5
09	BT	<b>Très Plastique</b>	2.75	2.50	11.5	13	78.5
	BT+BAJ		2.87	2.45	11.5	2.5	65
	BT+BAJ+BAdd		2.36	1.81	11.5	9	83

### Interprétation

On remarque que l'affaissement mesuré du béton est supérieur à l'affaissement théorique dans les bétons fermes.

L'affaissement dans les bétons (plastiques et très plastiques) est inférieur à l'affaissement souhaité.

Les valeurs d'étalement des bétons sont comprises entre 51 cm à 83 cm

Les masses volumiques  $M_{vH} \geq M_{vS}$ , dans tous les bétons.

Tableau IV .4: Les résultats des essais sur béton frais (granulat du Aougroute  $D_{max}=25mm$ ),  $S_D$

Projet	Nature du béton	Ouvrabilité du Béton	$M_{vS}$ (kg/l)	$M_{vH}$ (kg/l)	Affaissement (cm)		Etalement (cm)
					Théorie	Réel	
10	BT	<b>Ferme</b>	2.10	2.34	3.6	1.5	66.5
	BT+BAJ		2.10	2.20	3.6	1.8	64.5
	BT+BAJ+B Add		2.06	2.40	3.6	3.5	51
11	BT	<b>Plastique</b>	2.01	2.06	7.5	1.7	62.5
	BT+BAJ		2.09	2.20	7.5	2.5	69
	BT+BAJ+B Add		2.02	2.04	7.5	1.1	66.5
12	BT	<b>Très Plastique</b>	2.11	2.40	11.5	6.0	74.5
	BT+BAJ		2.12	2.41	11.5	17	72.5
	BT+BAJ+B Add		2.18	1.90	11.5	8.0	74.5

### Interprétation :

On remarque que l'affaissement mesuré du béton est inférieur à l'affaissement théorique sauf dans les bétons avec adjuvant de béton très plastiques.

Les valeurs d'étalement des bétons sont comprises entre 51 cm à 74.5 cm

Les masses volumiques  $M_{vH} \geq M_{vS}$ , dans tous les bétons.

### IV.6 Propriétés du béton à l'état durci

L'étude du comportement du béton à l'état durci testé la performance de la résistance mécanique au niveau du laboratoire «L.T.P.S» «L.T.P.S» Laboratoire Travaux Publics du Sud.

### **IV.6.1 Résistance mécanique à la compression de 28 jours non destructifs.**

#### **IV.6.1.1 Mesure la résistance mécanique avec scléromètre : norme (NF EN 13791).**

Cet essai permet de tester l'homogénéité du béton in situ et d'obtenir une estimation rapide de la résistance du béton d'un ouvrage, sans procéder à des prélèvements de béton durci par carottage

En fait il s'agit de tester la dureté étant d'autant plus élevée que le béton est plus résistant, cela permet d'avoir un ordre de grandeur de la résistance atteinte par un béton à un âge donné. Et d'optimiser l'implantation du ou des sondages carottés Chaque éprouvette Nous choisissons 12 lectures et Calculer la moyenne.



Figure IV.11: scléromètre

### **IV.6.2 Résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs :**

#### **IV.6.2.1 Résistance à la compression :Norme (EN 12390-4)**

Essai de compression Norme (EN12390-4) le principe de l'essai est de soumettre une éprouvette cylindrique ou cubique à une force croissante et constante jusqu'à rupture de celle-ci. Le but est de déterminer la résistance à la compression.

Par définition, la contrainte un axiale est la force divisée par la surface  $\sigma_c = P / S$  unité  $\text{KN/cm}^2$

P: est la charge appliquée en N

S : la surface de la section transversale en  $\text{m}^2$

Résultats de la résistance mécanique à 28 jours avec donne le tableau suivant.



Figure IV.12 : essai et machine de écrasement donne Laboratoire «L.T.P.S».

#### ***IV.7Conclusion***

Dans cette partie nous avons présenté les résultats d'étude expérimentale de béton frais concernant les propriétés des bétons, la densité est l'ouvrabilité, nous avons présenté un série des résultats des granulats d'Aougrouit à l'aide de sable dune ou concassé pour comparer les résultats trouvées qui montrent qu'il n'ya pas une grande différence entre les résultats.

# **Chapitre V:**

## **Interprétation des résultats**

## V. Introduction

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats expérimentaux des tests réalisés sur le béton à l'état frais et durci. Nous avons analysé notre résultat pour objet de chercher le paramètre qui caractérise le comportement physique du béton à l'état frais est la consistance représentée par l'affaissement. Ainsi, le comportement mécanique est caractérisé par la résistance mécanique à la compression comme un paramètre d'Identification à l'état durci.

Pour les deux comportements interpréteront les résultats obtenus sur le béton de notre région.

### V.1 Analyse de résultat de béton à l'état frais

**V.1.1 Projet-1-béton ferme (Sable concassé (SC), A=3.6cm, C/E=2,1, G/S=1,17 ; Dmax=15)**

Tableau V.1.1 : Caractéristiques de béton à l'état frais en (S<sub>C</sub>, A=3.6).

Caractéristiques		B1(Témoin)	B2(Adjuvent)	B3(Addition)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement	3,6	3,6	3,6
	Thé			
	Affaissement R	0,8	0,6	1,5
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Etalement	45,5	45,5	47
	Théorique	2,39	2,39	2,39
	Réelle	1,78	1,86	1,95

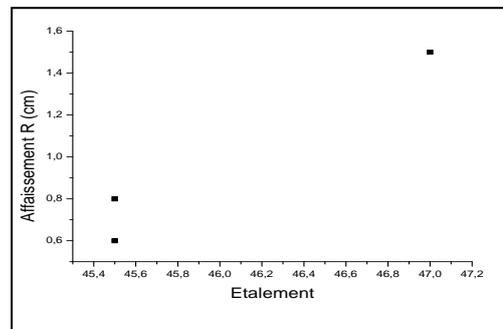


Figure V.1.1:Relation entre affaissement réelle /étalement.

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec addition est écarté

D'après les résultats obtenus on constate la densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

**V.1.2 Projet- 2-béton ferme en (SC ; A=3,6cm,C/E=1,70 ; G/S=1,32 ; Dmax=25) :**
Tableau V.1.2 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (S<sub>C</sub> ; A=3,6cm).

Caractéristiques		B4(T)	B5(Adj)	B6(Add)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Thé	3,6	3,6	3,6
	Affaissement R	1,1	0,9	1,6
	Etalement	48.5	47	42
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,40	2,40	2,40
	Réelle	2,00	1,85	2,18

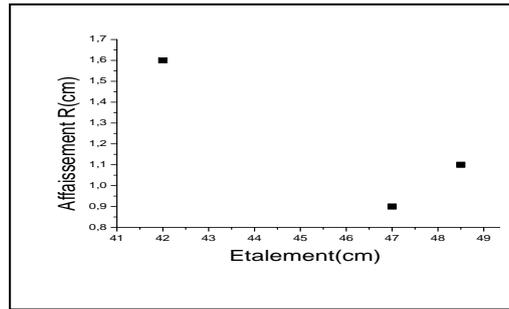


Figure VI.1.2: Relation entre Affaissement Réelle/Etalement.

**Interprétation**

D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec addition est écarté

-La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique.

**V.1.3 Projet- 3-béton plastique en (SC, A=7,5cm ; C/E=2.10 ; G/S=1,27 ; Dmax=15mm) :**
Tableau V.1.3 : Caractéristiques de béton à l'état frais en (S<sub>C</sub>, A=7,5cm).

Caractéristiques		B7(T)	B8(Adj)	B9(Add)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Théorique	7,5	7,5	7,5
	Affaissement Réelle	1,3	1,3	1,4
	Etalement	50	45	48
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,39	2,39	2,39
	Réelle	2,22	1,92	1,70

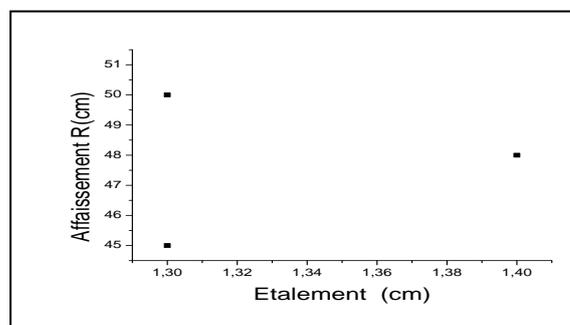


Figure V.1.3: Affaissement Réelle /Etalement.

**Interprétation :**

D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec addition est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique.

**V.1.4 Projet- 4-béton plastique en (SC, A=7,5,C/E= 1,94, G/S= 1,38 Dmax=25)**Tableau V.1.4 : Caractéristiques de béton à l'état frais en (S<sub>C</sub>, A=6cm).

Caractéristiques		B10(T)	B11(Adj)	B12(Add)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Théorique	7,5	7,5	7,5
	Affaissement Réelle	1,00	1,00	1,5
	Etalement	46	40,5	59
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,42	2,42	2,42
	Réelle	2,06	2,20	2,04

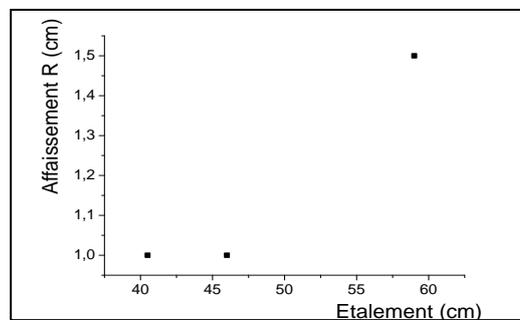


Figure V.1.4:Affaissement Réelle/Etalement.

**Interprétation**

D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec addition est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique.

**V.1.5 Projet -5-béton très plastique (SC, A=11,5cm ;C/E=2.10 ; G/S= 1,38 ; Dmax=15mm) :**Tableau V.1.5 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (S<sub>C</sub>, A=11,5cm).

Caractéristiques		B13(T)	B14(Adj)	B15(Add)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Théorique	11,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	2,5	2	1,7
	Etalement	58	57	56,5
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,39	2,39	2,39
	Réelle	2,46	2,44	2,02

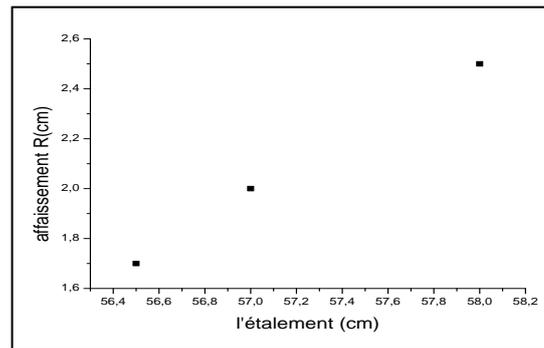


Figure V.1.5:Affaissement Réelle/Etalement.

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a trois bétons avec un lien

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique.

#### V.1.6 Projet -6-béton très plastique (SC, $A=11,5\text{cm}$ , $C/E=1,94$ , $G/S= D_{\text{max}}=25\text{mm}$ ):

Tableau V.1.6 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (Sable concasse,  $A=11,5\text{cm}$ ).

Caractéristiques		B16(T)	B17(Adj)	B18(Add)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Théorique	11,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	2,5	1,5	1,5
	Etalement	57	62,50	60
Densité ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Théorique	2,42	2,42	2,42
	Réelle	2,20	2,37	1,56

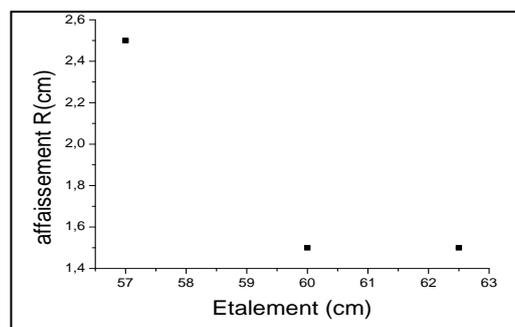


Figure V.1.6:Affaissement Réelle/Etalement.

### Interprétation :

D'après les résultats obtenus on constate D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton ordinaire est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

**V.1.7 Projet -7-béton ferme (SD, A=3,6cm ; C/E=2,10 ; G/S= 1,94 ; Dmax=15mm) :**

Tableau V.1.7 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=3,6cm).

Caractéristiques		B1(T)	B2(Adj)	B3(Add)
Ouvrabilité(cm)	Affaissement Théorique	3,6	3,6	3,6
	Affaissement Réelle	5,5	4,5	2,5
	Etalement	66,5	64,5	51
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,40	2,40	2,40
	Réelle	2,30	2,38	2,25

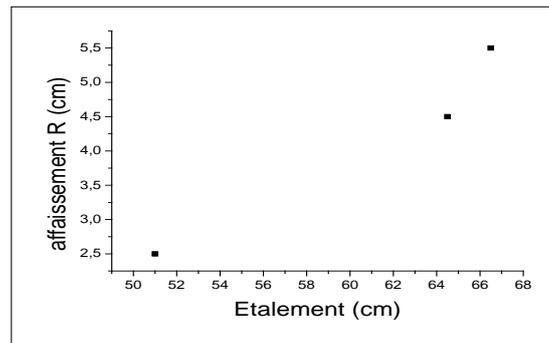


Figure V.1.7:Affaissement Réelle/Etalement.

**Interprétation**

D'après les résultats obtenus on constate D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec (Adj) proche écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

**V.1.8 Projet -8-béton ferme (SD, A=3 ,6cmC/E=1,70, G/S=2,125 ; Dmax=25mm):**

Tableau V.1.8 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (SD, A=3,6cm).

