

I. INTRODUCTION

La caractérisation des matériaux de construction nécessite connaissance de la nature de ses composants. Par ailleurs, la détermination des dosages optimaux, ainsi que l'illustration de certains interprétations ne pourraient être possible que si les différents constituants sont bien caractérisés.

II. Caractérisation des matériaux :

II.1. LE SABLE :

Le sable est le constituant du squelette granulaire qui a le plus d'impact sur le mortier. Il joue un rôle primordial en réduisant les variations volumiques, les chaleurs dégagées et le prix de revient des bétons. Il doit être propre et ne pas contenir d'éléments nocifs.

II.1.1. ANALYSE GRANULOMETRIQUE :

On peut définir l'analyse granulométrique par tamisage c'est un ensemble des opérations aboutissant à la séparation selon leur grosseur des éléments constituant l'échantillon, en employant des tamis à maille carrée afin d'obtenir une représentation de la répartition de la masse des particules à l'état sec en fonction de leur dimension

➤ BUT DE L'ESSAI :

La granulométrie ou analyse granulométrique s'intéresse à la détermination de la dimension des grains et la granularité concerne la distribution dimensionnelle des grains d'un granulat. L'analyse granulométrique a trois buts : Déterminer les dimensions des grains. Déterminer les proportions de grains de même dimension (% pondéral). En déduire le Module de finesse (Mf).

➤ PRINCIPE DE L'ESSAI :

L'essai consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis, emboîtés les uns sur les autres, dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas. Le matériau étudié est placé en partie supérieure des tamis et les classements des grains s'obtiennent par vibration de la colonne de tamis.

➤ **MATERIEL NECESSAIRE :**

Des tamis dont les ouvertures carrées, de dimension normalisée, sont réalisés soit à partir d'un maillage métallique. Pour un travail d'essai aux résultats reproductibles, il est conseillé d'utiliser une machine à tamiser électrique qui comprime un mouvement vibratoire horizontal, ainsi que des secousses verticales, à la colonne de tamis.

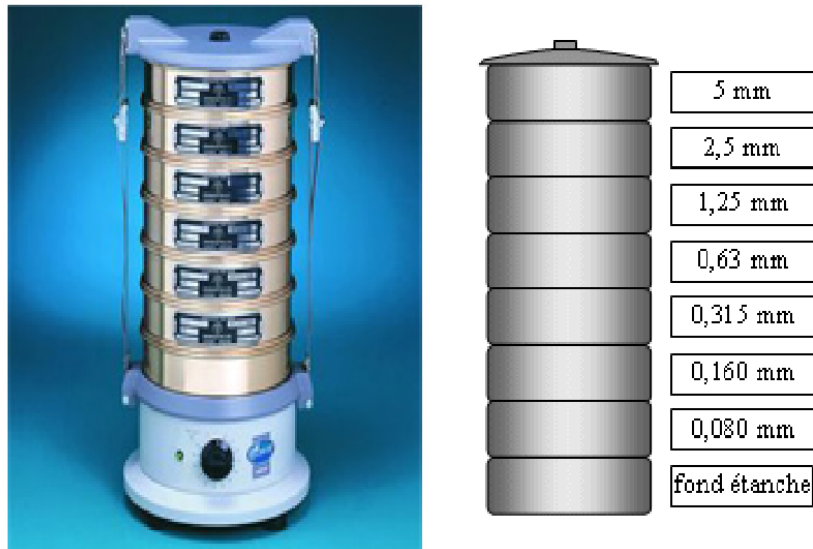


Figure III-1 : La dimension nominale de tamis se suit dans une progression géométrique de raison.

II.1.1.1. Le tableau et la courbe suivants représentent les résultats d'analyse granulométrique du sable.

Tableau III-1 : résultats d'analyse granulométrique du sable

Ouvert tamis (mm)	Masses des refus cumulés $R_i/M_s \cdot 100$	%refus cumulés $R_i/M_s \cdot 100$	%tamisât cumulés $(100 \cdot (R_i/M_s) - 100$
5	1,00	0,2%	100%
4	5,00	1%	99%
2	16,00	3%	97%
1	30,00	6%	94%
0,500	82,00	16,4%	89%

0,400	120,00	26%	74%
0,315	208,00	42%	58%
0,200	409,00	82%	18%
0,100	479,00	96%	4%
0,080	482,00	97%	3%

