

### **III.1.INTRODUCTION :**

Le béton est un matériau hétérogène composé de plusieurs éléments, sujet eux-mêmes à variations dans leurs différentes qualités. Le suivi des constituants doit aller de pair avec celui du béton, car des variations dans les qualités des premières, entraînent des variations de même ordre dans la qualité du second.

Afin de pouvoir assurer d'un certain niveau de qualités, on est donc emmené à établir des critères d'acceptation à partir d'un certain nombre d'essai.

Voici en ce qui suit une présentation d'un certain nombre d'essai sur le béton et ces constituants, avec leurs modes opératoires.

Les essais d'identification des matériaux de notre étude sont réalisés dans laboratoire du génie civil au niveau de l'université de Tiaret, et laboratoire des travaux publique de l'ouest (LTPO) unité de Tiaret.

### **III.2.GRANULATS :**

#### **III.2.1.IDENTIFICATION DES CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES :**

##### **III.2.1.1.Caractéristiques physiques :**

##### **III.2.1.1.1. La masse volumique apparente:**

###### **a. Principe :**

Il consiste à déterminer la masse volumique du matériau, sa densité à l'état naturel (En présence des pores) avec la quelle on peut calculer la porosité, et la compacité du matériau.

###### **b. Définition :**

La masse volumique est la masse de l'unité de volume du matériau à l'état naturel (pores et vides compris), en général, plus au moins poreux.

###### **c. Matériels utilisés :**

- Balance technique à 0.01g ;
- Etuve ventilée à  $t = 105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- Récipient;
- Entonnoir ;
- Tamis de 0.2mm.

**d. Matériau d'analyse :** On utilise «sable, gravier».

**e. Mode opératoire :**

Peser un récipient de capacité 1litre ( $v_0$ ) et noter sa masse ( $m_1$ ) g.

Verser le gravier ou sable (secs) à l'aide de l'entonnoir dans le récipient et le disposer sans tassement par couches horizontales successives jusqu'au remplissage de gravier ou sable, la distance entre l'extrémité de l'entonnoir et le bord du récipient est de « 10cm ».

Araser la couche supérieure du pot à l'aide d'une règlette que l'on anime d'un mouvement de «va et vient», peser le récipient plein ( $m_2$ ) g.



**Figure III. 1 :** Essai de la masse volumique apparente

**f. expression des résultats :**  $\rho_{app} = (m_2 - m_1) / v_0$

**Tableau III. 1:** La masse volumique apparente des granulats.

Matériaux	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$V_0$ (cm <sup>3</sup> )	$\rho_{app}$ (g/cm <sup>3</sup> )
Gravier 8/15	454	1924	10 <sup>3</sup>	1.47
Gravier 3/8	454	1972	10 <sup>3</sup>	1.52
Le sable	454	1817	10 <sup>3</sup>	1.36

**III.2.1.1.2. Masse spécifique (volumique absolue) :****a. Définition :**

La masse spécifique est la masse de l'unité de volume de la substance entièrement compacte (sans pores).

**b. Principe :**

Il consiste à déterminer la masse spécifique du ciment et du gravier et du sable naturel sur la quelle on peut calculer la porosité et la compacité de ces matériaux.

**c. Matériel nécessaire :**

- Balance technique à 0.01 ;
- Etuve à  $t=105\text{à}110^{\circ}\text{c}$  ;
- Coupelle ;
- Volumenomètre de « chatelier » ;
- Tamis 0.08 mm ;
- Eprouvette graduée, la petite et la grande ;
- Entonnoir.

**d. Matériaux d'analyses : On utilise « sable, gravier »****e. Mode opératoire :****Cas des granulats « gravier » :**

- On utilise la méthode de flacon :
- On pèse le pot de 1 litre plein d'eau et on note  $m_0(\text{g})$  obtenue ;
- On pèse 500g de granulats (gravier) secs  $m_1(\text{g})$ , puis on les place au fond du pot vide, et ensuite on complète le remplissage du flacon avec de l'eau ;
- On pèse et on obtient la masse  $m_2(\text{g})$ .

**Nota :** Essuyer soigneusement le pot vide et après le remplissage.

Faire couler lentement un filet d'eau, en remuant de manière à faire évacuer les bulles d'air.