Caractéristiques		B4(T)	B5(Adj)	B6(Add)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Théorique	3,6	3,6	3,6
	Affaissement Réelle	1,5	1,8	3,5
	Etalement	51,5	65	67
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,408	2,408	2,408
	Réelle	2,34	2,20	2,40

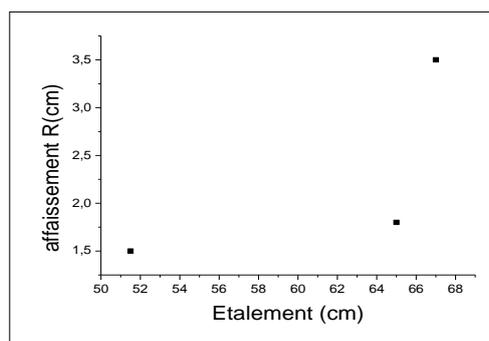


Figure V.1.8:Affaissement Réelle/Etalement.

**Interprétation :**

D'après les résultats obtenus on constate D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec (Adj) est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

**V.1.9 Projet -9-béton plastique (SD, A=7,5cm ; C/E=2,10 ; G/S= 2,03 ;Dmax=15mm) :**Tableau V.1.9 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (S<sub>D</sub>, A=7,5cm)

Caractéristiques		B7(T)	B8(Adj)	B9(Add)
Ouvrabilité(cm)	Affaissement Théorique	7,5	7,5	7,5
	Affaissement Réelle	1,2	2,7	3
	Etalement	60,5	57	60,5
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,40	2,40	2,40
	Réelle	2,50	1,95	2,11

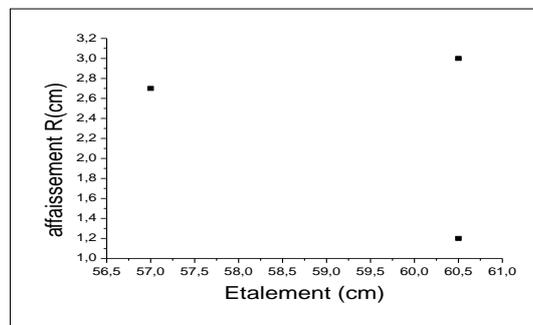


Figure IV.1.9:Affaissement Réelle/Etalement.

**Interprétation**

D'après les résultats obtenus on constate D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec (Adj) est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

**V.1.10 Projet -10-béton plastique (SD, A=7,5cm ; C/E=1,94 ; G/S=2,22 ; Dmax=25mm) :**Tableau V.1.10 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en (S<sub>D</sub>, A=7,5cm)

Caractéristiques		B10(T)	B11(Adj)	B12(Add)
Ouvrabilité(cm)	Affaissement Théorique	7,5	7,5	7,5
	Affaissement Réelle	1,7	2,5	1,1
	Etalement	62,5	69	66,5
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,434	2,434	2,434
	Réelle	2,44	1,93	2,45

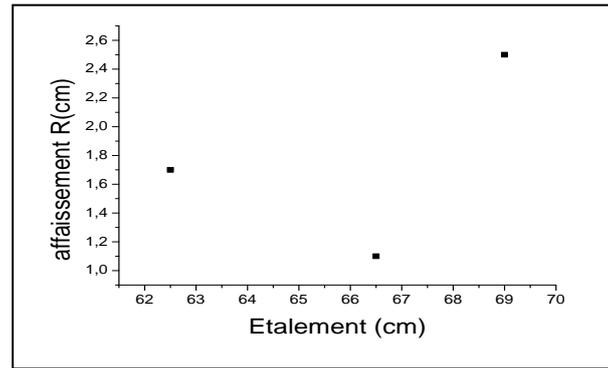


Figure V.1.10:Affaissement Réelle/Etalement.

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on constate D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec (Adj) est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

#### V.1.11 Projet -11-béton très plastique ( $SD, A=11,5cm$ $C/E=2,10, G/S= 2,25, D_{max}=15mm$ )

Tableau V.1.11 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en ( $S_D, A=11,5cm$ ).

Caractéristiques		B13(T)	B14(Adj)	B15(Add)
Ouvrabilité(cm)	Affaissement Théorique	11,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	13	2,5	9
	Etalement	78,5	65	83
Densité ( $g/cm^3$ )	Théorique	2,40	2,40	2,40
	Réelle	2,50	2,45	1,81

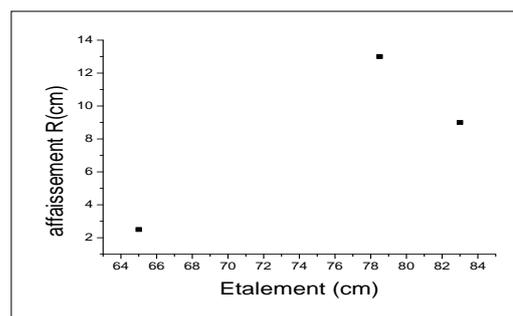


Figure VI.1.11:Affaissement Réelle/Etalement.

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on constate D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton ordinaire est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

### V.1.12 Projet -12-béton très plastique ( $SD, A=11,5\text{cm}$ $C/E=1,94, G/S= 2,33 D_{max}=25\text{mm}$ )

Tableau V.1.12 : Caractéristiques de Béton à l'état frais en ( $S_D, A=11,5\text{cm}$ )

Caractéristiques		B16(T)	B17(Adj)	B18(Add)
Ouvrabilité(cm)	Affaissement Théorique	11,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	6	17	8
	Etalement	74,5	72,5	74,5
Densité ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Théorique	2,434	2,434	2,434
	Réelle	2,40	2,41	1,90

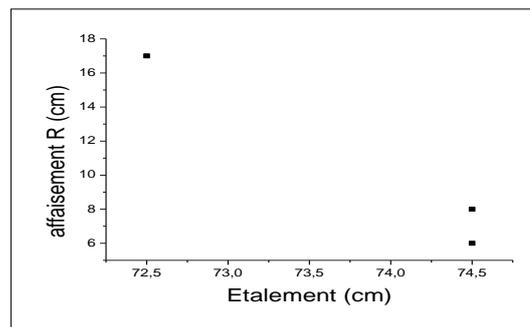


Figure V.1.12:Affaissement Réelle/Etalement.

## Interprétation

D'après les résultats obtenus on constate D'après les résultats obtenus on constate qu'en remarque il y a deux bétons avec un lien et béton avec (Adj) est écarté

- La densité réelle de trois bétons toujours inférieurs la densité théorique

## V.2. Analyse de résultat de béton à l'état durci :

### V.2.1 Projet -1- béton ferme ( $S_C, A=3,6\text{cm}, C/E=2,10 ; G/S= 1,17 ; D_{max}=15\text{mm}$ )

Tableau V.2.1 : Caractéristiques physique et mécanique de Béton à l'état durci en ( $S_C, A=3,6\text{cm}$ )

Caractéristique		B1(T)	B2(adj)	B3(add)
Densité( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Béton Frais	1,78	1,86	1,95
	Béton durci	2,07	2,03	2,00
Rc28j (MPa)	Non destructifs	12,03	17,9	21,1
	Destructifs	21,95	23,868	21,281

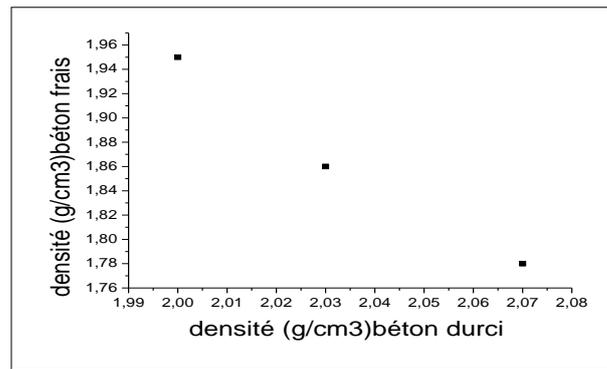


Figure V.2.1 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm).

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité du trois béton est lien

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

#### V.2.2 Projet -2- béton ferme en (SC, A=3.6cm, C/E=2,18, G/S= 1,32 ; Dmax=25mm)

Tableau V.2.2 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (S<sub>C</sub>, A=3.6cm).

Caractéristique		B4(T)	B5(Adj)	B6(Add)
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	2,00	1,85	2,18
	Béton durci	2,09	2,08	2,04
Rc28j (MPa)	Non destructifs	20,6	14,3	15,83
	Destructifs	29,09	15,512	35,998

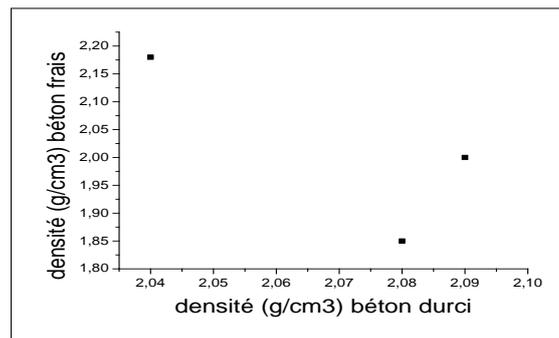


Figure V.2.2 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm).

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité du deux béton est lien et béton avec (Add) est écarté

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise élevée de la résistance avec scléromètre.

### V.2.3 Projet-3- béton plastique ( $S_C$ , $A=7,5$ , $C/E=2.10$ , $G/S=1,27$ ; $D_{max}=15mm$ )

Tableau V.2.3 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_C$  ;  $A=7.5cm$ )

Caractéristique		B7(T)	B8(Adj)	B9(Add)
Densité ( $g/cm^3$ )	Béton Frais	2,22	1,92	1,70
	Béton durci	2,05	2,00	2,01
Rc28j (MPa)	Non destructifs	12,03	17,9	21,30
	Destructifs	46,304	27,30	48,94

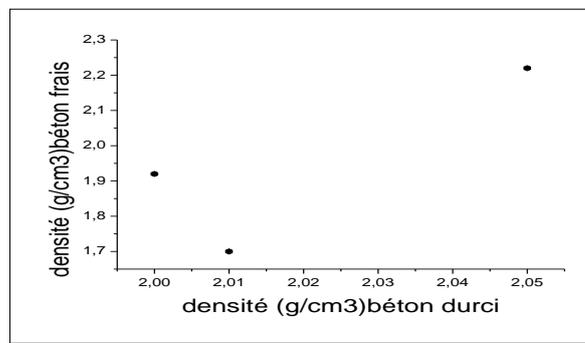


Figure V.2.3 :densité béton frais fonction béton durci ( $A=7,5cm$ ).

#### Interprétation :

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité du deux béton est lien et béton ordinaire est écarté.

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

### V.2.4 Projet -4-béton plastique en ( $S_C$ , $A=7,5cm$ , $C/E=2.18$ , $G/S=1,38$ $D_{max}=25mm$ )

Tableau V.2.4 :Caractéristiques physique et mécanique de Béton à l'état durci en ( $S_C$ ,  $A=7,5cm$ ).

Caractéristique		B10(T)	B11(Adj)	B12(Add)
Densité( $g/cm^3$ )	Béton Frais	2,06	2,20	2,04
	Béton durci	2,05	2,09	2,00
Rc28j (MPa)	Non destructifs	19,76	15,13	19,5
	Destructifs	44,179	57,586	38,836

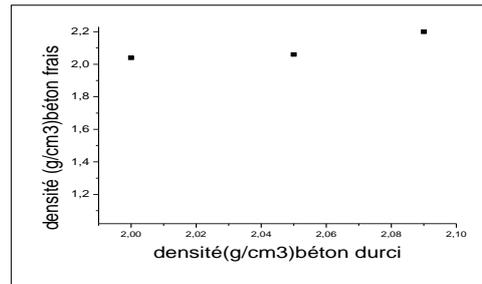


Figure V.2.4 : densité béton frais fonction béton durci (A=7 ,5cm).

**Interprétation :**

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité du trois béton proche est lien  
 -La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

**V.2.5 Projet -5-béton très plastique ( $S_C$ , A=11,5cm, C/E=2.10, G/S=1, 38 ;  $D_{max}=15mm$ ) :**Tableau V.2.5 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_C$ , A=11.5cm)

Caractéristique		B13(T)	B14(Adj)	B15(Add)
Densité( $g/cm^3$ )	Béton Frais	2,46	2,44	2,02
	Béton durci	2,00	2,02	2,01
Rc28j (MPa)	Non destructifs	14,8	21,26	17,3
	Destructifs	49,324	20,86	45,540

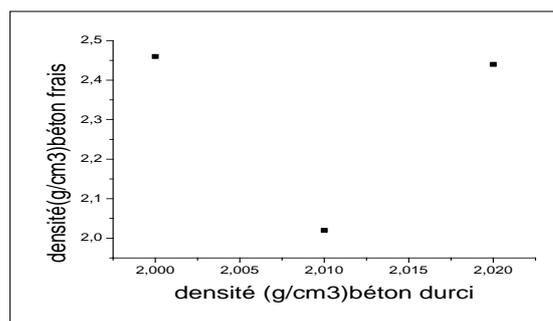


Figure V.2.5 : densité béton frais fonction béton durci (A=11,5cm)

**Interprétation :**

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité du deux béton est lien et béton avec (Adj) écarté

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

### V.2.6 Projet -6-béton très plastiques ( $S_C$ , $A=11,5\text{cm}$ $C/E=2.10$ , $G/S=1,5$ ; $D_{max}=25$ )

Tableau V.2.6 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_C$ ,  $A=11,5\text{cm}$ )

Caractéristique		B16(T)	B17(Adj)	B18(Add)
Densité ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Béton Frais	2,20	2,37	2,56
	Béton durci	2,01	2,16	2,08
Rc28j (MPa)	Non destructifs	15,40	18,40	20,50
	Destructifs	38,6	48,970	44,22

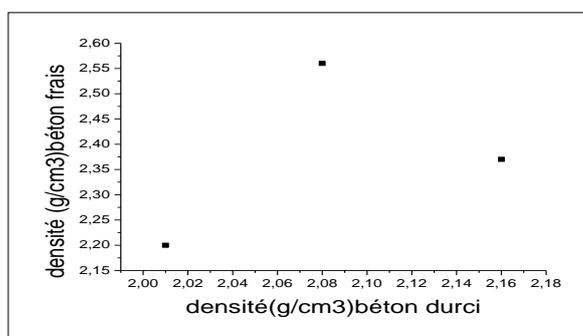


Figure V.2.6 : densité béton frais fonction béton durci ( $A=11,5\text{cm}$ )

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité du deux béton est lien et béton avec (Adj) est écarté.

