

## I.Introduction

Nous présentons dans cette partie les différents matériaux utilisés dans l'étude expérimentale et les essais réalisés sur le béton. Ces essais ont été effectués aux laboratoires de génie civil de l'université de Djelfa.

### II.1 Matières premières

Les Principaux composants des bétons élaborés sont :

#### II.1.1 Le ciment

Le ciment utilisé est: CPJ-CEM II/B 42, 5

##### II.1.1.1 Analyse chimique et minéralogique du ciment :

Type du ciment est un ciment portland CPJ CEM II/B 42,5 et [NA 442 :2000] provenant de la cimenterie de M'silla. Les résultats sont illustrés dans le tableau

(II.1) :

**Tableau II.1.** Analyse chimique du ciment

	Elément	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CL	PAF	Total
CPJ	%	21.9	5.73	3.13	60.18	1.85	2.29	0.19	0.83	0.02	8.1	101.1

La composition minéralogique du clinker a été déterminée en utilisant la formule empirique de [BOGUE, 1955]. Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant

**Tableau II.2.** Composition minéralogique du ciment

Phases	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
CPJ	55.41	13.65	2.25	14.83

#### II.1.1.2. Caractéristiques physiques du ciment

- **Masse volumique apparente NF P18-555 [1]**

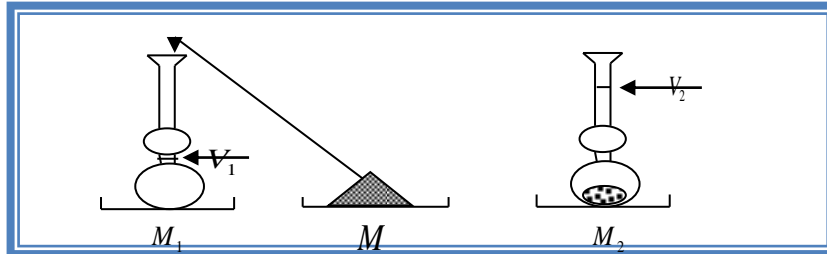
C'est le rapport de la masse de l'échantillon M sur son volume total apparent

V<sub>app</sub>:

$$\rho_{app} = \frac{M_T}{V_{app}}$$

- **Masse volumique absolue NF P18-555 [1]**

La masse volumique absolue est déterminée en utilisant le dispositif Le Chatelier représenté sur la figure II.1.



**Figure II.1.** Dispositif expérimental de l'appareil Le Chatelier

La masse volumique absolue est donnée par :

$$\rho_{abs} = \frac{M_2 - M_1}{V_2 - V_1}$$

Où  $M_1$  : Masse de (cellule + benzène)

$M_2$  : Masse de (cellule + benzène + ciment)

$V_1$  : Le volume du benzène initial

$V_2$  : Le volume du benzène final (après introduction du ciment)

La masse volumique apparente et absolue des ciments sont donnés dans le tableau (II.3)

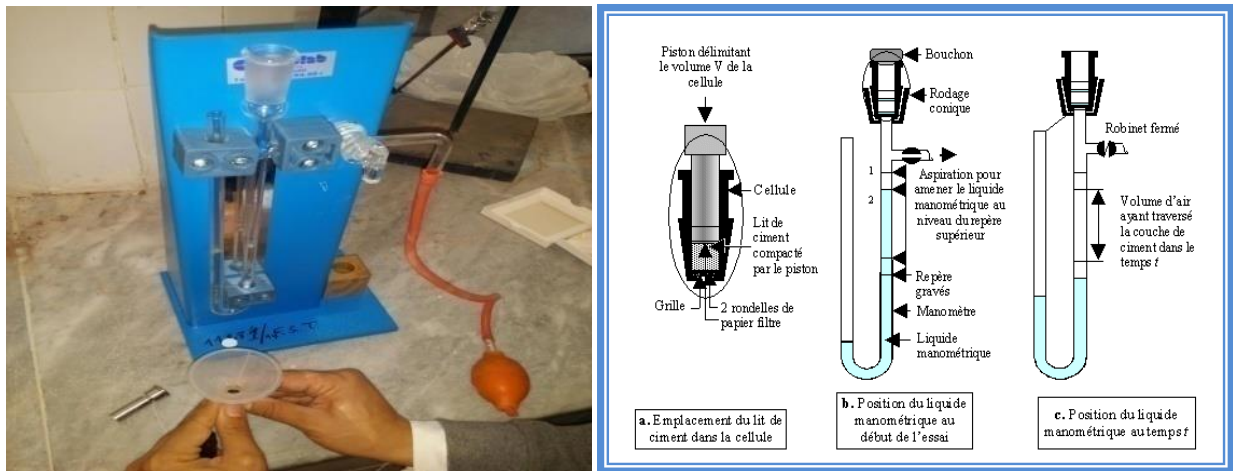
**Tableau II.3.** La masse volumique apparente et absolue du ciment

La masse volumique kg/l	$\rho_{app}$	$\rho_{abs}$
CPJ	1.03	3.02

- **Surface spécifique Blaine NFP 196.6 [08]**

Elle est mesurée par comparaison avec un ciment de référence dont la surface spécifique est connue. Il s'agit de faire passer un volume d'air connu à travers une poudre de ciment, plus la surface spécifique de cette poudre est importante et plus le temps mis par l'air pour traverser la poudre est long. Dans les conditions normalisées, la surface spécifique est proportionnelle à  $\sqrt{t}$ .

L'appareil d'essai est appelé « Blaine ».



