TP N° (1) : Mesure de quelques propriétés des matériaux de construction

1. Introduction :

Les propriétés principales des matériaux de construction peuvent être divisées en plusieurs groupes tels que :

- propriétés physiques : la dimension ; la densité ; la masse volumique de différentes conditions ; la porosité ; l'humidité ...etc.
- propriétés mécaniques : la résistance en compression, en traction, en torsion ...etc.
- propriétés chimiques : l'alcalinité, l'acidité ...etc.
- propriétés physico-chimiques : l'absorption, la perméabilité, le retrait et le gonflement ...etc.
- propriétés thermiques : la dilatation, la résistance et le comportement au feu ...etc.

2. Les propriétés physiques :

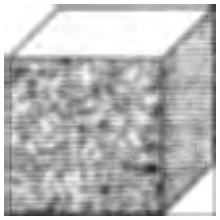
2.1. La masse volumique apparente :

Définition : c'est la masse d'un corps par unité de volume apparent en état naturel, après passage à l'étuve à 105 ± 5 °C, notée γ_0 ou γ_{ap} et exprimée en (gr/cm^3 ; Kg/m^3 ; T/m^3).

Détermination :

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer la masse volumique apprente des matériaux de construction selon leur dimension et leur dispersion :

a) Pour les matériaux solides : les roches naturelles, le béton, le bois ..., on peut faire des échantillons de forme géométriques (cubiques, cylindriques ...).



$$\gamma_{ap} = \frac{M_s}{V_{ap}}$$

γ_{ap} : Masse volumique apparente (Kg/m^3)
M_s : Masse sèche d'un corps
V_{ap} : Volume apparent

b) pour les matériaux incohérents : ensemble de grains (sable ou gravier), on peut la calculer en utilisant un récipient standard (de volume connu).

c) Pour les matériaux de construction qui n'ont pas de forme géométrique régulière (forme de patate par exemple) : la détermination de la masse volumique apparente de ces matériaux peut se faire de façon indirecte. Dans ce cas, les échantillons étudiés doivent être enrobés de paraffine afin d'être protégés de la pénétration de l'eau, ensuite on va les peser dans l'eau.

$$\gamma_{ap} = \frac{M_s}{\frac{(M_{S+P} - M_{(S+P)L})}{1} - \frac{g_P}{\gamma_P}}$$

M_s : Masse sèche de l'échantillon
M_{S+P} : Masse sèche de l'échantillon après de l'avoir enrober de paraffine
$M_{(S+P)L}$: Masse sèche de l'échantillon après de l'avoir enrober de paraffine et pesé dans l'eau
g_P : Masse de paraffine ayant enrobé l'échantillon, γ_P : Masse volumique absolue de la paraffine
$M_{S+P} - M_{(S+P)L}$: est la poussée d'Archimède
$\frac{(M_{S+P} - M_{(S+P)L})}{1}$: Volume apparent d'échantillon absorbée par la paraffine, $\frac{g_P}{\gamma_P}$: Volume de paraffine

TP N° 1 : Masses volumiques des granulats
Normes : NF P 18-554 et NF P 18-555 et NA 255

1. Masse volumique apparente

1.1. Définition

- 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.
- La masse volumique apparente d'un matériau pourra avoir une valeur différente suivant qu'elle sera déterminée à partir d'un matériau compacté ou non compacté
- La masse volumique apparente sèche ρ_d est la masse de granulats secs (M_s) occupant un volume apparent (volume des solides : Vs + volume des vides Vv)

1.2. Intérêt en Génie Civil

- La masse volumique apparente sèche ρ_d des granulats est nécessaire lors de l'établissement d'une composition de béton.
- Elle permet également d'estimer la masse d'une charge d'exploitation (exemple : hall de stockage de matériaux ...).
- Elle sert également à déterminer les capacités réelles des engins de terrassement.