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

### V.2.7 Projet -7béton ferme ( $S_D$ , $A=3,6\text{cm}$ $C/E=2.10$ , $G/S=1,94$ ; $D_{max}=15\text{mm}$ )

Tableau V.2.7 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_D$ ,  $A=3.6\text{cm}$ )

Caractéristique		B1(T)	B2(Adj)	B3(Add)
Densité ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Béton Frais	2,30	2,38	2,25
	Béton durci	2,20	2,01	2,05
Rc28j (MPa)	Non destructifs	16,066	20,300	21,66
	Destructifs	42,079	63,696	63,149

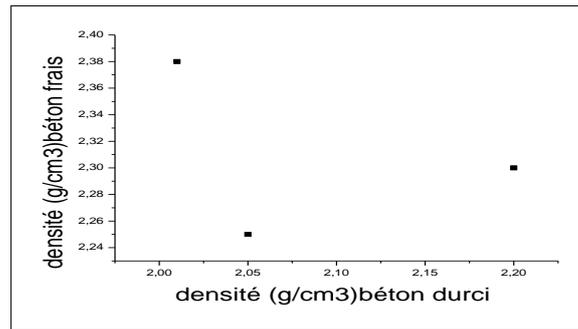


Figure V.2.7 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm)

**Interprétation :**

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité n'est pas liée entre les trois bétons

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevée par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

**V.2.8 Projet -8-béton ferme en (SD, A=3,6cm C/E=2.18, G/S=2,125 Dmax=25mm)**

Tableau V.2.8 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en (SD, A=3,6cm)

Caractéristique		B4(T)	B5(Adj)	B6(Adj)
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	2,34	2,20	2,40
	Béton durci	2,10	2,10	2,06
Rc28j (MPa)	Non destructifs	16,596	21,7	17,166
	Destructifs	48,164	58,301	55,107

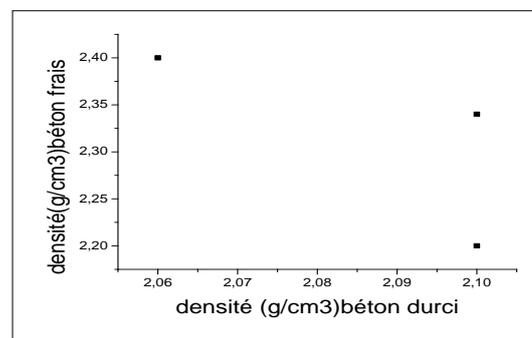


Figure V.2.8 : densité béton frais fonction béton durci (A=3,6cm)

**Interprétation**

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité n'est pas liée entre les trois bétons

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

### V.2.9 Projet -9- béton plastique en ( $S_D$ , $A=7,5\text{cm}$ $C/E=2,10$ , $G/S=2,03$ ; $D_{max}=15\text{mm}$ )

Tableau V.2.9 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_D$ ,  $A=7,5\text{cm}$ )

Caractéristique		B7(T)	B8(Adj)	B9(Add)
Densité ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Béton Frais	2,50	1,25	2,11
	Béton durci	2,10	2,06	2,10
Rc28j (MPa)	N- destructifs	27,933	21,766	17,366
	Destructifs	57,837	62,20	29,809

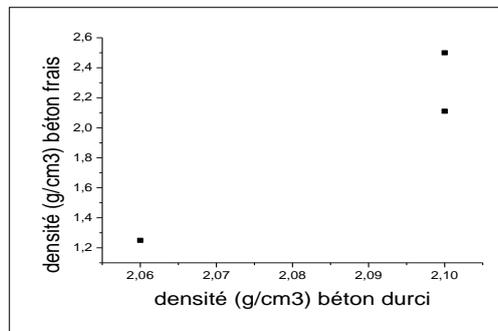


Figure V. 2.9 : densité béton frais fonction béton durci ( $A=7,5\text{cm}$ )

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité n'est lien pas entre les trois bétons

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevé par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise Inverser de la résistance avec scléromètre.

### V.2.10 Projet -10- béton plastique en ( $S_D$ , $A=7,5\text{cm}$ $C/E=1,94$ , $G/S=2,22$ $D_{max}=25\text{mm}$ )

Tableau V.2.10 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_D$ ,  $A=7,5\text{cm}$ )

Caractéristique		B10(T)	B11(adj)	B12(add)
Densité ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Béton Frais	2,44	1,93	2,45
	Béton durci	2,01	2,02	2,02
Rc28j (MPa)	N destructifs	15,800	18,26	24,133,
	Destructifs	53,132	48,461	27,098

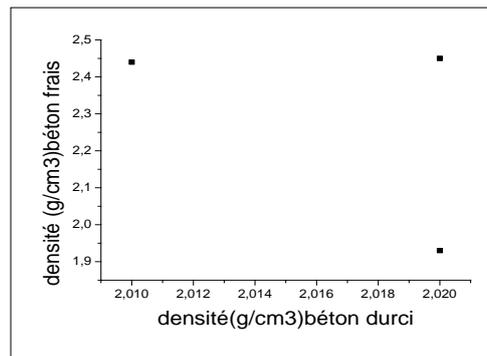


Figure V.2.10 : densité béton frais fonction béton durci (A=7,5cm)

### Interprétation

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité n'est pas liée entre les trois bétons

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevée par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise. Inversement de la résistance avec scléromètre.

#### V.2.11 Projet -11-béton très plastique en ( $S_D$ , A=11,5cm C/E=1,10, G/S=2,25 ; $D_{max}=15mm$ )

Tableau V.2.11 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_D$  A=11,5cm)

Caractéristique		B13(T)	B14(Adj)	B15(Add)
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	2,50	2,45	1,81
	Béton durci	2,75	2,87	2,36
Rc28j (MPa)	N-destructifs	15,033	14,533	19,766
	Destructifs	27,098	45,593	48,012

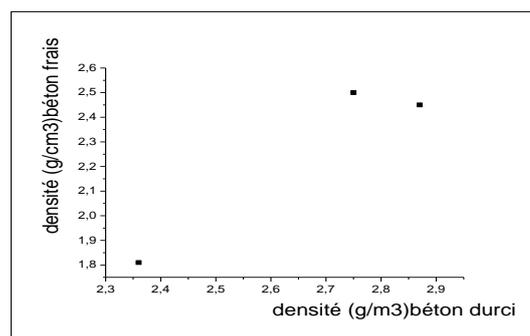


Figure IV.2.11 : densité béton frais fonction béton durci (A=11,5cm)

## Interprétation

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité n'est pas liée entre les trois bétons

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevée par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise. Inversement de la résistance avec scléromètre.

### V.2.12 Projet -12- béton mou en ( $S_D, A=11,5\text{cm}$ ; $E1,94$ ; $G/S=2,33$ ; $D_{max}=25\text{mm}$ )

Tableau V.2.12 : Caractéristiques physique et mécanique de béton à l'état durci en ( $S_D A=11,5\text{cm}$ )

Caractéristique		B16(T)	B17(Adj)	B18(Add)
Densité ( $\text{g/cm}^3$ )	Béton Frais	2,40	2,41	1,90
	Béton durci	2,11	2,12	2,18
Rc28j (MPa)	N ; destructifs	14,9	24,43	19,233
	Destructifs	35,925	59,099	52,332

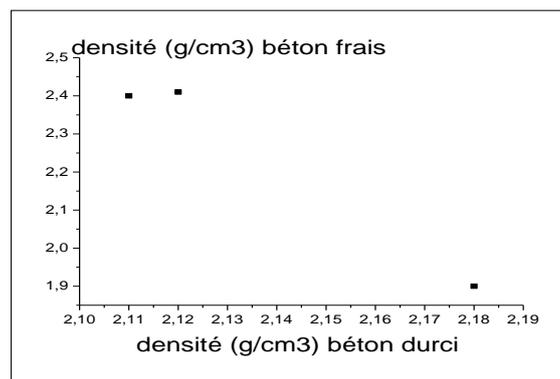


Figure V.2.12 : densité béton frais fonction béton durci ( $A=11,5\text{cm}$ )

## Interprétation

D'après les résultats obtenus on ne constate que la densité n'est pas liée entre les trois bétons

-La résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs très élevée par rapport à la résistance mécanique non destructifs, la machine d'écrasement donne une résistance précise. Inversement de la résistance avec scléromètre.

## V.3 Analyse générale de bétons :

### V.3.1. Etude de Béton Ordinaire :

Sur tableau V.3.1.1 les bétons ordinaires, nous avons étudié tous les bétons communs dans la composition SC, la signification de la nature des composants avec sable concassé.

Tableau V.3.1.1 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous les Bétons ordinaires  $S_C$ 

Caractéristiques		B1(T)	B4(T)	B7(T)	B10(T)	B13(T)	B16(T)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Souhaitée	3,6	3,6	7,5	7,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	0,8	1,1	1,3	1,00	2,5	2,5
	Etalement	45	48,5	50	46	58	57
Densité béton frais (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,39	2,40	2,39	2,42	2,39	2,42
	Réale	1,78	2,00	2,22	2,06	2,46	2,20
Densité béton durci (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	1,78	2,00	2,22	2,06	2,46	2,20
	Béton durci	2,07	2,09	2,05	2,05	2,00	2,01
Rc28j (MPa)	Non destructifs	12,03	20,6	12,03	19,76	14,80	15,40
	Destructifs	21,95	29,09	46,304	44,179	49,324	38,60
	MF	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
	E/C E/L	2,10	1,70	2,10	1,94	2,10	1,94
	G/S	1,17	1,32	1,27	1,38	1,38	1,5

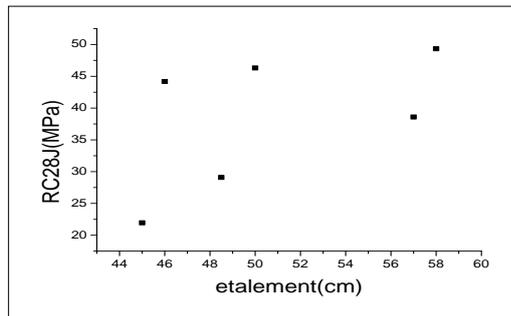


Figure V.3.1.1 : Rc28J / Etalement (B O).

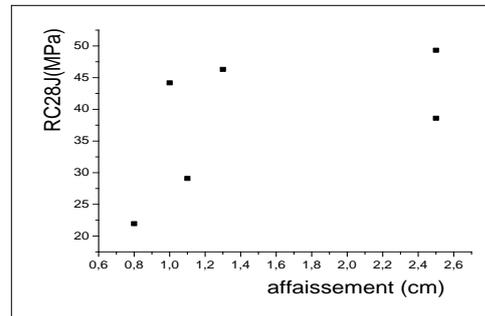


Figure V.3.1.2 : Rc28J / affaissement Réelle (B O).

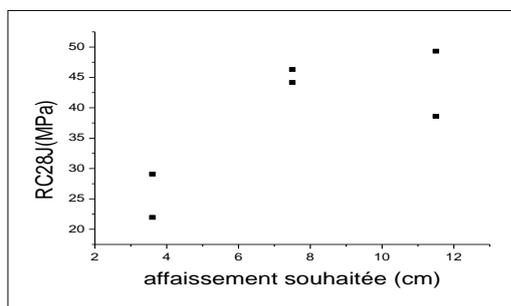


Figure V.3.1.4: Rc28J / affaissement (BO).

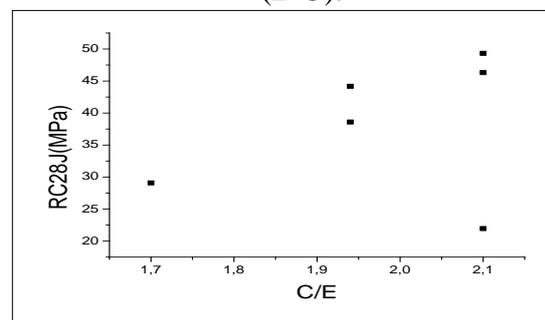


Figure V.3.1.4: Rc28J / C/E (BO).

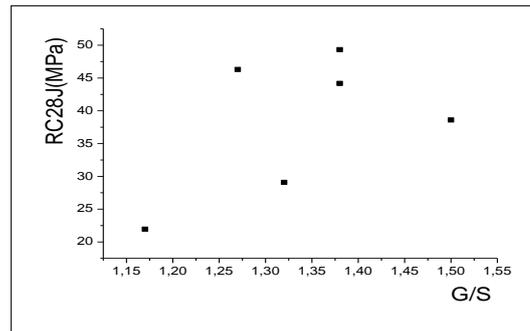


Figure V.3.1.5: Rc28j / G/S (B O).

### Interprétation

D'après les résultats obtenus et la dosage de même composant de bétons ordinaires on constate que la résistance mécanique à la compression de 28 jours bétons ordinaires en sable concassé Très élevé comparé à haut affaissement.

Sur tableau V.3.1.2 les bétons ordinaires, nous avons étudié tous les bétons communs dans la composition SD, la signification de la nature des composants avec sable de dune.