**Figure II.2.** Dispositif expérimental du perméabilimètre de Blaine

D'après cet essai, la surface spécifique est calculée à l'aide de l'expression :

$$S_m = K_s \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon^3} \cdot \sqrt{t}}{\rho_{abs} (1 - \varepsilon) \sqrt{\eta}}$$

Où  $K_s$  est la constante de l'appareil (= 43) ;  $\varepsilon$ , La porosité ;  $\rho_{abs}$ , La masse volumique absolue du ciment ( $\text{kg/m}^3$ ) ;  $\eta$ , La viscosité dynamique de l'air ( $\text{Pa.s}$ ) ;  $t$ , le temps en seconde mis par l'air pour traverser la masse du ciment.

. Les résultats de cet essai ont donné une valeur moyenne de la surface spécifique du ciment dans le Tableau (II.4).

**Tableau II.4.** La surface spécifique du ciment

Type de ciment	La surface spécifique ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )
CPJ	3242.36

❖ **Consistance normale et temps de prise du ciment**

➤ **Consistance normale du ciment**

L'essai de consistance normale permet de déterminer le pourcentage d'eau nécessaire pour fabriquer une pâte dite de consistance normale. Cet essai est réalisé selon la norme EN 196-3 [07].. Il s'agit de mesurer l'enfoncement d'une sonde normalisée libre sous son propre poids dans une pâte préalablement préparée et contenue dans le moule tronconique de l'appareil de Vicat. La pâte est dite normale lorsque la différence entre la

hauteur du moule et l'enfoncement de l'aiguille est égale à  $6 \pm 1$ (mm). Le malaxage est réalisé par un petit malaxeur où l'on doit suivre le procédé décrit par la norme. En faisant varier le rapport E/C pour différents gâchés, on a trouvé que le rapport E/C correspondant à 27.8% est celui qui définit la consistance normale du ciment employé.

➤ **Prise du ciment.**

La durée de prise d'un ciment est généralement caractérisée par deux temps:

-Le temps de début de prise.

-Le temps de la fin de prise.

On appelle le début de prise le moment où l'aiguille de Vicat, de section  $1\text{mm}^2$  ne pénètre plus jusqu'au fond de l'anneau. La fin de prise correspond au moment où cette même aiguille ne laisse plus d'empreinte sur la pâte.

-La vitesse de prise augmente avec l'augmentation de la finesse de mouture du liant.

-La vitesse de prise est d'autant plus faible que la quantité d'eau de gâchage est élevée.

-L'accroissement de la température accélère la prise.

Les résultats de l'essai de prise sont regroupés dans le tableau II.5:

**Tableau II.5.** Temps de début et de la fin de prise du ciment

CPJ	Essai à froid	Essai à chaud
Début de prise	2h32min	27min
Fin de prise	3h43min	1h10min

### II.1.1.3. Caractéristiques mécaniques du ciment

Les essais mécaniques sont réalisés au niveau du laboratoire de la cimenterie de M'silla. Les résultats de la résistance à la compression et à la traction du ciment sont donnés dans le tableau II.6 :

**Tableau II.6 .** Les caractéristiques mécaniques du ciment

<b>CPJ</b>	
<b>2 jours</b>	<b>28jours</b>
22.14	47.96
4.37	7.77

### II.1.2. Le sable

Les sables utilisé est un sable alluvionnaire (0/5) et sable calcaire provenant de la région d'Oued Messaad située au sud de la ville de Djelfa.

#### II.1.2.1 Caractéristiques granulaire des sables

##### A. Analyse granulométrique des sables

Granulométrie c'est la détermination des dimensions des grains. L'analyse granulométrique est l'un des essais les plus indispensables effectués dans la composition du béton .C'est un essai qui réalisé selon NFP 18-431 [02] et qui consiste à classer les granulats suivants leurs grosseurs. Les résultats de l'analyse granulométrique du sable sont regroupés dans le tableau II.7, et sa courbe granulométrique est représentée sur la figure II.5. La forme de la courbe granulométrique du sable est une courbe des granulats riche en éléments fins.

**Tableau II.7.** Résultats de l'analyse granulométrique des sables (0/5)

<b>Masse du sable =1000 g</b>		
<b>D-Tamis (mm)</b>	<b>Tamisât-en(%)</b>	
	<b>Sable alluvionnaire</b>	<b>Sable calcaire</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
<b>4</b>	97,99	99,84
<b>3.15</b>	95,46	98,47
<b>2.5</b>	93,03	90,65
<b>1.25</b>	86,1	59,54
<b>1</b>	83,4	54,04
<b>0.63</b>	72,03	41,19
<b>0.5</b>	63,76	37,52
<b>0.315</b>	34,59	29,93
<b>0.25</b>	23,04	27,27
<b>0.2</b>	13,22	21,15
<b>0.16</b>	6,22	15,49
<b>0.08</b>	0,91	9,91
<b>&lt;0.08</b>	0	0

## B. Module de finesse

La finesse du sable est définie comme étant la somme des refus cumulés exprimés en pourcentage sur les tamis de la série : 5, 2.5, 1.25, 0.63, 0.315 et 0.16 mm. Plus le module de finesse est élevé plus le granulat est grossier.

Un bon sable de béton devrait avoir un module de finesse compris entre 2.20 et 2.80. Dans le cas de la granulométrie du sable .Le module de finesse égale à

$$\mathbf{MF}_{\text{Alluvionnaire}} = (0+93,03+ 86,1+ 72,03+ 34,59+6,22)/100=\mathbf{2.91}$$

$$\mathbf{MF}_{\text{Calcaire}} = (0+90,65+59,54+41,19+29,93+15,49)/100=\mathbf{2.37}$$

### II.1.2.3 Caractéristiques physiques des sables

✓ **Masse volumique apparente  $\rho_{app}$  et absolue  $\rho_{abs}$  NF P18-555 [01]**

Les masses volumiques apparente et absolue moyennes du sable sont regroupées dans le tableau II.8.