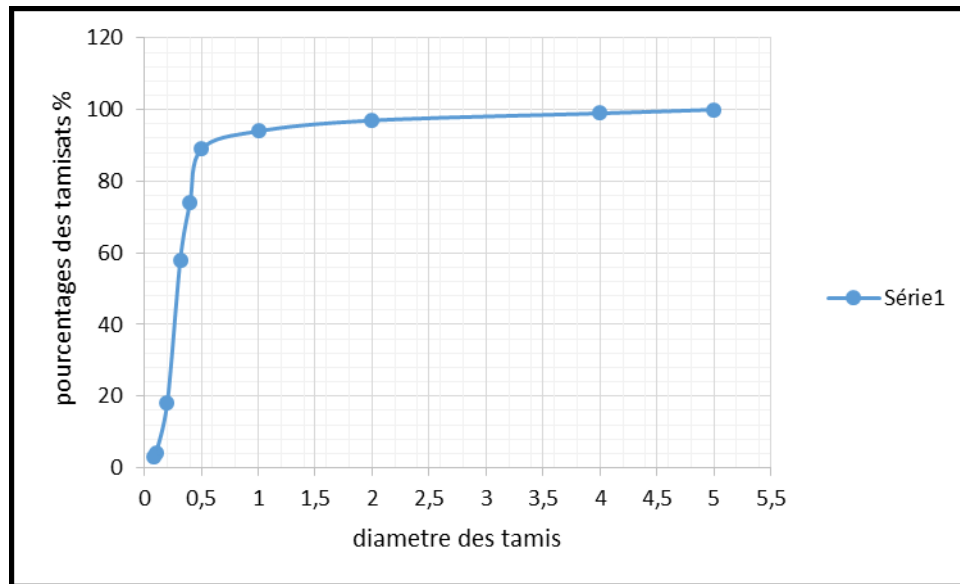


Figure III-2 : la courbe granulométrique du sable

II.1.2. EQUIVALENT DE SABLE (LA NORME NF P 18 -598) [16]:

Il est défini par la norme NFP 18-598 ; cet essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, est effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fin, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fin qui flocculent.

➤ BUT DE L'ESSAI :

Cet essai utilisé de manière courante pour évaluer la propreté des sables entrant dans la composition des bétons. L'essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers .une procédure normalisé permet de détermination un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté de celui-ci.

➤ **PRINCIPE DE L'ESSAI :**

L'essai est effectué sur la fraction 0/5 mm du matériau à étudier .Le tamisage se fait par voie humide afin de ne pas perdre d'élément fins. On lave l'échantillon, selon un processus normalisé, et on laisse reposer le tout .Au bout de 20minutes, on mesure les éléments suivants : Hauteur h1 : sable propre +élément fins, Hauteur h2 : sable propre seulement. On en déduit l'équivalent de sable qui, par convention, est :

$$ES = \frac{h2}{h1} \times 100 \dots\dots\dots (II.1)$$

Selon que la hauteur h2 est mesurée visuellement ou à l'aide d'un piston, on détermine ESV (équivalent de sable visuel) ou Esp (équivalent de sable au piston) .