Tableau V.3.1.2 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous les Bétons ordinaires S<sub>D</sub>

Caractéristiques		B19(T)	B22(T)	B25(T)	B28(T)	B31(T)	B34(T)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Souhaitée	3,6	3,6	7,5	7,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	5,5	1,5	1,2	1,7	13	6
	Etalement	66,5	51,5	60,5	62,5	78,5	74,5
Densité béton frais (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,40	2,408	2,40	2,434	2,40	2,434
	Réale	2,30	2,34	2,50	2,44	2,50	2,40
Densité béton durci (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	2,30	2,34	2,50	2,44	2,50	2,40
	Béton durci	2,20	2,10	2,10	2,01	2,75	2,11
Rc28j (MPa)	Non destructifs	16,066	16,596	27,933	15,800	15,033	14,9
	Destructifs	42,079	48,164	57,837	53,132	27,098	24,43
	MF	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
	E/C E/L	2,10	1,70	2,10	1,94	2,10	1,94
	G/S	1,94	2,125	2,03	2,22	2,25	2,33

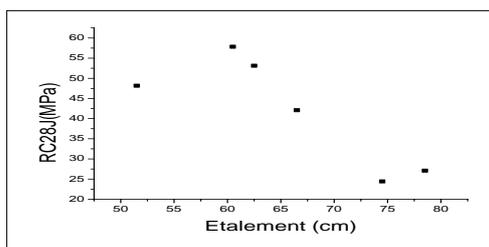


Figure V.3.1.7 : Rc28J / Etalement (B O).

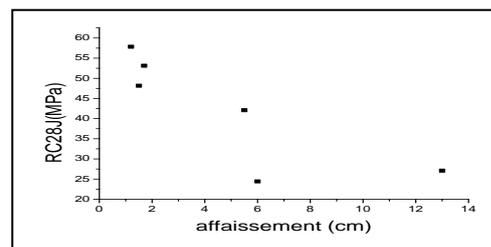


Figure V.3.1.8 : Rc28J / affaissement Réelle (B O).

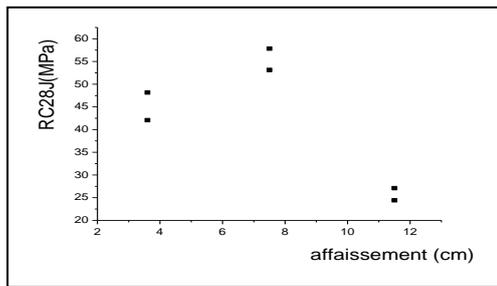


Figure V.3.1.9 : Rc28J / Affaissement Souhaitée (B O).

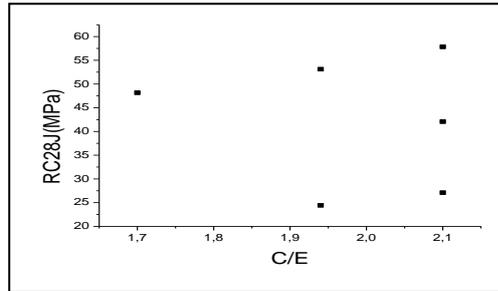


Figure V.3.1.10: Rc28J / C/E (B O)

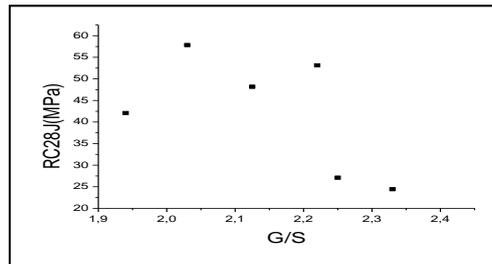


Figure V.3.1.11: Rc28j / G/S (B O).

### Interprétation :

D'après les résultats obtenus et la dosage de même composent de bétons ordinaires on constate que la résistance mécanique à la compression de 28 jours bétons ordinaires en sable concassé Très élevé comparé à haut affaissement.

### V.3.2 Etude de Béton avec Adjuvant (Plastifiant/ Super Plastifiant) :

Sur le tableau V.3.2.1 les bétons avec adjuvant, nous avons étudié tous les bétons communs dans la composition granulaire, la signification de la nature des composants (Plastifiant/ Super Plastifiant) compris.

Tableau V.3.2.1 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous le Béton avec Adjuvant (Plastifiant/ Super Plastifiant).Sc

Caractéristiques		B2(Adj)	B5(Adj)	B8(Adj)	B11(Adj)	B14(Adj)	B17(Adj)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Souhaitée	3,6	3,6	7,5	7,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	0,6	0,9	1,3	1,00	2	1,5
	Etalement	45,5	47	45	40,5	57	62,50
Densité béton frais (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,39	2,40	2,39	2,42	2,39	2,42
	Réale	1,86	1,85	1,92	2,20	2,44	2,37
Densité béton durci (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	1,86	1,85	1,92	2,20	2,44	2,37
	Béton durci	2,03	2,08	2,00	2,09	2,02	2,16
Rc28j (MPa)	Non destructifs	17,9	14,3	17,9	15,3	21,26	18,40
	Destructifs	23,868	15,512	27,30	57,586	20,86	48,970
	MF	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
	E/C E/L	2,10	1,70	2,10	1,94	2,10	1,94
	G/S	1,17	1,32	1,27	1,38	1,38	1,5

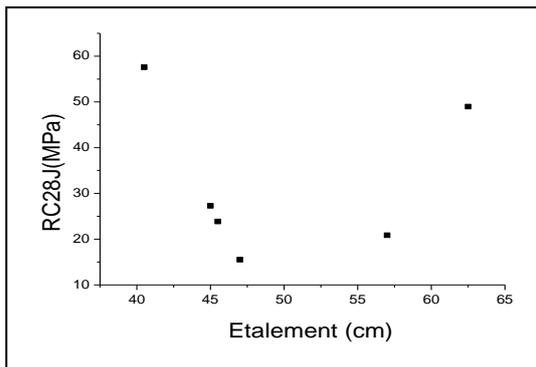


Figure VI.3.2.1 : Rc28J /Etalement (B+Adj).

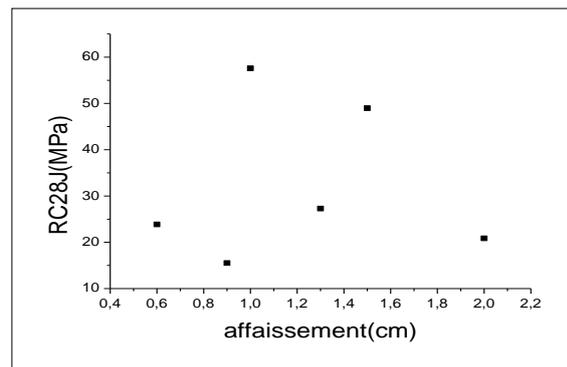


Figure VI.3.2.2 : Rc28J /Affaissement Réelle (B+Adj).

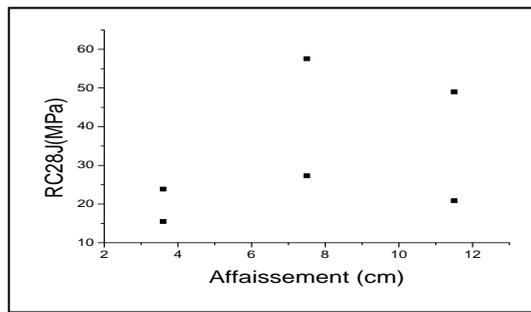


Figure IV.3.2.3 : Rc28J /Affaissement Souhaitée

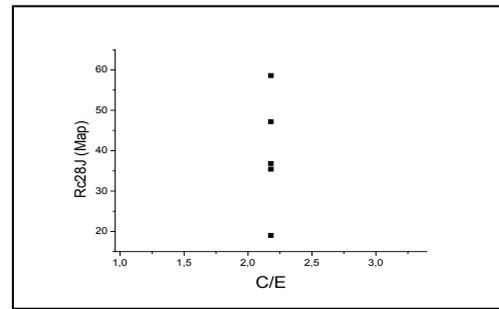


Figure IV.3.2.4: Rc28J/ C/E (B+Adj).

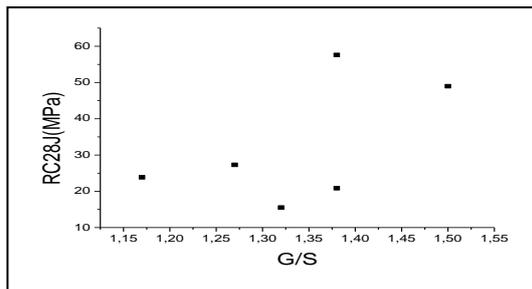


Figure VI.3.2.5: Rc28J / G/S (B+Adj).

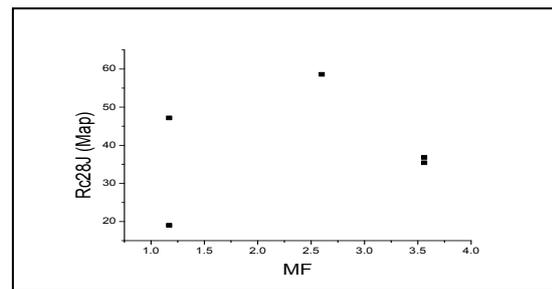


Figure VI.3.2.6 : Rc28J / MF (B+Adj)

**Interprétation**

D’après les résultats obtenus et la dosage de même composent de bétons et même dosage d’adjuvant Super Plastifiant on constate que la résistance mécanique à la compression de 28 jours bétons en sable normalisé toujours très élevé comparé a la sable dune et sable concassai.

Tableau V.3.2.2 : Caractéristiques Physique-Mécanique tous le Béton avec Adjuvant (Plastifiant/ Super Plastifiant).S<sub>D</sub>

Caractéristiques		B20(Adj)	B23(Adj)	B26(Adj)	B29(Adj)	B32(Adj)	B35(Adj)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Souhaitée	3,6	3,6	7,5	7,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	4,5	1,8	2,7	2,5	2,5	17
	Étalement	64,5	65	57	69	65	72,5
Densité béton frais (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,4	2,408	2,40	2,434	2,40	2,434
	Réale	2,38	2,20	1,95	1,93	2,45	2,41
Densité béton durci (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	2,38	2,20	1,95	1,93	2,45	2,41
	Béton durci	2,01	2,10	2,06	2,02	2,87	2,12
Rc28j (MPa)	Non destructifs	20,300	21,7	21,766	18,26	14,533	24,43
	Destructifs	63,696	58,301	62,20	48,461	45,593	59,099
	MF	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
	E/C E/L	2,10	1,70	2,10	1,94	2,10	1,94
	G/S	1,94	2,125	2,03	2,22	2,25	2,33

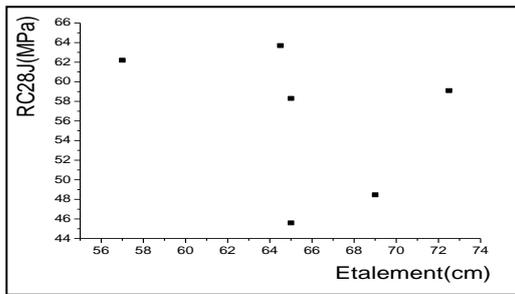


Figure V.3.2.1 : Rc28J /Etatement (B+Adj).

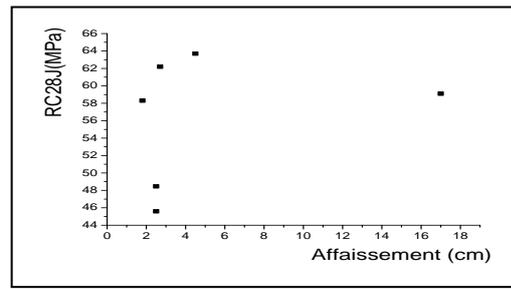


Figure V.3.2.2: Rc28J /Affaissement Réelle (B+Adj).

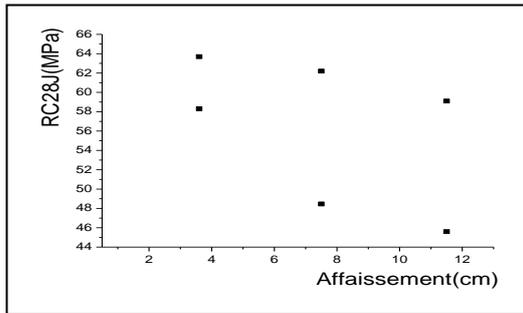


Figure VI.3.2.3 : Rc28J /Affaissement Souhaitée (B+Adj).

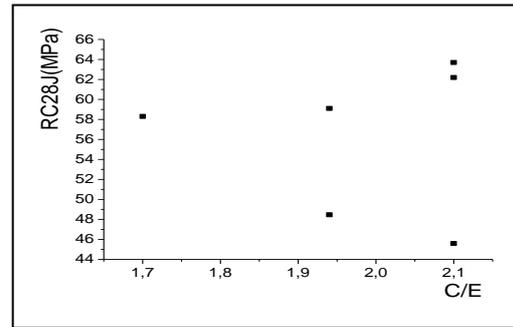


Figure VI.3.2.4: Rc28J/ C/E (B+Adj)

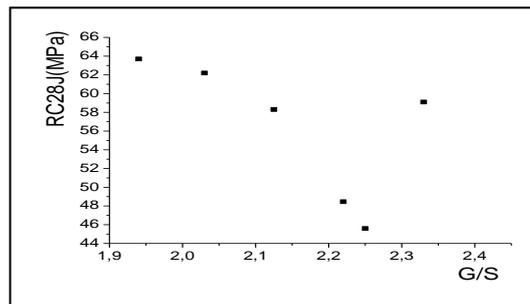


Figure V.3.2.5: Rc28J /''G/S'' (B+Adj).