1.3. Matériel nécessaire

- Un récipient cubique ou cylindrique de volume connu et dont la taille est adaptée aux granulats :
  - *Granulats de dimension maximale $D \leq 20$ mm : récipient de capacité 1 L*
  - *Granulats de dimension maximale $D > 20$ mm : récipient de capacité > 1 L*
- Une règle à araser métallique.
- Une main écope pour le remplissage
- Une balance de portée ≥ 5 kg, précision 1g
- Des bacs en plastique pour effectuer les essais

1.4. Matériaux utilisés

- Un échantillon de 15 kg de gravillons secs
- Un échantillon de 6 kg de sable sec

Remarque :

Utiliser des granulats échantillonnés et séchés préalablement à l'étuve

1.5. Mode opératoire

1. Déterminer le volume du récipient = V
2. Noter la masse du récipient propre et vide = M_0
3. Placer le récipient dans le bac en plastique
4. Verser les granulats secs, par couches successives et sans tassement : utiliser les mains comme entonnoir naturel
5. Araser à l'aide de la règle métallique par un mouvement horizontal de va et vient
6. Noter la masse du récipient rempli = M_1
7. Vider les granulats dans un autre bac en plastique
8. Renouveler l'opération au moins deux (2) fois avec un autre échantillon du même type

1.6. Résultat

- La masse volumique apparente est donnée par: $\rho_d = \dfrac{M_1 - M_0}{V}$

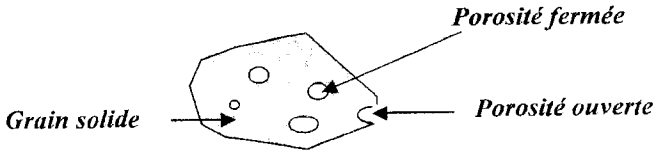
Remarque :

L'essai est répété au minimum 2 fois et la moyenne de ces essais donne la valeur de la masse volumique apparente.

Masse volumique absolue (masse spécifique)

.1. Définition

- 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 des grains
- La masse spécifique est la masse de granulats secs (M_s) rapportée au volume absolu (uniquement volume de solides V_s)
- La mesure du volume des solides ne tient pas compte des pores fermés contenus par les granulats.



2.2. Intérêt en Génie Civil

- Des caractéristiques intrinsèques des matériaux telles que la résistance à la compression et le module d'élasticité sont fonctions de la masse spécifique ρ_s .
- Par ailleurs, la connaissance simultanée de la masse spécifique ρ_s et de la masse volumique apparente sèche ρ_d permet de calculer la compacité C et le pourcentage des vides V dans un échantillon.
- Ainsi, un matériau tassé ou comprimé voit sa masse volumique apparente sèche tendre vers sa masse volumique spécifique.

2.3. Matériel nécessaire

- Des éprouvettes graduées en plastique.
- Une tige agitateur
- Un entonnoir pour le remplissage
- Une balance de portée ≥ 5 kg, précision 1g
- Des bacs en plastique pour effectuer les essais

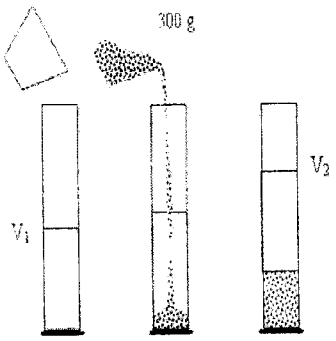
2.4. Matériaux utilisés

- Un échantillon de 3 kg de gravillons secs
- Un échantillon de 3 kg de sable sec

Remarque :
Utiliser des granulats échantillonnés et séchés préalablement à l'étuve

2.5. Mode opératoire : Méthode de l'éprouvette graduée

1. Placer l'éprouvette dans le bac en plastique
2. Verser de l'eau dans l'éprouvette (presque demi hauteur) et noter V_1
3. Préparer un échantillon de granulats secs de masse M (environ 300 g)
4. Verser l'échantillon dans l'éprouvette à l'aide d'un entonnoir et provoquer le départ des vides (air) en remuant le mélange avec la tige agitateur
5. Noter le nouveau volume d'eau dans l'éprouvette V_2
6. Vider les granulats dans un bac en plastique et jeter son contenu
7. Renouveler l'opération au minimum 2 fois



2.6. Résultat

La masse volumique absolue est donnée par : $\rho_s = \dfrac{M}{V_2 - V_1}$

Remarque :
L'essai est répété au minimum 2 fois et la moyenne de ces essais donne la valeur de la masse volumique absolue.