**Tableau II.8.** Masses volumiques apparentes et absolues moyennes pour les différents sables

Type du Sable	Masse volumique absolues (g/cm <sup>3</sup> )	Masse volumique apparente (g/cm <sup>3</sup> )
Sable alluvionnaire	2650	1450
Sable calcaire	2660	1550

✓ **Compacité et porosité**

La compacité ( $C_c$ ) est le rapport du volume de la matière pleine au volume total. L'essai est réalisé selon la norme NFP18-555 [01]

$$C_c = \frac{V - V_v}{V} = 1 - \frac{V_v}{V} = 1 - \varepsilon$$

$$C_c = \frac{V_{abs}}{V} = \frac{\rho_{abs}}{\rho_{app}}$$

Où

$V_v$ : le volume des vides

$V$ : le volume total apparent.

$\epsilon$ : la Porosité.

Les résultats de mesure donnent :

$C_{C.S.alluvionnaire} = \frac{1450}{2650} = 0.54$	$\epsilon = 1 - 0.54 = 0.46$
$C_{C.S.Calcaire} = \frac{1550}{2660} = 0.58$	$\epsilon = 1 - 0.58 = 0.42$

✓ **Coefficient d'absorption**

Le coefficient d'absorption est défini comme le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon après imbibition dans l'eau à 20°C pendant 24 heures (NFP18-555)[01], soit :

$$A_b = \frac{M_a - M_s}{M_s}$$

Où

$M_s$ : est la masse de l'échantillon séché à l'étuve à 105 °C jusqu'à masse constante

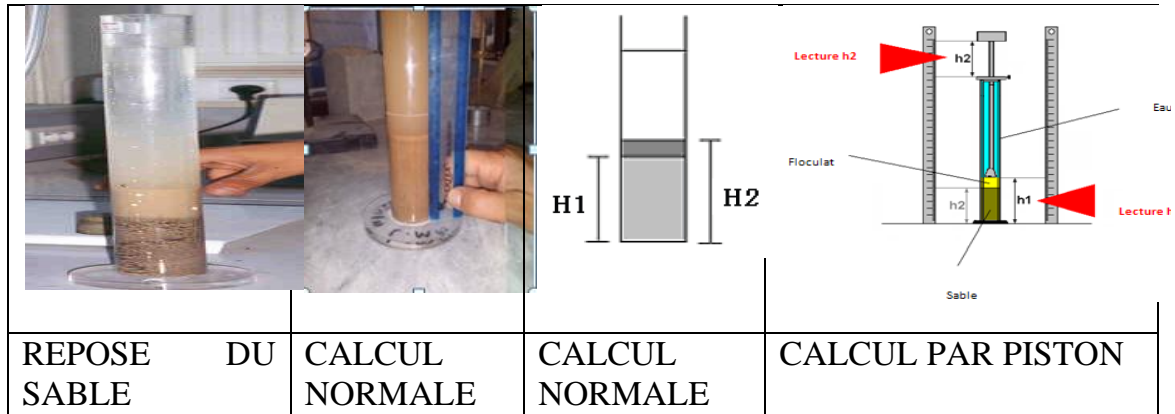
$M_a$ : est la masse de l'échantillon après imbibition dans l'eau pendant 24h à  $T=20^\circ\text{C}$ .

✓ **Equivalent de sable**

**- Essai d'équivalent de sable (Norme NF P18-598) :**

Cet essai consiste à plonger un poids défini de sable dans une solution floculant. Après agitation, on laisse décanter le mélange pendant 20 minutes, ensuite on mesure la hauteur dans l'éprouvette normalisée du sédiment (H1) et du sédiment + floculant (H2) L'équivalent de sable est donné par :

$$ES = (H1/H2) \times 100 \%$$



**Figure II.3.** Essai de l'équivalent de sable

L'équivalent de sable est d'autant plus élevé que la teneur en argile est plus faible. Pour notre essai nous avons trouvé les résultats de l'essai d'équivalent de sable sont récapitulés dans le tableau II.9 suivant :

**Tableau II.9.** Equivalent du sable

	H <sub>2</sub> (cm)	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>2</sub> *(cm)	Es visuel %	Es piston %
<b>Sable ravière</b>	7.5	8.5	10	88	85
<b>Sable calcaire</b>	9.7	10	9	97	90.1

### II.1.3 .Le gravier

Le gravier est d'origine calcaire, concassé, composé de deux fractions (3/8), (8/15). Les graviers concassés adhèrent bien à la pâte de ciment et offrent au béton de bonnes caractéristiques mécaniques.

#### II.1.3.1. L'analyse granulométrique du gravier

Les résultats de l'analyse granulométrique du gravier 8/15 et 3/8 par l'essai granulométrique ( voir figure II.4) sont donnés respectivement dans le tableaux II.10 . Leurs courbes granulométriques sont Montrées sur la figure II.4.