**Interprétation**

D'après les résultats des tableau V.3.2.2 et tableau V.3.2.1 obtenus et la dosage de même composent de bétons et déférent dosage d'adjuvent Super Plastifianton constate que la résistance mécanique à la compression de 28 jours bétons en sable de dune toujours très élevé comparé a la sable concassai.

### V.4.1 Etude de Béton avec Adjuvant et Addition :

Sur tableau V.3.3.1 les bétons haut performance nous avons étudié tous les bétons communs dans la composition, la signification de la nature des composants la fumée de silice

Tableau V.3.3.1 : Caractéristiques Physique-Mécanique Béton avec Adjuvant et Addition .S<sub>C</sub>

Caractéristiques		B21(Add )	B24(Add )	B27(Add )	B30(Add )	B33(Add )	B36(Add )
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Souhaitée	3,6	3,6	7,5	7,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	1,5	1,6	1,4	1,5	1,7	1,5
	Etalement	47	42	48	59	56,5	60
Densité béton frais (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,39	2,40	2,39	2,42	2,39	2,42
	Réelle	1,95	2,18	1,70	2,04	2,02	1,56
Densité béton durci (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	1,95	2,18	1,70	2,04	2,02	1,56
	Béton durci	2,00	2,04	2,01	2,00	2,01	2,08
Rc28j (MPa)	Non destructifs	21,18	15,83	21,30	19,5	17,31	20,50
	Destructifs	21,281	35,998	48,94	38,836	45,540	44,22
	MF	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
	E/C E/L	2,10	1,70	2,10	1,94	2,10	1,94
	G/S	1,17	1,32	1,27	1,38	1,38	1,5

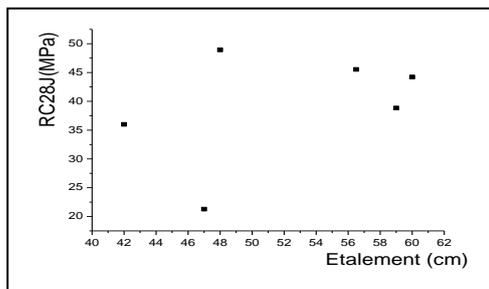


Figure V.3.3.1: Rc28j/ Etalement (B +Adj+FS ).

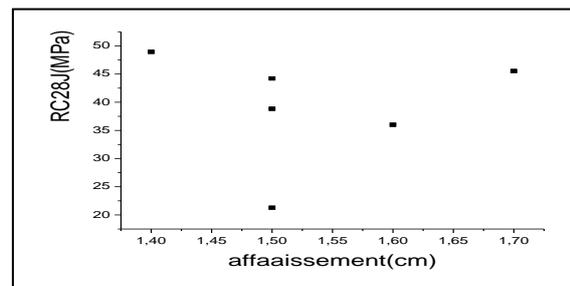


Figure V.3.3.2: Rc28j/ Affaissement Réelle (B +Adj+FS ).

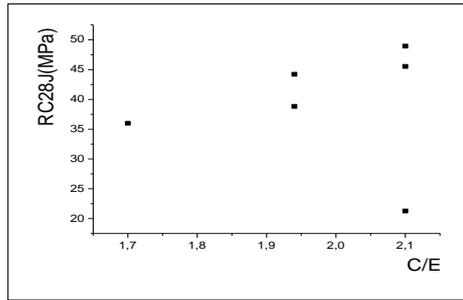


Figure V.3.3.5 : Rc28J /C/E (B Adj+FS).

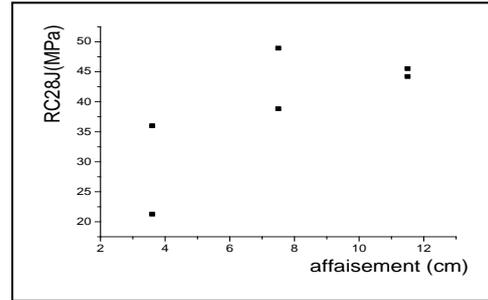


Figure VI.3.3.6 : Rc28J /Affaisse Souhaitée (B Adj+FS).

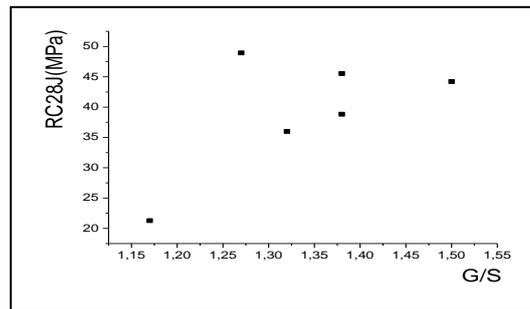


Figure V.3.3.3: Rc28J / G/S (B Adj+FS ).

Tableau V.3.3.2 : Caractéristiques Physique-Mécanique Béton avec Adjuvant et Addition

Caractéristiques		B3(Add)	B6(Add)	B9(Add)	B12(Add)	B15(Add)	B18(Add)
Ouvrabilité (cm)	Affaissement Souhaitée	3,6	3,6	7,5	7,5	11,5	11,5
	Affaissement Réelle	2,5	3,5	3	11	9	8
	Étalement	51	67	60,5	66,5	83	74,5
Densité béton frais (g/cm <sup>3</sup> )	Théorique	2,40	2,408	2,40	2,434	2,40	2,434
	Réelle	2,25	2,40	2,11	2,45	1,81	1,90
Densité béton durci (g/cm <sup>3</sup> )	Béton Frais	2,25	2,40	2,11	2,45	1,81	1,90
	Béton durci	2,05	2,06	2,10	2,02	2,36	2,18
Rc28j (MPa)	Non destructifs	21,66	17,166	17,366	24,133	19,766	19,233
	Destructifs	63,149	55,107	29,809	27,098	48,012	52,322
	MF	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
	E/C E/L	2,102	1,70	2,10	1,94	2,10	1,94
	G/S	1,94	2,125	2,03	2,22	2,25	2,33

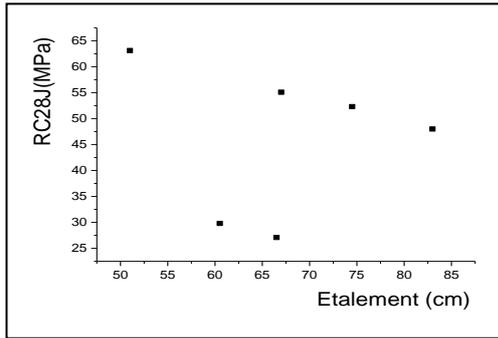


Figure V.3.3.7: Rc28J/ Etatement (B +Adj+FS ).

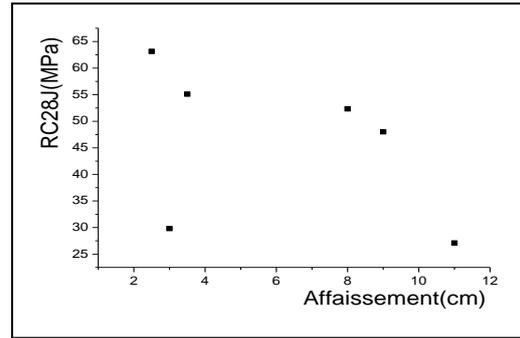


Figure V.3.3.8: Rc28J/ Affaissement Réelle (B +Adj+FS ).

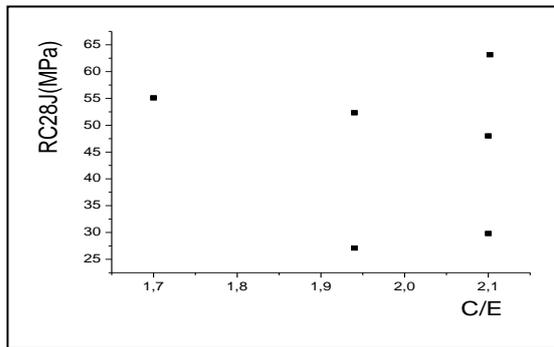


Figure V.3.3.10 : Rc28J /C/E (B Adj+FS).

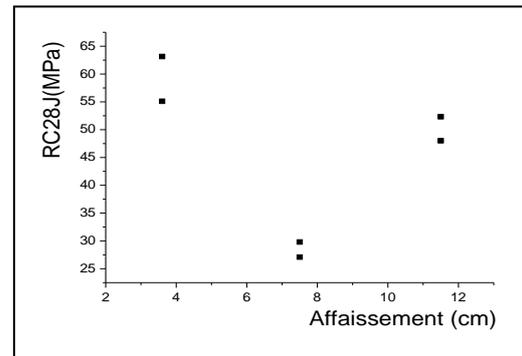


Figure V.3.3.11 : Rc28J /Affaissement Souhaitée (B Adj+FS).

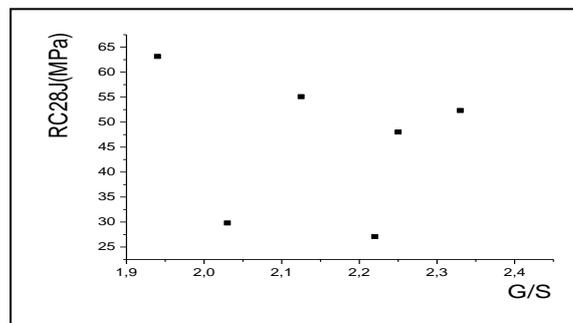


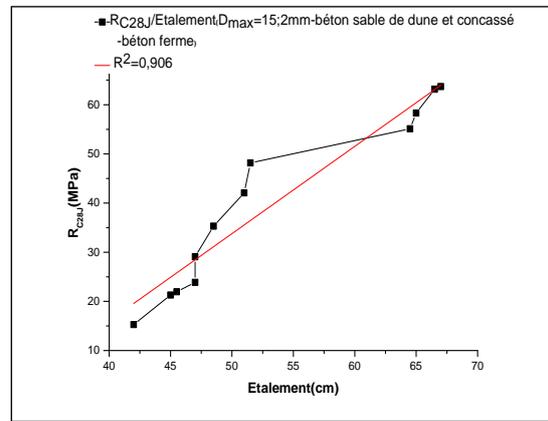
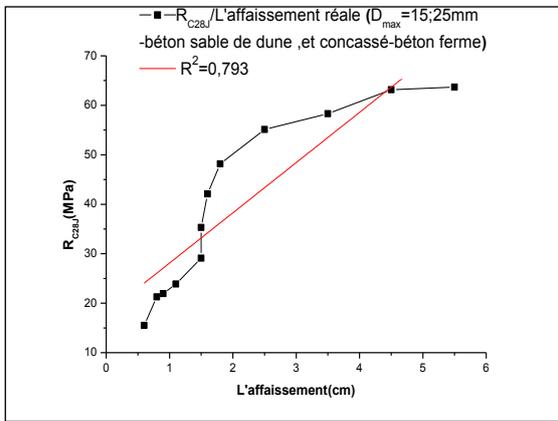
Figure VI.3.3.9 Rc28J / G/S (B Adj+FS ).

### Interprétation

D'après les résultats obtenus et la dosage de même composent de bétons et en fixe le dosage d'adjuvant super plastifiant et en varie la pourcentage d'addition FS à partir de .on constate que la résistance mécanique à la compression de 28 jours bétons en sable de dune toujours très élevé comparé a le sable concassai.

V.5 l'analyse de l'origine de béton

Nous avons étudié tous les bétons communs de l'ouvrabilité( ferme ;plastique ;très-plastique) .avec la résistance de 28jours à la compression en fonction des paramètre (l'affaissement ;l'étalement ;E/C ; G/S et la densité)



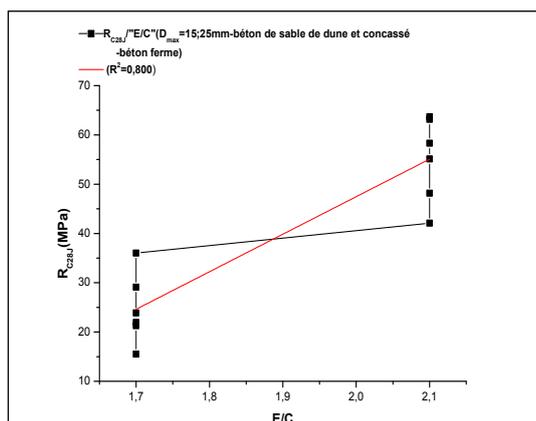
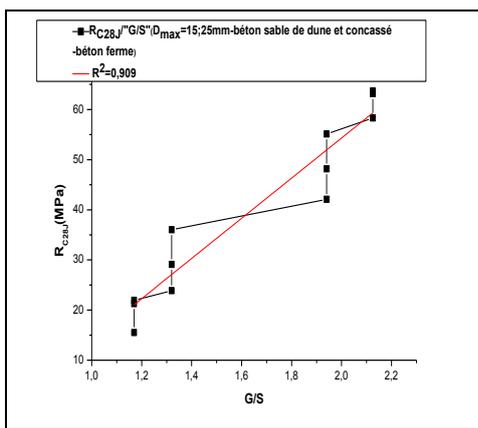
FigureV.5.1 : RC28J en fonction de l'affaissement

FigureV.5.2 : RC28J en fonction l'etalement

Interprétation

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour (R<sub>C28j</sub>) de béton ferme en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (l'affaissement, l'étalement) en constat

-nous remarque que la corrélation de l'étalement c'était la bon corrélation par rapport l'affaissement



FigureV.5.3 RC28J en fonction G/S

Figure V.5.4 RC28J en fonction E/C

Interprétation

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour (R<sub>C28j</sub>) de béton ferme en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (E/C, G/S, et la densité réelle) en

constat ce qui concerne (G/S et E/C) ne remarque que  $R^2 > 0.800$  donc nous avons un bon coefficient corrélation proche 1