**Figure III. 2** :L'essai de la masse volumique absolue de gravier

**f. Expression des résultats :**

$$\text{Masse spécifique : } \rho_{abs} = \frac{m_1 \cdot \gamma_w}{(m_0 + m_1) - m_2}$$

**Tableau III. 2: La masse spécifique (volumique absolue) des graviers.**

Gravier	$m_0$ (g)	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$\gamma_w$ (g /cm <sup>3</sup> )	$\rho_{abs}$ (g/cm <sup>3</sup> )
8/15	1434	<b>500</b>	<b>1744</b>	<b>1000</b>	<b>2.63</b>
3/8	1434	<b>500</b>	<b>1744</b>	<b>1000</b>	<b>2.63</b>

**Cas du sable :**

- On utilise la méthode du volumétrique «le chatelier».
- On lave bien le sable, et on le sèche dans l'étuve;
- On tamise le sable et on prend comme échantillon la partie passant à travers le tamis 0.2mm;
- On pèse une quantité de sable sec et note la masse  $m_s$  ;
- On pèse le pycnomètre vide et sec  $m_p$  ;
- On pèse le pycnomètre +l'échantillon ( $m_p+m_e$ ) ;
- On immerge l'échantillon jusqu'aux limites du pycnomètre.



Figure III. 3: Pycnomètre et éprouvette graduée.

### g. Résultats

Tableau III. 3: La masse spécifique (volumique absolue) du sable.

Matériau	$\rho_{abs}$ (g /cm <sup>3</sup> )
Sable	2.66

### III.1.1.2 Caractéristiques mécaniques :

#### III.1.1.2.1. Résistance à la fragmentation dynamique NA458-1990:

**a. But de l'essai :** Détermination de la résistance d'un agrégat à un choc imprévu ou à un impact.

**b. Principe de l'essai :** L'essai consiste à mesurer la fragmentation des granulats sous l'action d'une masse. Le pourcentage d'élément inférieur à 1.6 mm produit sous l'action des chocs est appelé coefficients  $F_D$ .

Si  $m$  est la masse du matériau soumise à l'essai,  $m'$  la masse de refus de tamis 1.6 mm après le tamisage sous l'eau.

#### c. Appareillage et Matériels utilisés :

- Étuve
- Tamis (1.6 ; 6.3 ; 4 ; 10 ; 14 mm) ;
- Balance électronique de précision relative 0.1% ;
- Machine de la fragmentation dynamique ;

**d. Mode opératoire :**

- Tamiser l'échantillon à sec sur les tamis 10 et 14 ; 6.3 et 4 de tamis de la classe granulaires choisie, En Commençant par le plus grand Cylindre.

-Prendre la fraction 10/14 ;

- Laver le matériau tamisé et le faire sécher pendant 24H à l'étuve à 105°C, ensuite faire refroidir à la température ambiante.

- La masse de l'échantillon pour essai sera de 350g ±1 g.

- Introduire l'échantillon pour l'essai dans le moule, en le répartissant uniformément.

-les agrégats seront tassés avec 28 coups pour la classe 10/14 et 16 coups pour la classe 6.3/4.

-Verser le récipient contenant les agrégats brisés, il faut s'assurer que le récipient soit bien vidé

-Tamiser le contenu au tamis 1.6mm.

Passant au tamis 1.6, une masse m.

Refus Au Tamis 1.6, Une Masse m'.

Il faut que  $m + m' = (M)$  La masse initiale 0.1g, sinon il faut refaire l'essai.

**e. Résultats :**

Le coefficient  $F_D$  est par définition, le rapport :  $F_D = \frac{m}{M} \times 100$

**Tableau III. 4:** L'essai de la fragmentation dynamique.

		<b>1<sup>er</sup> Essai</b>	<b>2<sup>eme</sup> Essai</b>	<b>3<sup>eme</sup> Essai</b>
Classe 8/15	M(g)	350	350	350
	m(g)	83	87	85
	m'(g)	265	262	264
Classe 3/8	M(g)	350	350	350
	m(g)	81	78	77
	m'(g)	268	274	273

Les résultats obtenus de coefficient de la fragmentation dynamique des différents échantillons sont représentés dans le Tableau suivant.