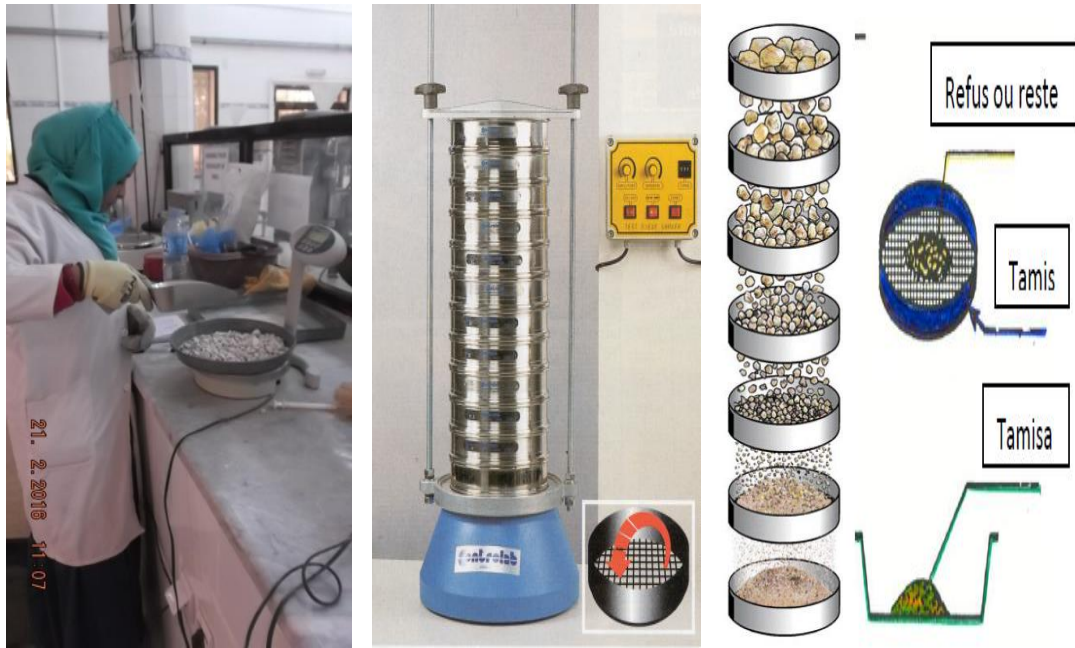


Figure II.4. Essai granulométrique

Tableau II.10. Résultats de l'analyse granulométrique du gravier (8/15) et (3/8)

Diamètre des tamis (mm)	Tamisât (%)	
	G1 (3/8)	G2 (8/15)
16		100
12.5		84.99
10		65.88
8	100	39.28
6.3	77.47	16.51
5	41.95	
4	9.02	
3.15	1.96	

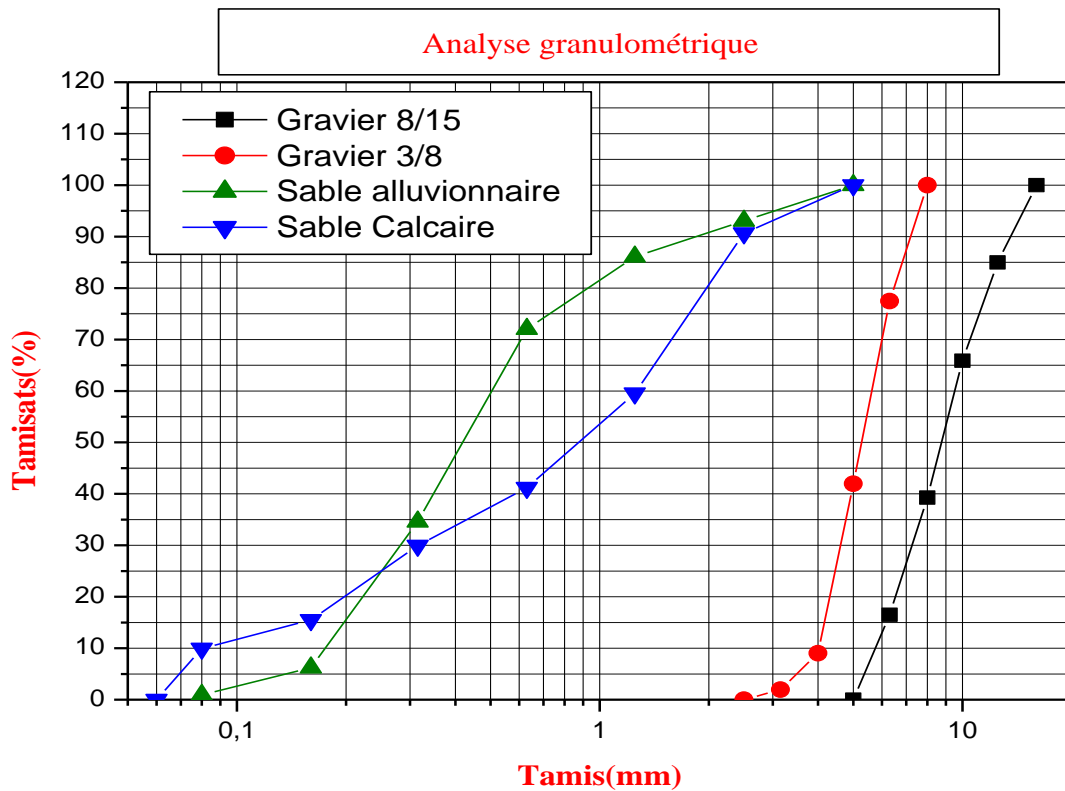


Figure II.5. Courbes granulométriques des granulats

### II.1.3.2. Caractéristiques physiques du gravier

Les propriétés physiques des graviers sont regroupées dans le tableau II.11

Tableau II.11. Caractéristiques physiques du gravie

Classe granulaire	3/8	8/15
<b>Propriété physique</b>		
Masse volumique apparente (g/cm <sup>3</sup> )	1.37	1.353
Masse volumique absolue (g/cm <sup>3</sup> )	2,55	2,55
Porosité (%)	51.12	50.91
Degré d'absorption (%)	0.24	0.098
Teneur en eau (%)	0.159	0.097