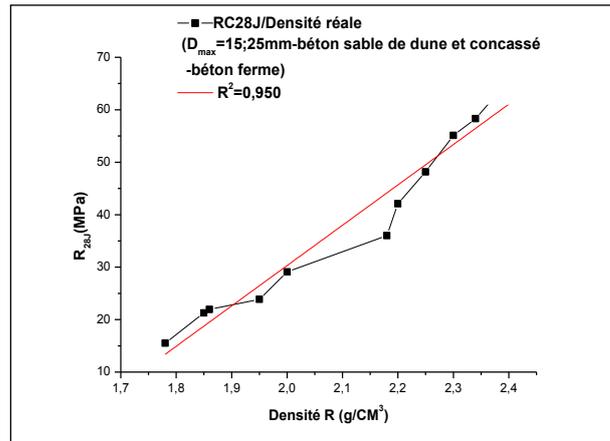


Figure V.5.5: RC28J en fonction de la densité réelle

**Interprétation**

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour (R<sub>C28J</sub>) de béton ferme en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (la densité réelle) en constat la densité elle a un corrélation très proche 1 qui est ( $R^2=0.950$ )

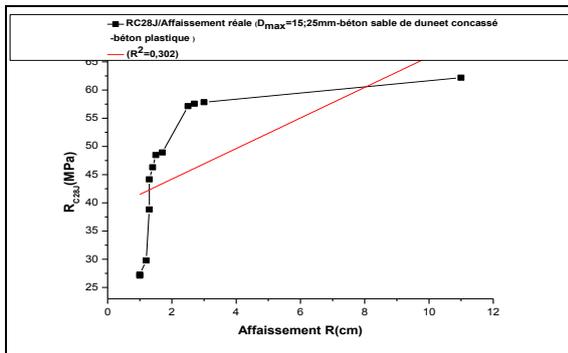


Figure V.5.6 : RC28J en fonction de l'affaissement

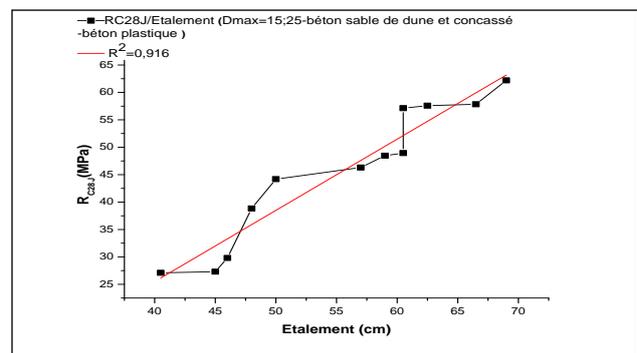


Figure V.5.7 :RC28J en fonction de l'étalement

**Interprétation**

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour (R<sub>C28J</sub>) de béton plastique en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (l'affaissement, l'étalement, E/C, G/S, et la densité réelle) en constat que le coefficient corrélation de l'étalement est très élevé par rapport à l'affaissement réelle

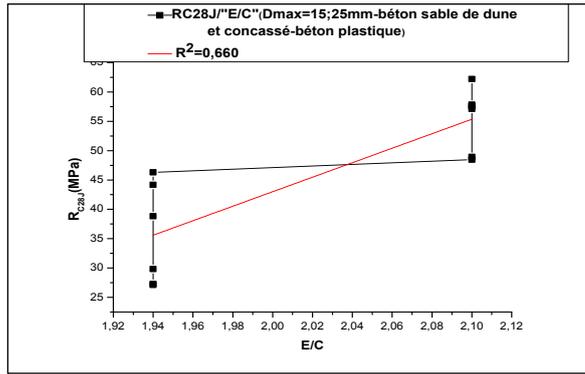


Figure V.5.8 : RC28j en fonction E/C

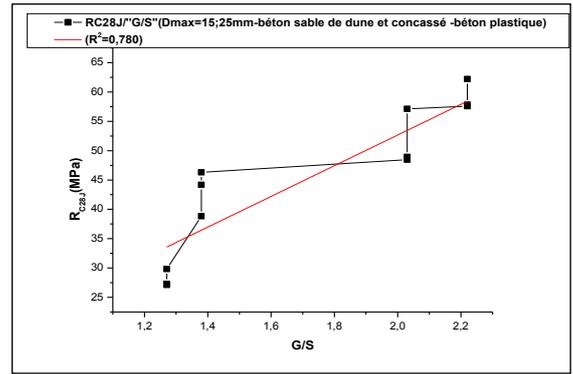


Figure V.5.9 : RC28j en fonction de G/S

**Interprétation :**

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour (R<sub>C28J</sub>) de béton plastique en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (l'affaissement, l'étalement, E/C, G/S, et la densité réelle) en constat qui concerne (G/S et E/C) ne remarque que  $R^2 < 0.800$  donc là corrélation est peu

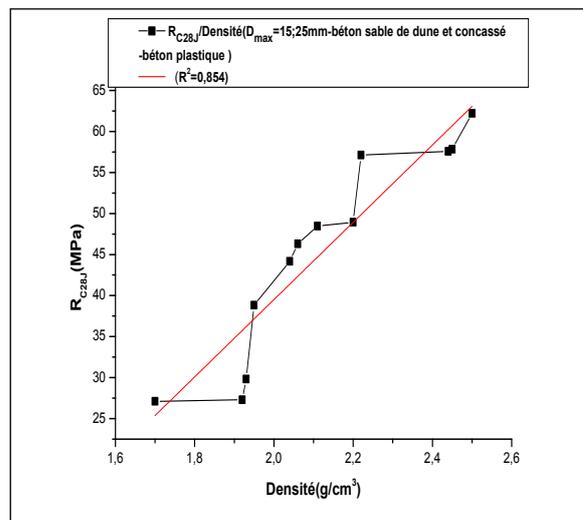


Figure V.5.10 : RC28jen fonction de la densité

**Interprétation :**

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour (R<sub>C28J</sub>) de béton plastique en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (l'affaissement, l'étalement, E/C, G/S, et la densité réelle) en constat la densité de notre fonction R (f(densité réal))et  $R^2 > 0.800$  donc à partir de ça on dit c'est notre bon corrélation

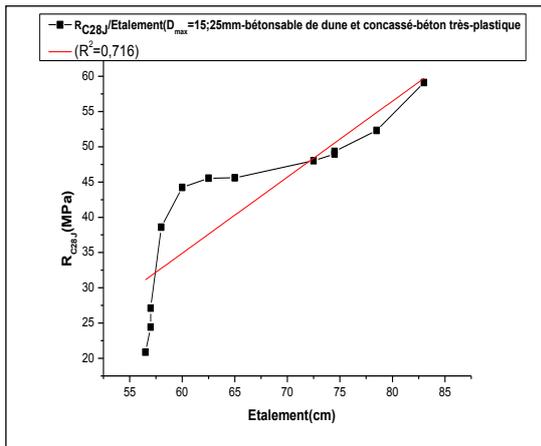


Figure V.5.12 : RC28j en fonction l'affaissement

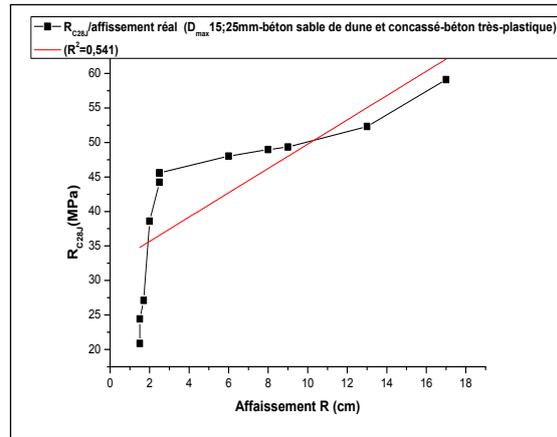


Figure V.5.11 : RC28j en fonction l'étalement

**Interprétation :**

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour ( $R_{C28j}$ ) de béton très-plastique en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (l'affaissement, l'étalement, E/C, G/S, et la densité réelle) en constat que le coefficient corrélation de l'étalement de béton très-plastique est très élevé par rapport à l'affaissement réelle

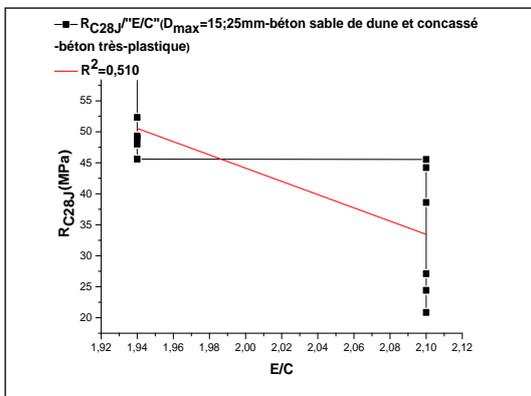


Figure V.5.13 : RC28j en fonction E/C

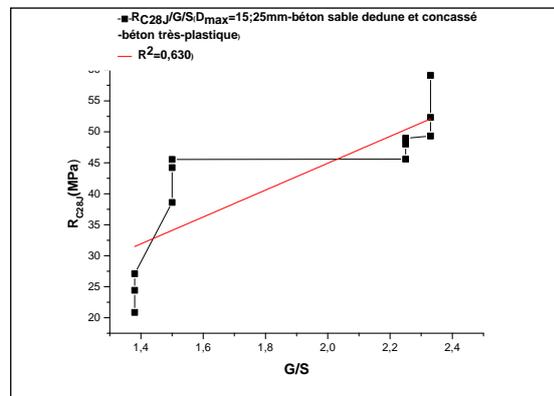


Figure V.5.14 : RC28j en fonction G/C

**Interprétation :**

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour ( $R_{C28j}$ ) de béton très-plastique en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (l'affaissement, l'étalement, E/C, G/S, et la densité réelle) en constat en ce qui concerne (G/S et E/C) ne remarque que  $R^2 < 0.800$  donc là corrélation est peu

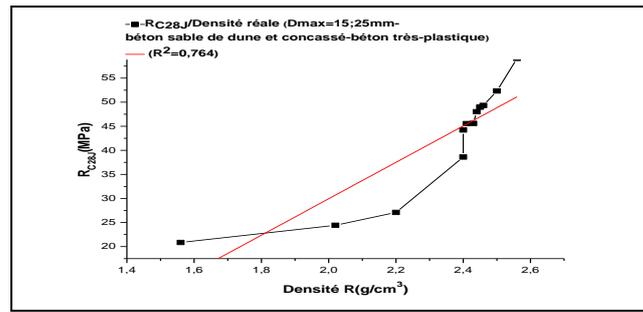


Figure V.5.15 :RC28j en fonction de la densité

**Interprétation :**

Après traçage les graphes de la résistance de compression à 28jour ( $R_{C28J}$ ) de béton très-plastique en fonction des paramètres suivante dans l'état frais (la densité réelle) en constat la densité de notre fonction  $R(f(\text{densités réales}))$  et  $R^2 < 0.800$  donc à partir de ça on dit c'est notre mauvaise corrélation

**V.6 transformation des paramètres de béton à l'état frais**

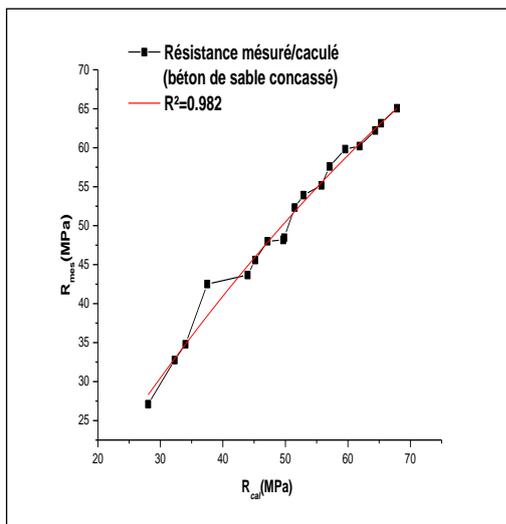


Figure V. 6.1 :RC28J mesuré en fonction calculé

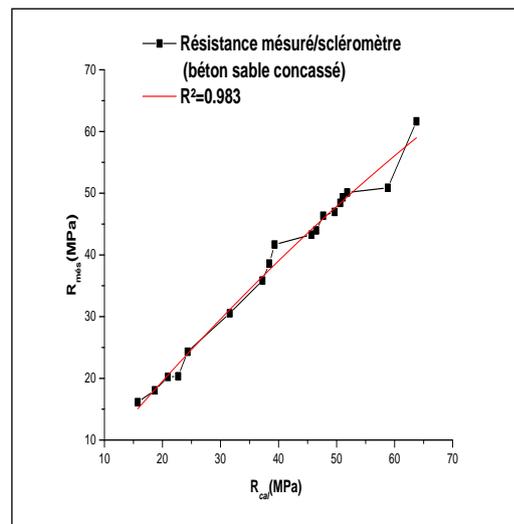


Figure V.6.2 : RC28J mesuré en fonction scléromètre

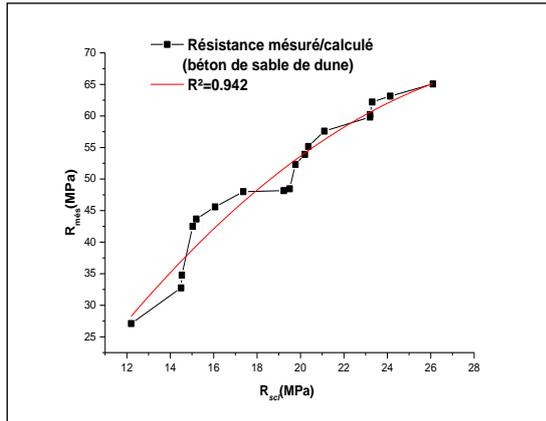
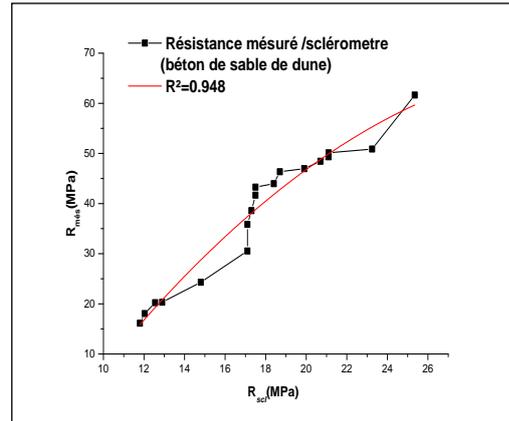