**Tableau III. 5:** Coefficient de la fragmentation dynamique

<b>Échantillon</b>	<b><math>F_D</math> (%)</b>	<b>spécification NA458-1990</b>
8/15	24	< 40 %
3/8	22	

### III.1.1.2.2. Résistance à l'usure « Essai Micro-Deval » NA 457(NF18-572)

#### a. Principe de L'essai

L'essai Miro-Deval permet de mesurer la résistance à l'usure des roches. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

Elle consiste à mesurer l'usure des granulats produite par frottements réciproques dans un cylindre en rotation dans des conditions bien définies.

La granularité du matériau sous mise à l'essai est choisie parmi les classes suivantes :

4-6.3, 6.3-10, 10-14 et 25-50 exprimées en mm.

Si  $m$  la masse de matériau soumise à l'essai,  $m'$  la masse de refus de tamis 1.6 mm

MDE : coefficient Miro-Deval humide.

#### b. Matériels Utilisés :

- Jeu de tamis de 10-12.5 et 14 mm ;
- Balance de précision relative 0.1% ;
- Étuve ;
- La machine Micro-Deval.



Figure III. 4: Machine Micro-Deval.

#### c. Préparation de l'échantillon pour l'essai :

- Laver le matériau tamisé et le sécher à l'étuve à 105°C jusqu'à masse constante ;

- Tamiser l'échantillon à sec sur chacun de tamis de la classe granulaire choisie ;
- La masse m de l'échantillon pour l'essai est de 500g.

#### d. Exécution de l'essai :

On a choisie la classe granulaire 10-14 correspond à une charge abrasive égale à 5000g pour les deux gravillons.

- Introduire dans le cylindre de la machine la charge abrasive ; puis les 500g de matériau,
- Pour effectuer un essai en présence d'eau ; on ajoute 2.5 litre d'eau.
- Mettre les cylindres en rotation à une vitesse de 100 tr/min pendant 2 h.
- Recueillir le granulat dans un bac. Laver soigneusement à la pissette l'intérieure Du Cylindre.
- Tamiser le matériau de bac sur le tamis 1.6 mm.
- Laver l'ensemble sous un jet d'eau.
- Sécher le refus à l'étuve réglée à 105°C et peser au gramme près.

$$\text{MDE} = 100 \frac{m'}{m}$$

#### e. Résultats :

Tableau suivant regroupe les résultats des analyses sur les matériaux

**Tableau III. 6:** Résultats du coefficient Micro-Deval humide.

Échantillon	MDE(%)	Spécification NFP 18-301
8/15	12.5	< 35 %
3/8	12	

### III.1.2. IDENTIFICATION DES CARACTERISTIQUES DE FABRICATIONS :

#### III.1.2.1. Analyse granulométriques par tamisage (NA 2607NF P18 -560)

##### a. Principe de l'essai :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes. Les dimensions de mailles et le nombre des tamis sont choisis en fonction de la nature de l'échantillon et de la précision attendue.

Les masses des différents refus ou celles des différents tamisât sont rapporter à la masse initiale de matériau, les pourcentages ainsi obtenus sont exploites, soit sous leur forme numérique graphique (courbe granulométrique).

**b. Matériel utilisé :**

- Balance de précision relative 0.1% ;
- Séries des tamis normalisés ;
- Brosses et pinces et une tamiseuse électrique.

**c. Mode opératoire :**

Verser le matériau dans la colonne de tamis. Cette colonne est constituée par l'emboîtement des tamis en les classant de haut en bas dans l'ordre de mailles croissantes.

Tamiser manuellement ou mécaniquement cette colonne puis prendre un par un les tamis en commençant par celui qui a la plus grande ouverture en adaptant un fond, et un couvercle on agit chaque tamis en donnant à la main des coups réguliers sur la monture d'une manière générale, on peut considérer qu'un tamisage est terminé lorsque le refus sur un tamis ne modifie pas plus de 1% en une minute de tamisage.

Verser le tamisât recueilli dans le fond sur le tamis immédiatement inférieur.

Peser le refus du tamis ayant la plus grande maille. Continuer l'opération pour les tamis inférieurs.

Le diagramme des courbes granulométriques est semi-logarithmique :

- en abscisse le logarithme du diamètre.
- En ordonnée, le pourcentage du tamisât cumulé.