#### **II.1.4 L'eau de gâchage**

L'eau utilisée est une eau potable du robinet. Elle convient pour la confection du béton à condition qu'elle remplie toutes les prescriptions des normes NF P 18-303[04] et EN 1008 concernant les concentrations des matières en suspension et les sels dissous. Une eau de mauvaise qualité peut avoir des effets néfastes sur le béton tels que la carbonatation, la corrosion des armatures, la diminution de la résistance mécanique, l'accélération ou le ralentissement du temps de prise et l'apparition des taches nuisibles sur la surface du béton.

#### **II.2. Formulation des bétons**

Afin de répondre à notre objectif, deux séries de béton ont été confectionnées en faisant varier le dosage en ciment de 300 à 400 kg/m<sup>3</sup> avec un pas de 50 kg/m<sup>3</sup>. Nous avons fixé le même critère d'ouvrabilité à tous les bétons confectionnés afin de mener une étude rationnelle et objective. A cet effet, on a veillé lors de la formulation que l'affaissement au cône d'Abrams des bétons soit compris entre 6 et 8 cm. La formulation d'un béton consiste à définir le mélange optimal des différents constituants du béton permettant d'assurer à la fois une ouvrabilité et une résistance mécanique convenables. La méthode de formulation utilisée est celle de Dreux Gorisse. C'est une méthode simple et pratique basée sur les courbes granulométriques des granulats.

##### **II.2.1. Principe de la méthode de Dreux-Gorisse**

La méthode de formulation de Dreux-Gorisse permet de déterminer les quantités optimales de matériaux (eau E, ciment C, sable S, gravillon g et gravier G) nécessaires à la confection d'un mètre cube de béton conformément au cahier des charges. Le principe de la méthode consiste à déterminer pour une ouvrabilité et une résistance escomptées:

Le dosage en ciment et en eau à partir de la formule de Bolomey.

Les proportions volumétriques des classes granulaires à partir de la courbe 10

granulométrie.

Les proportions pondérales des constituants pour un mètre cube du béton.

L'explication des différentes étapes de la méthode peut être éclaircie à travers l'étude de l'exemple du béton dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>. Les caractéristiques préliminaires moyennes du béton à formuler sont :

1. Consistance plastique : Un affaissement au cône d'Abrams d'environ 6 à 8cm.
2. Résistance : une résistance nominale à la compression à 28 jours de  $\sigma'_n = 24\text{MPa}$

### II.2.1.1 Le dosage en eau

Le dosage en eau peut être déterminé en considérant la relation suivante :

$$\sigma'_{28} = G \cdot \sigma'_c \left( \frac{C}{E} - 0.5 \right) \quad (\text{II.1})$$

et:

$$\sigma'_{28} = \sigma'_n + 15\% \cdot \sigma'_n \quad (\text{II.2})$$

Avec :

$\sigma'_{28}$ : résistance moyenne en compression désirée à 28 jours déterminée par la relation (II.2)

$\sigma'_c$  : la classe vrai du ciment calculée à 28 jours égale à 479.6 bars (voir tableau II.6).

$\sigma'_n$  : résistance nominale en compression à 28 jours  $\sigma'_n = 240$  bars.

C : Dosage en ciment exprimé en kg/m<sup>3</sup>.

E : Dosage en eau totale efficace pour les matériaux secs (en litre pour 1 m<sup>3</sup>).

G : Coefficient granulaire égale à 0.45 pour les granulats courants.

En appliquant la relation (II-1), on trouve pour un dosage en ciment de 350 kg/m<sup>3</sup> les rapports suivants :

Le rapport  $C/E \approx 2$

Le dosage en ciment  $C = 350$  kg/m<sup>3</sup>.

Le dosage en eau  $E = 200$  l/m<sup>3</sup>.

### II.2.1.2 Le dosage des granulats

Les courbes granulométriques des granulats sont présentées sur la figure (II-5)

.On procède à la représentation linéaire de la courbe granulaire de référence

OAB (Figure II-4.a.b.c.et d) qui selon Dreux – Gorisse, le point de brisure A

de la courbe de référence est à l'abscisse  $\frac{D}{2} = 8$  (module 40) son ordonnée est

donnée par :

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s$$

$$K_s = 6.MF - 15$$

Où K est un coefficient de correction fonction du dosage en ciment, de la puissance de vibration et de l'angularité des granulats. Les valeurs de K est données dans le Tableau II.12.

**Tableau II.12.** les valeurs K, fonction de la forme des granulats, du mode de vibration et du dosage en ciment

Vibration	Faible		Normale		Puissante	
Forme des granulats (du sable en particulier)	Roulé	Concassé	Roulé	Concassé	Roulé	Concassé
Dosage en Ciment (350)	+ 2	+ 4	0	+ 2	- 2	0

Pour un dosage en ciment de 350 kg ; un granulat concassé et une vibration normal, on opte pour valeur de K= 0.