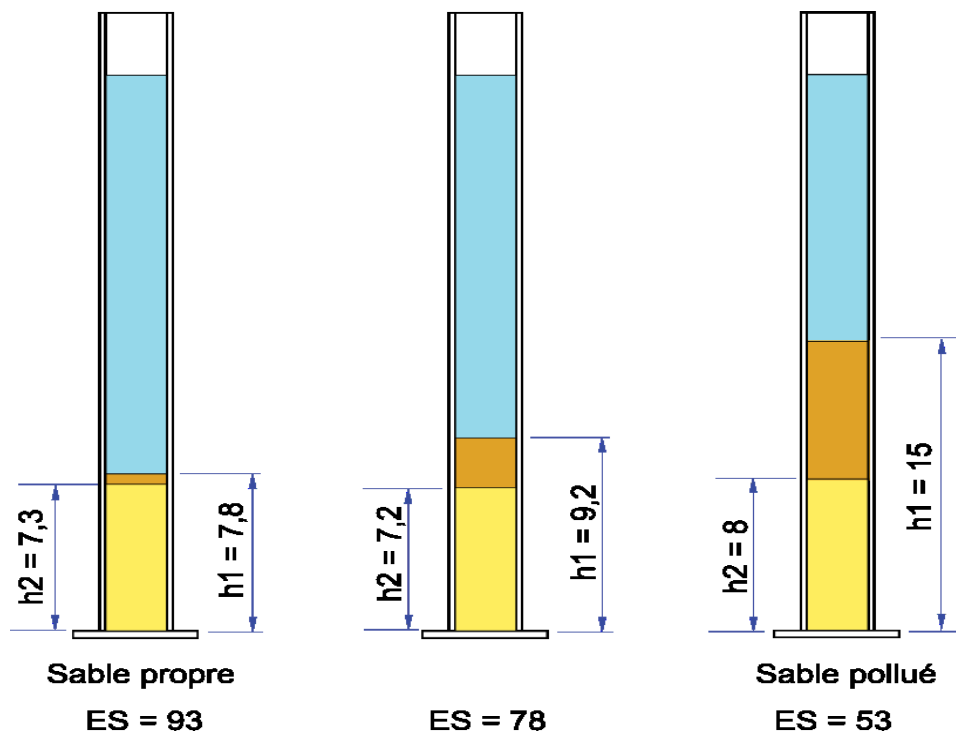


Figure III-3 : Equivalent de sable

Tableau III.2 : les valeurs d'équivalent de sable indiquent la nature et qualité du sable.

ES à vue	ES au piston	Nature et qualité du sable
ES < 65%	ES < 60%	Sable argileux : risque de retrait ou de gonflement. Sable à rejeter pour des bétons de qualité ou vérification plus précise de la nature des fines par un essai au bleu de Méthylène.
65% ≤ ES < 75%	60% ≤ ES < 70%	Sable légèrement argileux de propreté admissible pour les bétons de qualité courante quand le retrait n'a pas de conséquence notable sur la qualité du béton.
75% ≤ ES < 85%	70% ≤ ES < 80%	Sable propre à faible proportion de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
ES ≥ 85%	70% ≤ ES < 80%	Sable très propre. L'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra compenser par une augmentation du dosage en eau.

II.1.2.1 Le tableau suivant représente la valeur de l'essai de l'équivalent de sable.

Tableau III-3 : essai équivalent de sable

Equivalent de Sable	ES à Piston (%)	64,83
	ES à visuel (%)	71,8

Selon le tableau au dessus notre sable représente la classe d'un sable légèrement argileux de propreté admissible pour les bétons de qualité courante quand le retrait n'a pas de conséquence notable sur la qualité du béton.

II.1.3. MASSES VOLUMIQUES

➤ **MASSE VOLUMIQUE ABSOLUE :**

La masse volumique absolue ρ_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 les grains. La masse est mesurée par une balance et le volume par une éprouvette graduée.

La masse volumique est un indice pour savoir et faire le choix d'un matériau par rapport à un autre.

➤ **LA MASSE VOLUMIQUE APPARENTE :**

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.

L'essai est répété 3 fois pour un volume de 1 litre (photo III-1) et la moyenne de ces essais donne la valeur de la masse volumique apparente.



Photo III-1 : Essai de la masse volumique apparente.

II.1.3.1: Le tableau suivant représente les résultats des essais physiques.

Tableau III -4: Caractéristiques physiques du sable

Caractéristique physique	Valeurs
Masse volumique absolue (g/cm ³)	2.717
Masse volumique apparente (g/cm ³)	1,537
Module de finesse	/

II.2. EAU DE GACHAGE (ROBINET) :

C'est la quantité d'eau totale ajoutée au mélange sec de mortier. Elle est nécessaire pour l'hydratation du liant, le mouillage des granulats et la facilité de mise en place du mortier.

A travers l'étude que nous faisons, il doit être l'eau que nous utilisons dans le mélange de mortier, pur, propre, exempte de sels et de matières organiques, pour notre cas on utilise eau potable «eau de robinet» fournie au laboratoire P.F.E de genie civil tiaret.