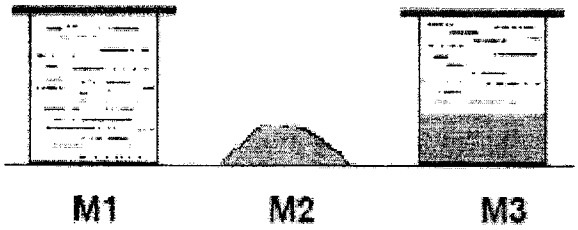
3. Méthode du ballon

Cette méthode de détermination des masses volumiques est plus précise à condition de prendre un certain nombre de précautions.

- Déterminer avec précision la masse **m1** du ballon rempli d'eau.
- Déterminer avec précision la masse **m2** d'un échantillon de matériau sec.
- Introduire la totalité du matériau dans le ballon, remplir d'eau.
- Vérifier qu'il n'y a aucune bulle d'air.

Peser alors avec précision le ballon, soit **m3**.

La masse volumique absolue est alors :



$$\rho_{abs} = \frac{m_2}{(m_1+m_2)-m_3}$$

I- Analyse granulométrique d'un sable et d'un gravier(NF EN 933-1)

Principe

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).

Les granulats utilisés dans le domaine du bâtiment et du génie civil sont des matériaux roulés ou concassés d'origine naturelle ou artificielle, de dimensions comprises entre 0 et 80 mm. Ils ne sont généralement pas constitués par des éléments de tailles égales mais par un ensemble de grains dont les tailles variées se répartissent entre deux limites: la plus petite (d) et la plus grande (D) dimension en

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.
La granulométrie ou analyse granulométrique consiste donc à fractionner des granulats au moyen d'une colonne de tamis dont les dimensions des mailles sont normalisées et décroissantes du haut vers le bas entre 80 mm et 0.063 mm.
On appelle tamisat ou passant l'ensemble des grains qui passent à travers le tamis, et refus l'ensemble des grains qui sont retenus sur le tamis.

Intérêt en Génie Civil

L'analyse granulométrique (XP P 18-540) permet de distinguer les granulats suivant des classes granulaires qui sont commercialisées par les fabricants. L'élaboration d'une composition de béton nécessite une connaissance parfaite de la granulométrie et de la granularité, car la résistance et l'ouvrabilité du béton dépendent essentiellement du granulat. Par ailleurs, la dimension D du granulat se trouve limitée par différentes considérations concernant l'ouvrage à bétonner : épaisseur de la pièce, espacement des armatures, densité du ferraillage, complexité du coffrage, risque de ségrégation…
Dans le domaine des travaux publics, l'analyse granulométrique permet aussi de répertorier les granulats et les sols notamment au niveau des classements LCPC et GTR.

Le module de finesse Mf est une caractéristique importante surtout en ce qui concerne les sables. Un bon sable à béton doit avoir un module de finesse Mf compris entre 2,2 et 2,8 : au-dessous, le sable a une majorité d'éléments fins et très fins, ce qui nécessite une augmentation du dosage en eau ; au-dessus, le sable manque de fines et le béton y perd en ouvrabilité.
Pour 1,8<Mf<2,2 le sable est à utiliser si l'on recherche particulièrement la facilité de mise en œuvre au détriment probable de la résistance.
Pour 2,2<Mf<2,8 le sable est à utiliser si l'on recherche une ouvrabilité satisfaisante et une bonne résistance avec des risques de ségrégation limités.
Pour 2,8<Mf<3,2 le sable est à utiliser si l'on recherche des résistances élevées au détriment de l'ouvrabilité et avec des risques de ségrégation.
Pour **Mf >3,2** le sable est à rejeter.

II- Coefficient d'aplatissement des granulats (NF EN 933-3).

Principe N' EXISTE PAS A L' IUT

L'essai consiste à effectuer un double tamisage. Tout d'abord, au moyen de tamis d'essai, l'échantillon est fractionné en différents granulats élémentaires di/Di, comme indiqué dans le tableau ci dessous. Chacun des granulats élémentaires di/Di est ensuite tamisé au moyen de grilles à fentes parallèles d'une largeur d'écartement Di/2.
Le coefficient d'aplatissement global est calculé en tant que masse totale des particules passant au travers des grilles à fentes, exprimé en pourcentage du total de la masse sèche des particules faisant l'objet de l'essai.
Si nécessaire, le coefficient d'aplatissement de chaque granulat élémentaire di/Di correspond au passant du tamisage sur la grille à fentes correspondante, exprimé en pourcentage de la masse de ce granulat élémentaire.