D'où l'ordonnée correspondant au dosage en ciment de 350 kg :

$$Y_1 = 50 - 4 + 0 - 2.46 = 43.54 \%$$

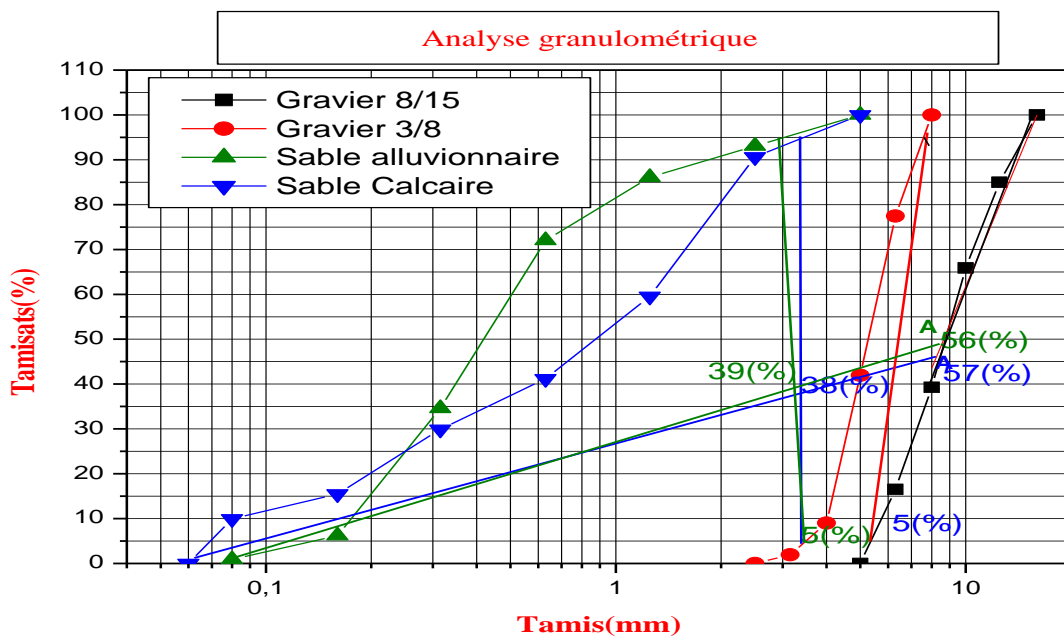
$$Y_1 = 50 - 4 + 0 - 0.78 = 45.22 \%$$

Pour l'autre dosage en ciment les valeurs de l'ordonnée Y sont données dans le Tableau (II.13):

**Tableau II.13.** Les termes de correction et l'ordonnée Y pour les différents dosages en ciment

Dosage en ciment (kg/m3)	L'abscisse de point A (mm)	K	Ks	Y (%)
350	8	2	-2.88	45.12

La ligne de partage entre les deux granulats s'obtient en joignant le point 95% de la courbe du sable au point 5% de la courbe du gravier 3/8 et la deuxième ligne de partage entre les deux graviers 3/8 et 8/15 ( 95%, 5%). Les deux points de rencontre des deux lignes de partage avec la courbe de référence OAB (dosage 350) donne le partage des pourcentages de sable et de gravier 3/8 et 8/15, soit:



**Figure II.6.** Courbes granulométriques des granulats

Pourcentage de sable alluvionnaire 0/5: 39%

Pourcentage de gravier 3/8 : 5%

Pourcentage de gravier 8/15 : 56%

Pourcentage de sable calcaire 0/4: 38%

Pourcentage de gravier 3/8 : 5%

Pourcentage de gravier 8/15 : 57%

Les résultats correspondants de l'autre dosage en ciment sont donnés dans le tableau(II.14) Les pourcentages des granulats pour les différents dosages (%)

Granulat

**Tableau II.14.** le partage des pourcentages des granulats

Granulat	Les pourcentages des granulats pour les différents dosages (%)	
	Dosage 350 kg/m <sup>3</sup>	
Sable alluvionnaire 0/5	---	39
Sable calcaire 0/4	38	---
Gravier 3/8	5	5
Gravier 8/15	57	56

### II.2.1.3 Évaluation des proportions pondérales des composants de béton

Pour estimer les masses des granulats nécessaires à formuler un mètre cube de béton, on doit déterminer le coefficient de compacité  $\gamma$ . Cette valeur est choisie en fonction du diamètre D (16mm), de la consistance et du mode de serrage. Ce coefficient est le rapport des volumes réels des composants solides du béton\* et du volume unitaire de béton frais (1000 litres). Les valeurs de  $\gamma$  est données dans le Tableau (II.15).

**Tableau II.15:** valeurs coefficient de compacité  $\gamma$

Consistance	Serrage	Capacité ( $\gamma$ )						
		D <sub>max</sub> =5	D <sub>max</sub> =8	D <sub>max</sub> =12.5	D <sub>max</sub> =20	D <sub>max</sub> =31.5	D <sub>max</sub> =50	D <sub>max</sub> =80
<b>Molle (TP-FI)</b>	Piquage	0.750	0.780	0.795	0.805	0.810	0.815	0.820
	Vibration faible	0.755	0.785	0.800	0.810	0.815	0.820	0.825
	Vibration normale	0.760	0.790	0.805	0.815	0.820	0.825	0.830
<b>Plastique (P)</b>	Piquage	0.760	0.790	0.805	0.815	0.820	0.825	0.830
	Vibration faible	0.765	0.795	0.810	0.820	0.825	0.830	0.835
	Vibration normale	0.770	0.800	0.815	0.825	0.830	0.835	0.840
	Vibration puissante	0.775	0.805	0.820	0.830	0.835	0.840	0.845
<b>Ferme (F)</b>	Vibration faible	0.775	0.805	0.820	0.830	0.835	0.840	0.845
	Vibration normale	0.780	0.810	0.825	0.835	0.840	0.845	0.850
	Vibration puissante	0.785	0.815	0.830	0.840	0.845	0.850	0.855