II.2.1. Le tableau suivant représente composition de l'eau de gâchage

Tableau III-5 : Composition de l'eau de gâchage (mg/l) (robinet)

Composants	Unité	Valeurs (eau de robinet)
Ph	-	7,5
K ⁺	mg/l	25
chlorures (cl ⁻)	mg/l	795,2
Nacl	mg/l	1310,4
sulfates (SO ₄ ⁻²)	mg/l	818,57

CO_3^{-2}	mg/l	-
HCO_3^-	mg/l	97
calcium (Ca^{+2})	mg/l	264,53
magnésium (Mg^{+2})	mg/l	106,92
oxyde de carbone	mg/l	-
Conductivité	ms/cm	4,560
NO_3^-	mg/l	13

II.3. CIMENT

Le ciment utilisé dans notre projet dit **CHAMIL** est un ciment portland composé C.P .J CEMII/B 32 ,5N selon la norme NA442, la fiche technique du ciment est donnée en annexe A

Tableau III-6 : Caractéristiques techniques de ce ciment CHAMIL

Caractéristiques techniques	CHAMIL
Analyse chimiques	
Perte au feu (%) (NA5042)	13.0 ± 2
Teneur en sulfate (SO_3) %	2.5 ± 0.5
Teneur en oxyde de magnésium MgO %	1.7 ± 0.5
Teneur en chlorures (NA5042) %	0.02 -0.04
Composition minéralogique du clinker (bogue)	
C_3S (%)	60 ± 3
C_3A (%)	7.5 ± 1

Propriétés physiques	
Consistance normale (%)	27 ± 2.0
Finesse suivant la méthode de Blaine (cm ² /g) (NA231)	4300 à 5500
Retrait à 28 jours (µm/m)	<1000
Expansion (mm)	≤ 3
Temps de prise à 20° C	
Début de prise (min)	150 ± 30
Fin de prise (min)	250 ± 50
Résistance à la compression	
2 jours (MPa)	≥ 10
28 jours (MPa)	≥ 32.5



Photo III-2 : le sac de ciment Chamil

II.3.1. ESSAI SUR PATE DE CIMENT :

II.3.1.1. LA CONSISTANCE :

La consistance de la pâte caractérise sa plus ou moins grande fluidité. Elle est une caractéristique, qui évolue au cours du temps. Pour pouvoir étudier l'évolution de la consistance en fonction des différents paramètres, il faut pouvoir partir d'une consistance qui soit la même pour toutes les pâtes étudiées.

➤ BUT DE L'ESSAI

Le but de cet essai est de définir une telle consistance dite « consistance normalisée», à l'aide d'un appareil dit « appareil de Vicat » (**figure III-4**).

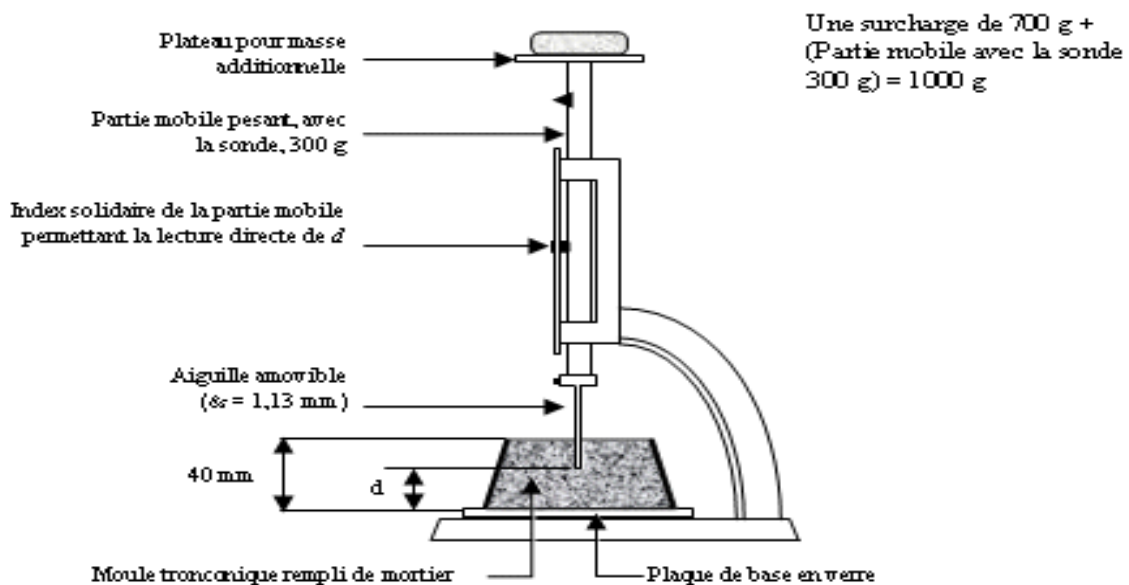


Figure III-4: l'appareil de Vicat

➤ CONDUITE DE L'ESSAI :

- 500 g de ciment sont pesés et introduits dans la cuve du malaxeur. La quantité d'eau choisie est ajoutée au ciment en un temps compris entre 5 et 10 secondes.