Figure V.6.3 :RC28J mesuré en fonction  
calculé



FigureV.6.4 :RC28J mesuré en fonction  
scléromètre

## Interprétation

Validation des résultats

$$R \geq (R_C, R_{SC})$$

$R \geq 0.08$  c'est à dire les valeurs d'écrasement sont des valeurs réales

$$R = f(R_C) \quad , \quad Y = A(x)$$

Pour sable de dune:

$$R_{\max} \text{ calculé est: } X=49.81, Y=48.46$$

$$R_{\max} \text{ mesuré est : } X=23.2 \quad , \quad Y=59.81$$

Pour sable concassé:

$$R_{\max} \text{ calculé est: } X=58.81, Y=50.86$$

$$R_{\max} \text{ mesuré est : } X=23.25 \quad , \quad Y=50.866$$

Coefficient de corrélation est très proche à 1 donc c'est parfait

### V.7 Analyse fractale

Transformation des courbes granulométriques (sable concassé)

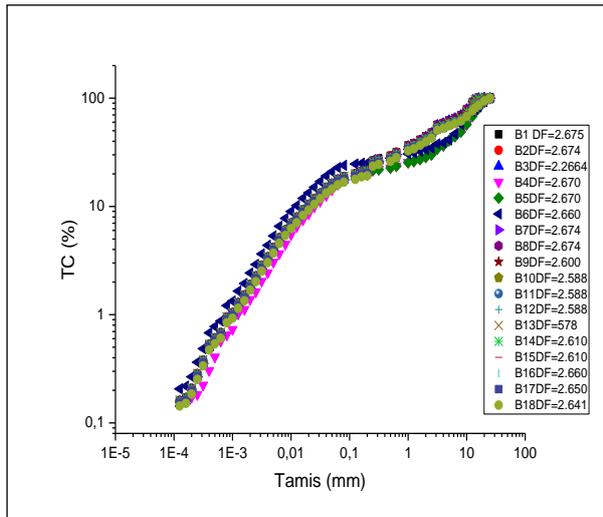


Figure V.7.1 : courbe granulométrique

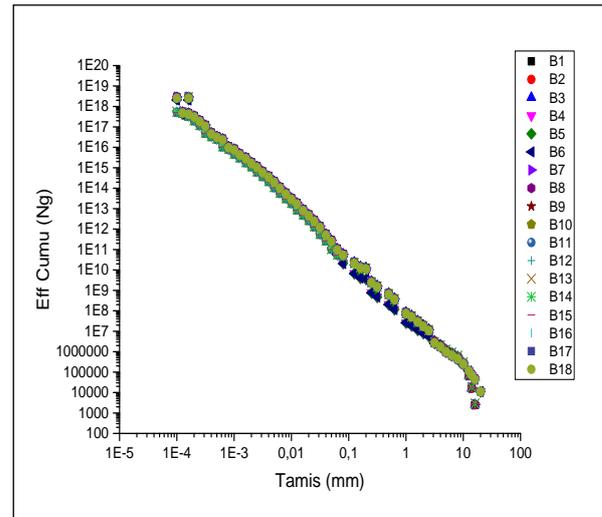


Figure V.7.2 Droite fractale

#### Interprétation :

D'après traçage les graphes on remarque que :

#### -Courbe granulométrique :

-La courbe de mélange est continue grâce à la présence de toutes les classes granulaires et tous les bétons ils a même analyse granulométrique.

#### -Droite fractale :

-La courbe de mélange est continue grâce à la présence de toutes les classes granulaires et tous les bétons ils a même analyse granulométrique

$$2.266 < DF < 2.675$$

## Transformation des courbes granulométrique (sable de dune)

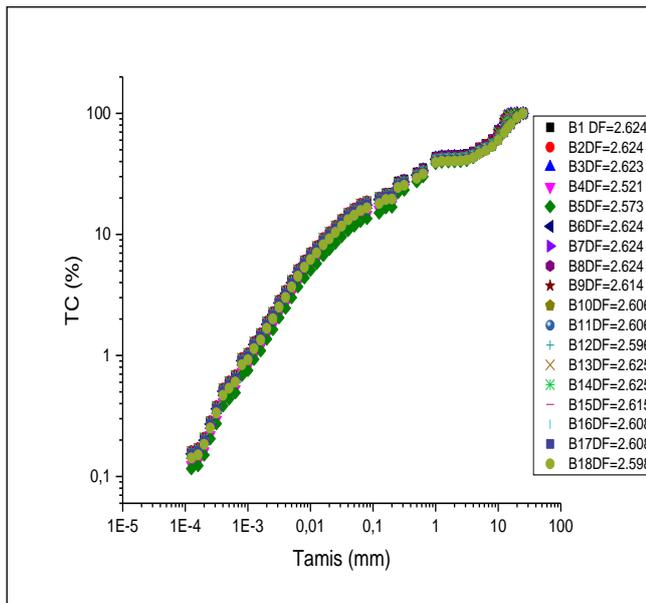


Figure V.7.3 : courbe granulométrique

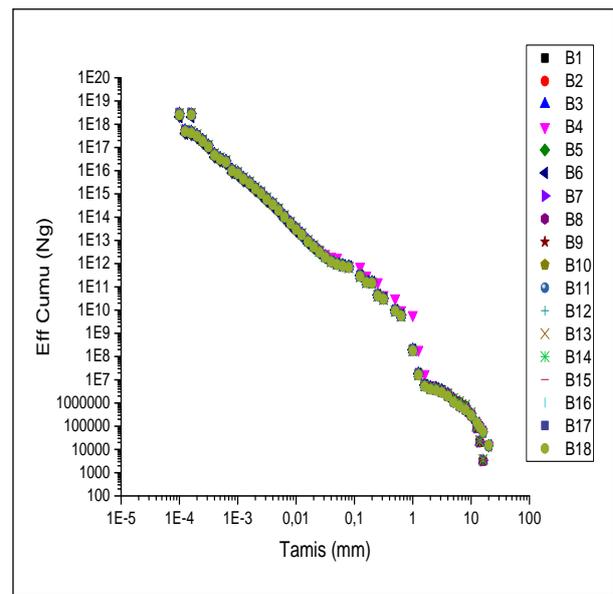


Figure V.7.4 : Droite fractale

**Interprétation**

D'après traçage les graphes on remarque que :

**-Courbe granulométrique :**

-La courbe de mélange est continue grâce à la présence de toutes les classes granulaires et tous les bétons ils a même dimension fractale.

**-Droite fractale :**

-La courbe de mélange est continue grâce à la présence de toutes les classes granulaires et tous les bétons ils a même dimension fractale.

$$2.521 < DF < 2.624$$

Tableau V.7.1 : Caractéristiques Physico-Mécanique de Béton adjuvanté de sable concassé avec fume de silice.

Bétons	Ouvrabilité	D <sub>max</sub>	DF	R <sup>2</sup>	ES	MF (m)	E/C	G/S	AFF	ET	RC28j	RCC	RCS										
B01SC	Ferme	15	2.65	0.99	48.16	3.33	2.10	1.17	0.8	45.5	20.23	20.92	12.03										
B02SC			2.67	0.99					0.6	45.5	24.3	24.33	17.5										
B03SC			2.66	0.99					1.5	47	20.32	22.70	21.1										
B04SC	Ferme	25	2.67	0.99			48.16	3.33	1.70	1.32	1.3	50	46.33	47.69	11.8								
B05SC			2.67	0.99							1.4	45	18.05	18.67	17.5								
B06SC			2.66	0.99							1.4	48	48.43	50.63	25.35								
B07SC	Plastique	15	2.67	0.99					48.16	3.33	2.10	1.27	2.5	58	49.32	51.02	14.8						
B08SC			2.67	0.99									1.42	57	50.86	58.81	19.9						
B09SC			2.60	0.99									1.7	56.5	43.96	45.66	17.3						
B10SC	Plastique	25	2.58	0.99							48.16	3.33	1.94	1.38	1.1	48.5	30.54	31.58	21.1				
B11SC			2.58	0.99											0.9	47	16.12	15.74	12.9				
B12SC			2.58	0.99											1.6	42	35.83	37.22	17.1				
B13SC	Très plastique	15	2.57	0.99									48.16	3.33	2.10	1.38	1.0	46	43.28	46.47	18.7		
B14SC			2.61	0.99													1.0	40.5	61.64	63.75	12.55		
B15SC			2.61	0.99													1.5	59	41.66	38.41	20.7		
B16SC	Très plastique	25	2.66	0.99											48.16	3.33	1.94	1.32	2.5	57	38.60	39.32	17.1
B17SC			2.65	0.99															1.5	62.5	50.11	51.82	18.4
B18SC			2.64	0.99															1.5	60	46.97	49.66	23.25

Table V.7.2 : Caractéristiques Physico-Mécanique de Béton adjuvanté de sable de dune avec fumé de silice

Bétons	Ouvrabilité	D <sub>max</sub>	DF	R <sup>2</sup>	ES	MF (mm)	E/C	G/S	AFF	ET	RC28j	RCC	RCS										
B01SC	ferme	15	2.62	0.98	91.35	2.14	2.10	1.94	5.5	66.5	43.66	45.16	16.066										
B02SC			2.62	0.98					4.5	64.5	65.07	67.86	21.1										
B03SC			2.62	0.98					4.5	51	63.14	65.30	20.35										
B04SC	Ferme	25	2.52	0.97			91.35	2.14	1.70	2.12	1.2	60.5	59.81	61.86	23.2								
B05SC			2.57	0.98							2.7	57	62.20	64.37	23.3								
B06SC			2.62	0.98							3	60.5	32.75	34.00	17.36								
B07SC	Plastique	15	2.62	0.98					91.35	2.14	2.10	2.03	13	78.5	27.09	28.04	15.03						
B08SC			2.63	0.98									2.5	65	45.59	47.15	14.53						
B09SC			2.61	0.98									9	83	48.01	49.65	19.76						
B10SC	Plastique	25	2.60	0.98							91.35	2.14	1.94	2.22	1.5	66.5	48.5	49.81	14.5				
B11SC			2.60	0.98											1.8	64.5	55.17	57.06	23.2				
B12SC			2.59	0.98											3.5	51	57.60	59.57	20.2				
B13SC	Très plastique	15	2.62	0.98									91.35	2.14	2.10	2.25	1.7	62.5	42.51	43.96	15.2		
B14SC			2.62	0.98													2.5	69	53.91	55.76	19.5		
B15SC			2.61	0.98													1.1	66.5	48.46	51.49	24.13		
B16SC	Très plastique	25	2.60	0.98											91.35	2.14	1.94	2.33	6	74.5	34.79	37.49	12.2
B17SC			2.60	0.96															17	72.2	60.21	32.27	26.1
B18SC			2.59	0.96															8	74.5	52.33	52.89	19.23

**V.8 Conclusion :**

On a conclu dans cette partie que :

Le béton à base de sable de dune donne des résistances à la compression satisfaisante surtout concernant la composition contenant le sable concassé B1SC. Les résistances à la compression du béton à base de sable de dune B1SD sont très acceptables.

Pour le même béton, on a ajouté un super plastifiant, ainsi une fumée de silice nous avons constaté que les résistances de ces bétons soient en sable de dune ou concassé augmentes. Donc les deux composants (adjuvant et addition) a influé sur notre béton positivement surtout la résistance mécanique à la compression.

On a étudié une substitution du sable de dune, puisqu'il est très utilisé généralement dans notre région d'Aougroute, et tenu compte l'influence de sa finesse sur le mélange granulats.

# **Conclusion générale**

### ***Conclusion générale***

L'obtention d'un bon béton est basée sur la qualité des constituants et leur dosage dans le mélange, pour cela cette étude est effectuée pour montrer l'influence de l'application de la méthode de formulation qui est la méthode de Dreux-Goriss.

Les objectifs de notre étude est de produire un béton haut performance économique dans la région d'ADRAR .Ce travail a été mener sur douze projets de béton. Le but principal de ce travail, était l'étude de l'effet de l'incorporation desgranulats locaux,et nous avons aussi présenté dans notre travail que la méthode de la formulation du béton s'appuie sur le mélange granulaire (gravier +sable concassé ou sable de dune).

Dans notre étude, nous avons proposé des dimensions (15mm ou 25mm).

D'après l'ensemble des résultants expérimentaux sur la méthode de formulation du béton, on peut conclure que :

Notre résultats sont basés sur douze projets, six projets avec du sable concassé. et six avec du sable de dune des matériaux locaux. Ce travail sera suivie par une ouvrabilité (ferme ou plastique ou très plastique) pour être conforme avec notre hypothèse. Nous avons aussi utilisé une addition minérale (fume de silice) et un adjuvant super-plastifiant pour améliorer la résistance mécanique.

L'utilisation de la fumée de silice a montré dans les résultats des tests mécaniques du béton avec du sable de dune les performances du béton, cela correspond à un dosage de 2% de la fumée de silice. Pour un béton de sable de dune, ça donne une valeurmeilleure que celle de béton avec du sable concassé.

Nous avons donc obtenu une bonne résistance d'un béton avec une composition de matériaux locaux

Nous avons effectué la comparaison des granulats entre les courbes granulométriques et dans la droite fractale des différents mélanges et dans les résultats de résistance à la compression de chaque projet.