**d. Résultats :**

**Tableau III. 7:** Analyse granulométrique de 1.6Kg de gravier 3/8

Tamis ouverture en mm	Masse des refus cumules (R <sub>i</sub> ) en gramme	Pourcentage des refus cumules $\left(\frac{R_i}{M_s}\right) \times 100$	Pourcentage des tamisât cumules $100 \times \left(\frac{R_i}{M_s}\right) - 100$	
10	0	0	100	100
8	0	0	100	100
6.3	9	0.562	99.4	99
5	388	24.25	75.75	76
2.5	1532	95.75	4.25	4
Fond	1600	100	0	0

**Tableau III. 8:** Analyse granulométrique de 3Kg gravier 8/15

Tamis ouverture en mm	Masse des refus cumules (Ri) en gramme	Pourcentage des refus cumules $\left(\frac{R_i}{M_s}\right) \times 100$	Pourcentage des tamisât cumules $100 \times \left(\frac{R_i}{M_s}\right) - 100$	
20	-	-	-	100
16	276	9.2	90.8	91
12	1350	45	55	55
10	2015	67.16	32.84	33
8	2401	80.03	19.97	20
6.3	2700	90	10	10
Fond	3000	100	0	0

**Tableau III. 9:** Analyse granulométrique de 1Kg du sable

Tamis ouverture en mm	Masse des refus cumules (Ri) en gramme	Pourcentage des refus cumules $\left(\frac{R_i}{M_s}\right) \times 100$	Pourcentage des tamisât cumules $100 \times \left(\frac{R_i}{M_s}\right) - 100$	
5	14	1.4	98.6	99
2.5	40	4	96	96
1.25	101	10.1	89.9	90
0.63	272	27.2	72.8	73
0.315	655	65.5	34.5	35
0.125	970	97	3	3
0.08	988	98.8	1.2	1
0.063	993	99.3	0.7	1
Fond	998	99.8	0.2	0

**Figure III. 5:**Série des tamis.**Figure III. 6:**Balance électronique.

### III.1.2.2. Module de finesse NFP 18 – 540 :

Le module de finesse est un coefficient permettant de caractériser l'importance des éléments fins dans un granulat.

Le module de finesse est égal au 1/100 de la somme des refus cumulés exprimée en pourcentages sur les tamis de la série suivante : 0,125 - 0,315 - 0,63 - 1,25 - 2,5 - 5 mm.

$$M_F = \frac{1}{100} \sum \text{refus cumulés en\% des tamis [0.125, 0.315, 0.63, 1.25, 2.50, 5]}$$

$$M_F = \frac{1}{100} (97+65,5+27,2+10,1+4+1,4) = 2,05$$

**Tableau III. 10:** Le module de finesse du sable.

Echantillon	Module de finesse	Spécification
Sable nature	2,05	$1,8 \leq M_f \leq 3,2$

### III.1.2.3. La propreté des gravillons NA 463(NF 18-591)

#### a. Principe de l'essai :

Ces particules sont séparées par lavage sur des tamis correspondant.

#### b. Matériels utilisés :

- Tamis de 0,5mm, balance de précision relative de 0.1%.
- Une étuve réglée à 105°C.



**Figure III. 7:** Etuve.



**Figure III. 8:** séchage des échantillons.



**Figure III. 9** :L'échantillon sèche.

**c. Préparation de l'échantillon :**

La masse de l'échantillon pour essai doit être supérieure à 0.2 D exprimée en kg et D en mm

**d. Exécution de l'essai :**

- peser une masse m de gravier égale au moins 0.2D.
- tamiser sous eau l'échantillon sur le tamis de 0.5mm.
- récupérer le refus et le sécher à l'étuve à 105°C. Le tamiser à nouveau sur le tamis de 0.5mm, soit m' sa masse.

**e. Expression des résultats :** La propreté superficielle est :

$$p = \frac{m - m'}{m} 100$$

**f. Résultats:**

La propreté des différentes classes de gravillons sont résumées dans le tableau.