Par interpolation linéaire entre les valeurs  $\gamma_{D12.5}=0.815$  et  $\gamma_{D20}=0.825$  (pour un béton plastique, vibration normal) on obtient  $\gamma_{D16}=0.820$ , les volumes absolus des constituants solides sont les suivants

**Sable alluvionnaire(S<sub>1</sub>) :**

- Volume absolue des granulats=volume total absolue – volume absolue de ciment

$$= (1000*0.820) - \frac{350}{3.02} = 704.10 \text{ L}$$

- Volume absolue du sable = Volume absolue des granulats \* pourcentage.  
 $= 704.1*0.39=274.56 \text{ L}$
- Volume absolue du gravier 3/8 =  $704.1*0.05=35.20 \text{ L}$
- Volume absolue du gravier 8/15=  $704.1*0.56=394.30 \text{ L}$

**Sable calcaire (S<sub>2</sub>) :**

- Volume absolue des granulats=volume total absolue – volume absolue de ciment

$$= (1000*0.820) - \frac{350}{3.02} = 704.10 \text{ L}$$

- Volume absolue du sable = Volume absolue des granulats pourcentage.  
 $= 704.1*0.38 = 267.558 \text{ L}$
- Volume absolue du gravier 3/8 =  $704.1*0.05 = 35.205 \text{ L}$
- Volume absolue du gravier 8/15=  $704.1*0.57 = 401.34 \text{ L}$

Les densités absolues des granulats sont de 2.57 pour le sable et 2.55 pour le gravier. Il s'ensuit les dosages massiques en matériaux secs suivants:

- Sable **S<sub>1</sub>**= Volume absolue du sable\* densité absolue de sable.  
 $= 274.56*2.65 = 727.58 \text{ kg}$
- Gravier **G<sub>3/8</sub>**= $35.20*2.55 = 89.77 \text{ kg}$
- Gravier **G<sub>8/15</sub>**= $394.30*2.55 = 1005.45 \text{ kg}$
- Ciment=350 kg
- Eau = 200 kg
- Sable **S<sub>2</sub>**= Volume absolue du sable\* densité absolue de sable.  
 $= 267.558 *2.66 = 711.70 \text{ kg}$
- Gravier **G<sub>3/8</sub>**=  $35.205 *2.55 = 89.77 \text{ kg}$
- Gravier **G<sub>8/15</sub>**=  $401.34 *2.55 =1023.41 \text{ kg}$
- Ciment=350 kg
- Eau = 200 kg

**II-3-1-4- Pris en compte de l'absorption des granulats :**

Les granulats disposent d'une porosité non négligeable, ils doivent être introduits humides dans le malaxeur de manière à ce qu'ils aient préalablement



absorbés la quantité d'eau correspond à leur porosité. Sinon, cette absorption se produira au cours du malaxage et la consistance du matériau pourra affectée.

Dans ce cas, si  $G_g$  est le dosage en gravillon à l'état sec,  $\omega_G$  sa teneur en et  $S_l$  est le dosage en sable a l'état sec,  $\omega_s$  sa teneur en eau. Les dosages  $M_{Ga}$  et  $M_{sa}$  du gravier et du sable humides à prévoir sont:

$$M_{sa} = S_l (1 + \omega_s)$$

$$M_{Ga} = G_g (1 + \omega_G)$$

A titre d'exemple: les proportions pondérales des composants de béton dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> sont :

Sable  $M_S = S_l(1 + W_s) = 654.21 * (1 + 0.0067) = 658.59$  kg

Gravier  $M_{G\ 3/8} = G_{3/8}(1 + W_{3/8}) = 188.09 * (1 + 0.00158) = 188.39$  kg

Gravier  $M_{G\ 8/15} = G_{8/15} * (1 + W_{8/15}) = 1015.67 * (1 + 0.00096) = 1016.64$  kg

Ciment = 350.00 kg

Eau = 200.00 L

Les résultats des compositions des bétons sont regroupés dans les tableaux suivants (Tableau II.14, Tableau II.15, Tableau II.16)

**Tableau II.16.** Compositions des bétons (CPJ)

Type de ciment	CEMII/42.5(B)	
	Béton 1 (sable alluvionnaire)	Béton2 (sable calcaire)
Sable 0/5 (kg/m <sup>3</sup> )	727.58	.....
Sable 0/5 (kg/m <sup>3</sup> )	.....	711.70
Gravier 3/8 (kg/m <sup>3</sup> )	89.77	89.77
Gravier 8/15 (kg/m <sup>3</sup> )	1005.45	1023.41
Ciment (kg/m <sup>3</sup> )	350	350
Eau E (l)	200	200
Affaissement A(cm)	6.5	7.6

## **II.2 .2. Préparation des éprouvettes d'essais selon la formulation élaborées**

Les différentes classes de bétons sont confectionnées conformément aux compositions données dans les tableaux II.16 .

Le mode de préparation des gâchées a été uniformisé pour tous les types de bétons préparés. En effet, après avoir peser les quantités de sable, de gravillons lavés et du ciment, les composants seront introduit dans le malaxeur (bétonnier) selon les normes NF P .18-404et dans l'ordre suivant : (gravillons + ciment + sable). Le malaxage de ces trois constituants a été réalisé à sec pendant une minute avant de Verser la quantité d'eau nécessaire, ensuite on poursuit le malaxage humide pendant deux autres minutes, ce malaxage sera interrompu pendant une minute pour racler les parois afin d'homogénéiser le béton puis on redémarre le malaxage (figure II-7).