Notons qu'à la fin de ce projet, qui constitue pour nous une première expérience surtout dans l'utilisation de l'outil informatique pour l'analyse fractale est très bénéfique.

# Référence bibliographique

## Références Bibliographiques

- [01] : G. Dreux, J. Festa 2007. «Nouveau guide de béton et ces constituants» Eyrolles.
- [02]: D. H, Boukli 2009 «construction à l'étude de la résistance caractéristique des bétons de la région de Tlemcen» Thèse de Doctorant. Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen.
- [03] : Y. Couasnet, 2010 «propriété et caractéristiques des matériaux» livre, Edition Eyrolles
- [04]: F. Yousfi, F. Harizi 2011 « étude d'un béton autoplaçant » Mémoire de licence, Université d'ADRAR.
- [05] : norme européenne (EN 206-1). 2014 «Béton-Partie 1: spécification, performances, production et conformité»
- [06]: A. Dahmani, 2015 « Influence du dosage du ciment dans le béton d'usage courants sur ces propriétés à l'état durci » Mémoire de Master, Université Mohamed Boudiaf - M'sila
- [07]: A. Mounir, M. Belhadj 2015 «L'influence des matériaux locaux et de ciment de haut fourneau sur la résistance mécanique de béton» Mémoire de Master, Université d'ADRAR.
- [08]: F. Yousfi. 2015 «L'influence de la Granularité Sur La Résistance Mécanique Du Béton» Mémoire de Master, Université d'ADRAR
- [09]: M. Abdeldjalil 2016 «La formulation de béton basé des matériaux locaux (Granulats de Adrar) » Revue africaine des Sciences Technologie et Développement ISSN 2335-1217.
- [10]: N. Hachemi et A. Boussa. 2016 «Influence des différentes granulométries du sable sur le Comportement mécanique du béton». Mémoire de Magister, Université De M'hamed Bougara – Boumerdes.
- [11]: A. Yaichi. 2017 «La formulation de béton à base des matériaux locaux (Utilisation de sable de dune)» Mémoire de Master, Université d'ADRAR.
- [12] : N. Aroussi, A. Dahmani 2018 « formulation de béton à base de granulats locaux et addition minérale (fumé de silice) » Mémoire de Master, Université d'ADRAR

# **Annexes**

**ANNEXE 01 :** Tableau selon Méthode DREUX-GORISSE.

Tableau 1: correspondance entre classe vraie et dénomination normalisée des ciments.

Dénomination normalisée	32,5 MPa	42,5 MPa	52,5 MPa
Classe vraie $\sigma'_c$	45 MPa	55 MPa	>60 MPa

Tableau 2: de valeurs approximatives du coefficient granulaire

Qualité des granulats	Dimension D des granulats		
	Fins ( $D \leq 16\text{mm}$ )	Moyens ( $20 \leq D \leq 40\text{mm}$ )	Gros ( $D \geq 50\text{mm}$ )
Excellente	0,55	0,60	0,65
Bonne, courante	0,45	0,50	0,55
Passable	0,35	0,40	0,45

Tableau 3: de corrections 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

**ANNEXE 02:** Détermination Dosage des granulats.

Tableau 4: de valeurs du coefficient correcteur

Vibration forme des granulats	Faible		Normale		puissante	
	roulé	Concassé	roulé	concassé	roulé	concassé
400+super-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

Tableau 5: de valeurs du Coefficient Compacité

Consistance	Serrage	$\gamma$ Coefficient de Compacité				
		D=5	D=10	D=12,5	D=20	D=31,5
Molle	-piquage	0,750	0,780	0,795	0,805	0,815
	-vibration faible	0,755	0,785	0,800	0,810	0,820
	-vibration normale	0,760	0,790	0,805	0,815	0,825
Plastique	-piquage	0,730	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 normale	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835
Frame	-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 normale	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845
-Sable roulé et gravier concassé = -0,01						
-Sable et gravier concassé = -0,03						

**ANNEXE 02 :CARRIERE AOUGROUTE**

CARRIERE  
AOUGROUTE



**Conforme à la norme EN 934-2****Superplastifiant -MEDAFLOW 30****DESCRIPTION :**

Le MEDAFLOW 30 est un super plastifiant haut réducteur d'eau formulé à base de polymères de synthèse combinés qui améliorent considérablement les propriétés des bétons.

Le MEDAFLOW 30 permet d'obtenir des bétons et mortiers de très haute qualité avec un long maintien d'ouvrabilité.

**DOMAINES D'APPLICATION:**

- Bétons à hautes performances
- Béton auto plaçant
- Bétons pompés
- Béton transporté
- Bétons précontraints et architecturaux

**PROPRIÉTÉS :**

Grâce à ses propriétés le MEDAFLOW 30 permet :

**Sur béton frais :**

- Réduire d'un rapport E/C
- Amélioration de la fluidité
- Un maintien d'ouvrabilité d'une heure (1 h)
- Faciliter la mise en œuvre du béton et éviter la ségrégation

**Sur béton durci :**

- Augmenter les résistances mécaniques à jeune âge et à long terme
- Diminuer la porosité
- Augmenter la durabilité
- Diminuer le retrait

**CARACTÉRISTIQUES :**

- Aspect..... Liquide
- Couleur ..... Marron
- pH..... 6.5 – 7.5
- Densité..... 1,12 ± 0,02
- Teneur en chlore..... < 0,1 g/l
- Extrait sec..... 36% + 1

*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 convenue pour déterminer la fourchette d'utilisation tenant compte des conditions réelles de chantier.*

**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 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

**DOSAGE**

Plage de dosage recommandée :

0,8 à 2,5 % du poids de ciment soit 0,7 litres à 2.2 litres pour 100 Kg de ciment.

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

**CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE**

Le MEDAFLOW 30 est conditionné en fûts de 250 kg et cubitenaire de 1100 kg.

Délai de conservation :

Une année dans son emballage d'origine, à l'abri du gel et de la chaleur (5°C < t < 35°C) homogénéiser le produit avant l'emploi.

Lors d'une exposition du produit au soleil, sa couleur est sujette à changer de ton.



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



**ANNEXE 4 : Fiche technique de Fumée de silice**

**Notice technique**  
**Edition 01.2018**  
CONDENSIL® S95 DM

**CONDENSIL® S95 DM**

Fumée de silice densifiée, addition pour bétons haute durabilité et hautes, très hautes et ultra hautes performances

**Conforme à la Norme NF EN 13263-1,2 : 2009, Marquage CE**

**N° d'enregistrement REACH 01-2119486866-17-0005**

**Code CAS 69012-64-2**

**Code EINECS 273-761-1**

**CARACTERISTIQUES GENERALES**

<b>Présentation</b>	CONDENSIL® S95 DM est une fumée de silice ultrafine obtenue lors de la fabrication du silicium.
<b>Domaines d'application</b>	La fumée de silice CONDENSIL® S95 DM permet de fabriquer des : <ul style="list-style-type: none"><li>• Bétons à haute durabilité résistants en milieux agressifs :<ul style="list-style-type: none"><li>- domaines agricoles : ensilage, stockage d'engrais, aires de stabulation...</li><li>- milieu industriel : industries chimiques et agro-alimentaires, sucreries, conserveries, laiteries, bacs de rétention...</li><li>- stations-service : béton en contact d'huiles et de carburants</li><li>- milieu marin : digue, aménagement portuaire...</li><li>- zone de montagne : présence d'eau pure, d'eau séléniteuse + gel dégel ou de sels de déverglaçage</li><li>- stations d'épuration, égouts, caniveaux...</li></ul></li><li>• Bétons à hautes résistances (BHP, BTHP et BUHP)</li><li>• Bétons pompables</li><li>• Bétons projetés</li></ul>
<b>Caractères généraux</b>	CONDENSIL® S95 DM confère aux bétons les propriétés suivantes : <ul style="list-style-type: none"><li>• améliore les performances mécaniques à long terme : résistances en compression, flexion et traction</li><li>• augmente le module d'élasticité</li><li>• réduit le fluage</li><li>• améliore la résistance à l'abrasion et à l'érosion</li><li>• améliore la durabilité en milieux agressifs</li><li>• diminue les risques d'expansion dus aux phénomènes d'alcali-réaction et de la réaction sulfatique interne (RSI)</li><li>• diminue la perméabilité aux gaz et aux liquides</li><li>• facilite le pompage de tous les bétons même peu dosés en ciment</li></ul>
<b>CARACTERISTIQUES TECHNIQUES</b>	
<b>Coloris</b>	Gris
<b>Conditionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vrac (toutes quantités jusqu'à 25 tonnes = <math>\approx 55 m^3</math>)</li><li>• Big bag (900 kg)</li></ul>
<b>Stockage</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vrac : silo étanche d'un volume suffisant et spécialement équipé (nous contacter).</li><li>• Big bag dans un local à l'abri de l'humidité.</li></ul>
<b>Conservation</b>	En silo ou dans son emballage d'origine intact, le produit se conserve 3 ans.

**PRECAUTIONS D'EMPLOI**

**Manipulation non dangereuse.**

Se référer à la fiche de données de sécurité disponible sur :  
[www.granitex.dz](http://www.granitex.dz)

**NB : La couleur des produits à base de Polycarboxylates d'Ether (PCE) lors d'une exposition aux UV, est sujette à changer de ton , mais qui n' a aucune incidence sur les propriétés et les effets de l'adjuvant.**

*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 convenue 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](mailto:granitex@granitex.dz)



## ANNEXE

### ANNEXE 06 : Analyse chimique et ménéralogique de l'eau



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATE ET POPULAIRE  
وزارة الموارد المائية  
MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU  
الوكالة الوطنية للموارد المائية  
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES  
Crée par décret N°81/167 du 25 juillet 1981- Compte Trésorerie d'Alger N°0019800065clé59  
الفرع الجهوي للجنوب الغربي  
Antenne Régionale Sud Ouest

Demandeur : ETUDIANT  
Analyse demandée : AF  
Date de Réception : 18/02/2019  
N de laboratoire : 4,961  
Designation : EAU D'UNIVERSITE ADRAR

20/02/2019

#### RESULTATS D'ANALYSES

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE	MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE
PH :	7.67	>6.5 et <9	Calcium Ca++ ml/l	64	200.00
Conductivité ms/cm	1.04	2.80	Magnésium mg++ mg/l	20	150.00
Turbidité eau brute NTU	-	5.00	Sodium Na+ mg/l	130	200.00
Turbidité eau déc. NTU	0.08		Potassium K+ mg/l	13.9	12.00
Résidu sec a 110° C mg/l	650	1500.00	Chlorures Cl- mg/l	180	500.00
Temperature °C	-	25.00	Sulfates SO4-- mg/l	180	400.00
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS		Bicarbonates HCO3- mg/l	122	-
			Carbonate CO3-- mg/l	ID	-
Oxygène Dissous mg/l	-		Silice SiO2 mg/l	-	-
Ammonium NH4+ mg/l	-	0.50	TH °F	24	-
Nitrite NO2- mg/l	-	0.20	TAC °F	10	-
Nitrate NO3- mg/l	15.2	50.00	TA °F	ID	-
O.phosphate PO4- mg/l	-	0.50	Minéralisat mg/l	644.8	-
Mat .Ox .(mil.Ac.) mg/l O2	-	5.00	Somme des ions mg/l	725.1	-
Fer mg/l	-	0.30	F - mg/l	-	-
DCO mg/lo2	-		DBO mg/lo2	-	-

#### interpretation :

Eau minéralisée de bonne qualité physico-chimique

Le prélèvement a été fait par le demandeur

Éditeur : sahraoui

CHEF DU LABORATOIRE

ANRH/ D.R.S.O : B.P 364 Adrar (W.ADRAR) - و.و.م.م. ص ب 364 أدرار -  
Tél : 049.36.04.67 Fax :049.36.03.95

## الملخص

تعتمد خلطة الخرسانة على تحديد المزيج الأمثل لمختلف المكونات لتحقيق خرسانة جيدة لبناء منشآت ذات جودة. في هذه المذكرة سعينا إلى دراسة تركيب وتوصيف الخرسانة على أساس مواد محلية ولقد اخترنا في دراستنا هذه حصى مستخرج من محاجر اوقروت (منطقة زاوية سيدي عبد الله). حيث يقع على بعد 7 كلم على زاوية سيدي عبد الله و15 كلم على بلدية اوقروت. قمنا بأدراج إضافات معدنية والمتمثلة في دخان السيليس كإضافات إسمنتية لإظهار مدى مساهمة هذه الإضافات في تحسين المقاومة في هذا الجانب التجريبي أردنا أن نعرف تأثير خصائص المواد وإنتاج خرسانة عالية الجودة والأداء الاقتصادي الكلمات المفتاحية: خرسانة، مقاومة، مكونات، مواد إضافية، ملدنات، مواد محلية.

## Le résumé

Le mélange de béton est basé sur la détermination d'un mélange optimal des différents ingrédients pour obtenir un bon béton et pour construire des installations de qualité.

Dans ce mémoire, nous avons cherché à étudier l'installation et la caractérisation du béton sur la base de matériaux locaux et nous avons choisi dans notre étude le gravier extrait des carrières d'Aougroute (zone de coin Sidi Abdallah), où il est situé de 7 km à l'angle de Sidi Abdallah et à 15 km sur la municipalité d'Aougrout.

Nous avons inclus des additifs ménérales, tels que la fumée de silice, comme ajouts concrets pour montrer comment ces ajouts contribuent à l'amélioration de la résistance.

Dans cet aspect expérimental, nous voulions connaître l'effet des propriétés essentielles et la production de béton de haute qualité et sa performance économique.

**Mots clé :** béton, résistance, composants, addition, adjuvant, matériaux locaux.