**Tableau III. 11:** Propreté des gravillons.

Echantillon	La propreté P(%)	Spécification NF P18-541
3-8	1.50	< 2 %
8-15	1.67	

**III.1.2.4. Essai de l'équivalent de sable NA 455( NF P 18-589)**

**a. Principe de l'essai :**

Cet essai, est utilisé de manière courante pour évaluer la propreté d'un sable utilisé pour la composition du béton, est effectuée sur la fraction d'un granulat passant au tamis à maille de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, qui flocculent.

La valeur de l'équivalent de sable (ES) est le rapport, multiplié par cent de la hauteur de la partie sableuse sédimentée à la hauteur totale du floculat et de la partie sableuse sédimentée.

**b. Produit :**

La solution lavante permet de séparer les éléments fins argileux et en provoque la floculation sa composition est la suivante :

-111g de chlorure de calcium anhydride ;

-480g de glycérine à 99% glycérol ;

-12 à 13g de solution aqueuse ;

**c. Les matériels utilisés :**

- Balance de précision 1g ;
- Bonbonne de 5l pour la solution lavante avec son bouchon et le siphon et le tube souple de 1.5m ;
- Tube laveur métallique plongeant ;
- Agitateur électrique et des éprouvettes normalisées ;
- Entonnoir pour l'introduction du sable ;
- règle métallique graduée pour la mesure ;
- piston normalise.

**d. Mode Opérateur :**

-Après l'opération de l'échantillonnage prescrit par la norme à l'aide d'un diviseur, en pesant 3 masses de 120g pour chaque essai.

-Remplissage de la solution lavante jusqu'au premier trait, puis en joute la masse dans l'éprouvette à l'aide d'un entonnoir par ordre avec un décalage de 2 min entre eux.

-Laisser les éprouvettes reposer 10 min avant de les mettre dans l'agitateur.

Après l'agitation laisser les éprouvettes reposer 20min avant la lecture.

- Mesure de la hauteur de sable  $h_2$  et de la hauteur  $h_1$  de l'ensemble sable plus floculat.

- Mesure de la hauteur de sable  $h'_2$  au piston.

$$ESV = (H_2 / H_1) * 100$$

$$ESP = (H'_2 / H_1) * 100$$

Les valeurs de l'équivalent sable et leurs influences sur le béton

ESV < 65 et ES < 60:	sable argileux, risque de retrait ou de gonflement.
65 < ESV < 75 et 60 < ES < 70:	sable légèrement argileux, de propreté admissible.
75 < ESV < 85 et 70 < ES < 80:	sable propre, convenant au béton à haut qualité.
ESV > 65 et ES > 80:	sable très propre, absence de plasticité.



**Figure III. 10: Essai d'équivalent de sable.**

**Tableau III. 12: Résultats d'équivalent de sable.**

Echantillon	ES (%)	Spécification
Sable	78	70 < ES < 80

Les résultats obtenus d'équivalent de sable d'un échantillon de sable est acceptable pour le gâchage du béton hydraulique selon la norme NF P 18-598.

### III.1.2.5. Essai bleu méthylène: NA 1948 (NF P 18-592)

#### a. But de l'essai :

Cet essai permet de mesurer la capacité des éléments fins à adsorber du bleu de méthylène. Le bleu de méthylène étant adsorbé préférentiellement par les argiles, les matières organiques et les hydroxydes de fer, cette capacité rend compte globalement de l'activité de surface de ces éléments.

#### b. Principe de l'essai :

On injecte successivement des doses élémentaires d'une solution de bleu de méthylène dans le bain aqueux contenant la prise d'essai. On contrôle l'adsorption du bleu après chaque ajout, en effectuant une tache sur un papier filtre (test de la tache).

**c. Matériels utilisés :**

- Balance de précision relative 0.1 %, chronomètre et un agitateur à ailettes ;
- Tamis de 80, une pissette de 500 ml, bécher de 3l et spatule ;
- Une baguette de verre, papier filtre et une burette de 100ml ;
- Un bac carré en plastique de 150mm de cote et de 60mm de hauteur



**Figure III. 11:** Essai bleu de méthylène.

**d. Exécution de l'essai :**

- Mettre 500ml d'eau distillée dans la pissette.
- Placer le sable dans le bac de plastique, ajouter à l'aide de la pissette environ 100ml d'eau distillée pour recouvrir le matériau. Bien agiter l'ensemble avec la spatule.
- Verser en plusieurs fois le contenu de bac sur le tamis de 80 $\mu$ m surmonter du tamis de décharge de 0.5mm, l'ensemble étant placé au dessus du bécher.
- Introduire dans la suspension un volume de bleu.
- Procéder à l'essai de tache.