**Figure II .7.**Préparation des éprouvettes

## **II.3 .1. Essai d'affaissement au cône d'abrams**

### **1 .Matériels utilisés**

Moule tronconique en tôle de 20 cm de diamètre à la base, de 10 cm de diamètre en partie haute, de 30 cm de hauteur. Portique avec réglette coulissante permettant après démoulage de mesure l'affaissement Tige de piquage de 16 mm de diamètre.

### **2. Mode opération (Figure II-8)**

Le remplissage du moule s'effectue en trois couches piquées avec la tige à raison de 25 coups par couche. Le moule est ensuite soulevé verticalement sans secousses et on mesure l'affaissement.

Affaissement	Béton	Mise en œuvre
0 à 2 cm	Trés ferme	Vibration puissante
3 à 5 cm	ferme	Bonne vibration
6 à 9 cm	plastique	Vibration courante
à 13 cm	mou	piquage
Supérieur à 14 cm	Trés mou	Piquage léger



**Figure II.8.** Essai d'affaissement au cône d'abrams

### II.3 .2 .Conservation des éprouvettes

Après coulage, Les éprouvettes seront conservées à l'air pendant 24h. Après démoulage, elles seront immergées dans un bac qui contient de l'eau potable de laboratoire afin d'éviter l'évaporation prématurée d'eau. En ce qui concerne les éprouvettes qui seront conservées dans les milieux agressifs, elles seront conservées dans de l'eau potable pendant 7 et 28 jours (période initiale) et puis on les mets dans les milieux agressifs (Figure II .9).



**Figure II .9.** Conservation des éprouvettes

### II.3 .3 L'essai d'absorption d'eau des bétons

Cet essai mesure le taux d'absorption de l'eau par succions capillaires des éprouvettes de béton, non saturées, mises en contact avec de l'eau sans pression hydraulique. Avant les mesures de la sportivité les spécimens seront pré-conditionnés dans l'étuve à environ 102 °C jusqu'à une masse constante. L'essai d'absorptivité détermine le taux ou vitesse d'absorption par remontée capillaire d'une éprouvette cubique 10x10x10cm<sup>3</sup> placée sur de petits supports dans un bac contenant de l'eau suivant le schéma indiqué dans Figure II.10 De sorte que l'eau ne touche l'éprouvette que d'une hauteur de 5 mm de la profondeur du bac, le reste de l'éprouvette est préalablement imperméabilisé par une scotche sur toutes les autres faces. On mesure alors l'augmentation de la masse de l'éprouvette en fonction du temps (60 minutes).

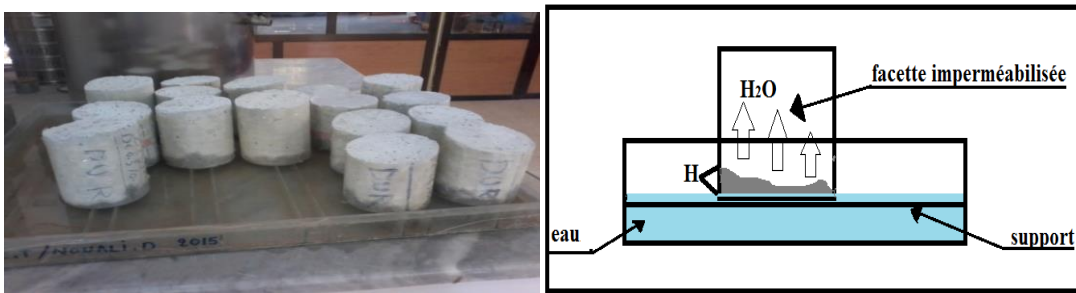


Figure II.10 .essai d'absorption d'eau des bétons

### II.3 .4. Les essais de compression

Les essais de mesure de la résistance à la compression sont réalisés sur des éprouvettes cubiques 10x10 x10cm<sup>3</sup> et éprouvettes cylindrique 11 x22 cm<sup>3</sup> conformément aux prescriptions de la norme Ce test fournit la force de compression [N] qui génère la rupture de l'échantillon (Figure II .11).

La contrainte de compression à la rupture [MPa] est déduite de cette force en divisant par la surface de la section sollicitée.

**CONCLUSION :**

Dans ce chapitre on a donné des informations détaillées sur les propriétés des matériaux utilisés afin de les comparer avec les normes. Ainsi que pour confectionner des formulations convenables du béton. Etant donné que notre béton est destiné aux ouvrages hydrauliques ; Le ciment utilisé dans cette étude est de type CPJ. Quant au gravier ; Deux classes (3/8) et (8/15) en vue d'obtenir une continuité dans la granulométrie du béton pour le rendre cohérent et homogène. On a utilisé deux types de sable ; un sable alluvionnaire, qui se caractérise par une granulométrie bien distribuée et d'un module de finesse appropriée et une propreté admissible ; l'autre type de sable est celui de du calcaire provenant de la région de Djelfa, très propre et caractérisé par une granulométrie très serrée et un module de finesse bien et en dehors de l'intervalle recommandé par les normes.

L'eau de gâchage provient du robinet du laboratoire de génie civil de l'université de Djelfa. On utilise aussi, comme adjuvant, une émulsion bitumineuse (flintkote) en vue de diminuer l'absorption et la perméabilité. On achève ce chapitre par la formulation du béton. La méthode de formulation est de ((DREUX-GORISSE)). Une série d'essais doit être exécutée sur les compositions obtenues. Le chapitre suivant a pour objectif d'exposer ces essais et leurs résultats.