-Mettre immédiatement le malaxeur en route à la vitesse lente pendant 90 s. Arrêter la machine pendant 15 s et ramener, dans la gâchée avec une petite truelle, la pâte adhérant à la

cuve et se trouvant au delà de la zone de malaxage. Remettre la machine en route pour une durée de 90s à vitesse lente.

-La pâte est alors rapidement introduite dans le moule tronconique posé sur une plaque de verre, sans tassement ni vibration excessifs; Il faut enlever l'excès de pâte par un mouvement de va-et-vient effectué avec une truelle maintenue perpendiculairement à la surface supérieure du moule. Puis l'ensemble est placé sur la platine de l'appareil de Vicat.

-Quatre minutes après le début du malaxage, la sonde est amenée à la surface supérieure de l'échantillon (moule tronconique) et relâchée sans élan. La sonde alors s'enfonce dans la pâte.

-Lorsqu'elle est immobilisée (ou après 30s d'attente), on mesure la distance « d » séparant l'extrémité de la sonde et la plaque de base.

Cette distance « d » caractérise la consistance de la pâte étudiée.

* Si « d » = 6mm ± 1mm, on dit que la consistance de la pâte étudiée est normalisée (consistance normalisée).

* Si « d » n'atteint pas cette valeur, il convient de refaire l'essai avec une valeur différente du rapport E/C jusqu'à atteindre la valeur recherchée de la consistance.

La consistance normalisée de notre ciment est : « **d** » = **7mm** avec l'utilisation d'un rapport E/C = 0,53

II.3.1.2. LA PRISE :

➤ PRINCIPE

Dès que le ciment anhydre a été mélangé avec de l'eau, l'hydratation commence et les propriétés de la pâte ainsi obtenues sont évolutives dans le temps. Tant que cette hydratation n'est pas trop avancée, la pâte reste plus ou moins malléable, ce qui permet de lui faire épouser par moulage la forme désirée. Mais au bout d'un certain temps, les cristaux d'hydrates prenant de plus en plus d'importance, le mélange change de viscosité et se raidit, on dit qu'il se fait priser.

➤ BUT DE L'ESSAI

Le but est de mesurer le temps de prise du liant hydraulique (ciment) à l'aide de l'appareil de Vicat, autrement dit, le temps qu'il faut pour qu'il se solidifie. Pour cela, on mesurera l'enfoncement de l'aiguille dans le ciment, du temps de gâchage, et le temps de début de prise. On procédera à deux manipulations, en présence du plâtre afin d'accélérer le processus de solidification.

➤ CONDUITE DE L'ESSAI :

- 500 g de ciment sont pesés et introduits dans la cuve du malaxeur. La quantité d'eau choisie est ajoutée au ciment en un temps compris entre 5 et 10 s.

- Mettre immédiatement en marche le malaxeur à vitesse lente pendant 90 s. Arrêter la machine pendant 15 s et ramener dans la gâchée avec une petite truelle la pâte adhérente à la cuve.

Remettre le malaxeur en route pour une durée de 90 s à vitesse lente.

- La pâte est alors rapidement introduite dans le moule tronconique posé sur une plaque de verre, sans tassement ni vibrations excessifs, arasé, puis placé sur la platine de l'appareil de Vicat.

-L'aiguille est amenée à la surface supérieure de la pâte et lâchée sans élan. Elle s'enfonce alors dans la pâte, et lorsqu'elle s'immobilise, ou au plus tard 30 s après l'avoir relâchée, on mesure la distance « d » entre l'extrémité de l'aiguille et le fond du moule. Cette distance doit être égale à $4 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

-Le « temps de fin de prise » est celui au bout duquel l'aiguille ne s'enfonce plus que de 0.5 mm, comme le montre le dispositif dans la figure



Photo III-3 : le début de prise

Le temps de début de prise de ciment est : 90 minutes

Et le temps de fin de prise égale à 03 heures et demi

III. CONCLUSION :

Les essais d'identification des matériaux effectués au laboratoire donnent une idée générale sur les caractéristiques principales des matériaux servant à la formulation des mortiers. Ces derniers permettent à faire le choix entre les différents matériaux vis-à-vis la qualité recherchée et aide d'une façon significative à commenter et argumenter les résultats des essais expérimentaux.