**e. Valeur de bleu :**

La valeur de bleu de fines  $V_{Bta}$  exprime en grammes de bleu pour 100g de fines :

$$V_{Bta} = \frac{V_1 \cdot \rho_{Bleu}}{q}$$

$\rho_{Bleu}$  : la masse volumique du bleu de méthylène égale à 0.01g/cm<sup>3</sup>.

$V_{Bta}$  : valeur de bleu de méthylène.

$V_1$  : étant le volume final de solution injectée en ml.

**q** : masse de fines soumise à l'essai.

**f. Résultats :**

La valeur de bleu de l'échantillon est résumée dans le tableau.

**Tableau III. 13:** Résultat de bleu méthylène.

Echantillon	V <sub>Bta</sub>	Spécification NF P 18-541
Sable nature	0.90	≤1

**III.3. CIMENT :**

Le ciment utilisé, est un ciment portland composé CPJ CEM II /B 42.5, commercialisé et fabriqué, par la cimenterie D'ACC (Algériens company cement), conforme à la norme NA 442, il est livré dans des sacs de 50kg.

Le ciment portland résulte de la mouture d'au moins 81% de clinker portland, des constituants secondaires tels que le calcaire de haut qualité (6%) et de sulfate de calcium sous forme de gypse (5%), en tenant que régularisation de prise. Leurs caractéristiques minéralogiques et chimiques sont résumées dans le tableau d'après la fiche technique.



**Figure III. 12:** Ciment CPJ II/B 42.5 (matine).

**III.3. 1. ANALYSES ET CARACTERISATION :**

**Tableau III. 14:** Composition chimique et minéralogique du ciment CPJ CEM II/B 42.5.

Composition chimique (%)					Composition minéralogique (%)				
PAF	RI	SO <sub>3</sub>	Mgo	Cl	Na <sub>2</sub> O	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
5.5-6.5	0.7-1.5	1.8-2.5	1.5-4,00	0.01-0.03	0.4-0.5	60-64	12-18	6-8	10-12

**III.3.1.1. Analyses chimiques :**

Perte au feu (NA 5042) : (PAF)

Résidus insolubles, (NA 5042): (RI)

Teneur en sulfates, (NA 5042): (SO<sub>3</sub>)

Teneur en oxyde de magnésium :( MgO)

Teneur en chlorures, (NA 5042): (cl)

Teneur équivalent en alcalis :(Na<sub>2</sub>O)

**III.3.1.2. Composition hypothétique du clinker (Bogue)**

Silicates tricalciques :( C<sub>3</sub> S)

Silicates bicalciques : (C<sub>2</sub> S)

Aluminates tricalciques :(C<sub>3</sub> A)

Aluminoferrites tetracalciques :(C<sub>4</sub> AF)

**III.3. 1.3. Essais physique et mécanique :**

Les résultats de ces essais sont résumés dans les tableaux suivants :

**Tableau. III. 15:** Essai physique sur ciment.

Essais	CPJ	Norme
Finesse SSB (cm <sup>2</sup> /g)	3900-4600	NA231
Retrait à 28 jours en µm/m	<1000	-
Expansion à chaud (mm)	0.3-1.5	≤ 10

**Tableau III. 16:** Evolution de la résistance du ciment en fonction de l'âge

Age en jours	Résistance à la compression (MPa) (NA234)
2	≥20
28	≥42.5

**III.3.1.3.1 Essai de la masse volumique apparente:****a. Principe :**

Il consiste à déterminer la masse volumique du matériau, sa densité a l'état naturel

(En présence des pores) avec la quelle on peut calculer la porosité, et la compacité du matériau.

**b. Définition :**

La masse volumique est la masse de l'unité de volume du matériau à l'état naturel (pores et vides compris), en général, plus au moins poreux.

**c. Matériels utilisés :**

- Balance technique à 0.01g ;
- Etuve ventilée à  $t = 105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- Récipient;
- Entonnoir ;
- Tamis de 0.2mm.

**e. Mode opératoire :**

- Peser un récipient de capacité 1litre ( $v_0$ ) et noter sa masse ( $m_1$ ) g.
- Verser la poudre de ciment (secs) à l'aide de l'entonnoir dans le récipient et le disposer sans tassement par couches horizontales successives jusqu'au remplissage pour la poudre de ciment la distance entre l'extrémité de l'entonnoir et le bord du récipient est de «5cm ».
- Araser la couche supérieure du pot à l'aide d'une règle que l'on anime d'un mouvement de «va et vient», peser le récipient plein ( $m_2$ ) g.



**Figure III. 13:** Entonnoir utilisé de la masse volumique apparente.

**f. Expression des résultats :**  $\rho_{app} = (m_2 - m_1) / v_0$

**Tableau III. 17:** La masse volumique apparente de ciment.

Matériau	$\rho_{app}$ (g/cm <sup>3</sup> )
ciment CPJ CEM II/B 42.5	1

**III.3.1.3.2. Essai de masse spécifique (volumique absolue) :****a. Définition :**

La masse spécifique est la masse de l'unité de volume de la substance entièrement compacte (sans pores).

**b. Principe :**

Il consiste à déterminer la masse spécifique du ciment et du gravier et du sable naturel sur la quelle on peut calculer la porosité et la compacité de ces matériaux.

**c. Matériel nécessaire :**

- Balance technique à 0.01 ;
- Etuve ventilée à  $t = 105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ;
- Coupelle ;
- Volumenomètre de « chatelier » ;
- Tamis 0.08 mm ;
- Eprouvette graduée, la petite et la grande ;
- Récipient;
- Benzène ;
- Règle plate métallique ;
- Entonnoir.

**d. Matériaux d'analyses :** On utilise «ciment»**e. Mode opératoire :**

- On utilise la méthode du volumétrie «le chatelier».

- le principe consiste à mesurer le déplacement du niveau de liquide contenu dans un récipient à col étroit lorsqu'on introduit la poudre dont on cherche le volume absolu, la méthode nécessite une balance précise et un liquide inerte vis-à-vis de la poudre, pour le ciment, on utilise le benzène.
- Tamiser la poudre ;
- Sécher la coupelle dans l'étuve à température jusqu'au poids constant ;
- Peser l'échantillon et la coupelle noter la valeur  $m_1(g)$  ;
- Verser le benzène dans le volumenometre (densimètre) jusqu'au niveau A (correspondant au volume  $v_1 (cm^3)$  du benzène a température  $20^{\circ}c \pm 2^{\circ}c$  ;
- Verser l'échantillon dans le densimètre peu à peu jusqu'au moment ou le niveau du benzène atteint le trait B quelconque (correspondant au volume  $v_2 (cm^3)$  du benzène dans le densimètre.

#### f. Résultats :

**Tableau III. 18:** Masse volumique absolue (spécifique) du ciment CPJ CEM II/B42.5

ESSAI	Masse volumique $\rho_{abs}$ (kg /m <sup>3</sup> )
CIMENT CPJII/ B 42.5	3.1

#### III.3.1.3.3.Essai de prise du ciment :

##### a. But et principe :

L'essai a pour but de déterminer le temps de prise, c'est-à-dire la durée qui s'écoule entre l'instant où le liant a été mis en contact avec l'eau de gâchage et le « début de prise ». On détermine le « début de prise » à l'aide de l'aiguille de Vicat s'enfonçant dans un moule tronconique rempli de pâte pure.

##### B. Début de prise :

Le début de prise est l'instant où l'aiguille cesse de s'enfoncer et s'arrête à une distance du fond du moule à 2.5 mm, dimension des plus gros grains de sable. L'essai de prise est effectué sur une pâte pure.

##### c. Technique de l'essai :

Préparation et conservation des éprouvettes : Avec la pâte préparée comme indiqué auparavant, remplir immédiatement le moule tronconique et araser la surface au moyen d'une truelle prenant appui sur le bord du moule perpendiculaire à la surface.

Détermination du début de prise : L'aiguille de Vicat, descend perpendiculairement à la surface de la pâte et immobilisée pendant un court arrêt quant elle entre en contact avec cette surface, est abandonnée à elle-même sans vitesse initiale. Observer l'enfoncement de l'aiguille, les observations sont renouvelées jusqu'à constatation du début de prise. A noter que la masse totale de la partie mobile de l'appareil doit être de  $300\text{g} \pm 1\text{g}$  lorsqu'on opère sur pâte pure.

**Tableau III. 19** : Temps de prise à 20°C

ESSAI	CPJ 42.5/B	Norme
Début de prise (min)	160 – 190	NA 230
Fin de prise (min)	230 – 290	NA 230

#### III.4.L'ADJUVANT :(super plastifiant)

##### III.4.1.Description :

**TEKSUPERFLOW 2000 Q1** : est un super plastifiant haut réducteur d'eau à base de polymères combinés. En plus de son action principale, il réagit aussi le durcissement du béton. Le TEKSUPERFLOW 2000 Q1 est compatible avec tous les types de ciments.

##### III.4.2.Caractéristiques :

Forme : liquide

Couleur : marron

PH (20°C) :  $9 \pm 1$

Densité (20°C) :  $1.170 \pm 0.03$

Teneur en chlorures :  $\leq 1\%$

Extrait sec :  $36\% \pm 2\%$

##### III.4.3.Propriétés:

Le TEKSUPERFLOW 2000 Q1 permet d'améliorer :

- la réduction du rapport E/C.
- la maniabilité béton.
- la réduction du début et fin de prise du béton.

**III.4.4. Domaine d'application :**

- Bétonnage par temps froid.
- Béton prêt a l'emploi.
- Béton préfabriqué.
- Béton pompes.

**III.4.5. Dosage :**

1à1.5% du pois du ciment. Soit 0.8L a 1.3L pour 100kg de ciment.

A titre indicatif un dosage de 1% du TEKSUPERFLOW 2000 Q1 peut réduire le temps de prise d'au moins une heure et accélérer le durcissement de 15a 20% du témoin à court terme à une température ambiante.

**III.4.6. Mode d'emploi :**

L'addition du super plastifiant ne doit jamais se faire sur un béton sec mais après avoir humidifier avec environ 70% de la quantité totale d'eau de gâchage.

Le TEKSUPERFLOW 2000 Q1 peut-être aussi ajouter directement dans la toupie du camion puis malaxer a grande vitesse (3mn/m<sup>3</sup>).

Des doseurs automatiques peuvent être fournis sur demande.

**III.4.7. Conditionnement et stockage :**

- Bidon en plastique de 24kg.
- fut de 265kg.
- Cubi de 1170kg.
- Vrac en citerne.

Se conserve 12 mois dans son emballage d'origine ferme hermétiquement et stocké entre 5°C et 35°C à l'abri du soleil.

**III.4.8. Précaution d'emploi :**

Le TEKSUPERFLOW 2000 Q1 ne nécessite aucune précaution particulière durant sa manipulation.

Se laver les mains après utilisation.

Se référer à la fiche de données de sécurité.

### III.5.EAU DE GACHAGE :

L'eau de gâchage utilisée pour la confection de béton, doit être pure que possible elle ne doit pas contenir une quantité excessive de vase, de matières organiques, acides, sels, matières sucrées.

L'eau de gâchage utilisée dans notre étude est une eau potable (eau de robinet), dont les caractéristiques chimiques sont représentées dans le tableau. Fournie par la société ALGERIE des eaux.

**Tableau III. 20:** Analyse L'eau de gâchage

Paramètre	Unité	Les échantillons			Spécification (XP P 18-303)	
		1	2	3		
Ph	/	7.11	7.38	7.32	≥ 4	
Chlorures	Mg/l	77.08	5.06	39.04	Béton précontraint	500
					Béton armé	1000
					Béton non armé	4500
Sulfates	Mg/l	112.70	149.78	174.89	2000	
Nitrates	Mg/l	11.48	5.11	6.53	500	
Matière en Suspension	Nul					
Couleur	Transparent					
Odeur	Sans odeur					

### III.6.CONCLUSION :

L'étude d'identification des constituants d'un béton hydraulique nous à permis de proposer une démarche scientifique, rationnelle d'optimisation du composite qui est le béton hydraulique en se basant sur des hypothèses qu'on a pu vérifier expérimentalement.