Analyse granulométrique d'un sable (NF EN 933-1)

Mode opératoire.

1- Calcul de la teneur en fines : sable (1).

- A partir de l'échantillon global, on prélève la quantité nécessaire à l'essai.
- Déterminer la teneur en eau du sable, soit w (2 essais au minimum).
- Peser précisément l'échantillon humide (m_0), puis le tamiser par lavage sur une petite colonne de tamis comprenant le 1 le 0.5 et le 0.063 jusqu'à ce que l'eau coulant du tamis soit claire.
- Sécher les refus lavés à la poêle à frire pour aller plus vite
- Peser les refus lavés sec soit m_1.
- Soit la teneur en fines : $f = 1 - \frac{m_1}{m_0} \times (1 + w)$

2- Choix des tamis ou passoires.

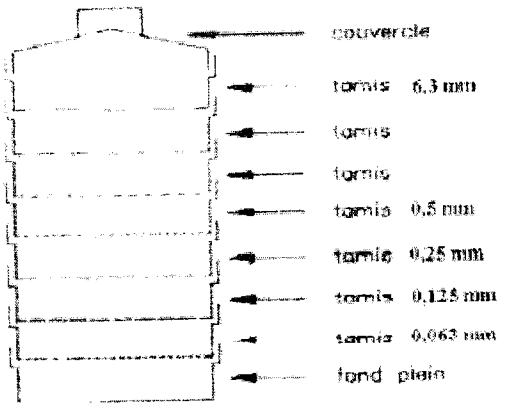
- Pour un sable, on peut prendre tous les tamis compris entre 0,063 et 6,3mm (voir la liste sur une des feuilles d'analyse granulométrique).
  Généralement, on se contente des tamis suivant :

  0,063 – 0,125 – 0,25 – 0,5 – 1 – 2 – 4 – 5 – 6,3

  Les cinq derniers se suivent pour avoir une meilleure définition au niveau des gros grains.

3- Préparation de l'analyse.

- Les tamis utilisés sont emboités les uns dans les autres, les dimensions croissant de bas en haut.
- Dessous on met un récipient à fond plein pour recueillir les fines.
- Au dessus, on ferme avec un couvercle pour éviter la dispersion des poussières.



4- Tamisage.

- L'échantillon pour l'essai est versé sur le tamis supérieur.
- mettre la colonne complète (tamis + fond plein + couvercle) sur la tamiseuse
- lancer le tamisage.

5- Pesée des refus – Expression des résultats.

- On pèse les refus cumulés pour le tamis considéré : le refus étant égal a la quantité de grains recueilli sur celui-ci (refus dit partiel) plus le refus recueilli les tamis de dimension supérieure.

  Pour cela, verser le refus du premier tamis dans une bassine, le peser, puis rajouter dans la bassine le refus du tamis suivant, peser, et ainsi de suite.
  Le refus partiel au niveau d'un tamis dépend du nombre de tamis situé au dessus de lui.
  Les refus partiels (que l'on peut obtenir au besoin par soustraction) sont peu utilisés (granulats reconstitués).
  Les refus cumulés en grammes sont calculés en pourcentage (%) : on en déduira les tamisages en pourcentage.

- Les résultats seront portés sur un tableau : document réponse DR1.

Modification du module de finesse.

- si Mf_1 est le module de finesse d'un sable 1

- si Mf_2 est le module de finesse d'un sable 2

On peut obtenir un sable 3 d'un module de finesse (prédéfini) = Mf_3 qui est la combinaison d'un mélange proportionné des deux granulats 1 et 2.

Avec : $Mf_3 < Mf_1$ *et* $Mf_3 > Mf_2$ les proportions sont :

$$Sable(2) = \frac{Mf_3 - Mf_1}{Mf_2 - Mf_1} \qquad Sable(1) = \frac{Mf_2 - Mf_3}{Mf_2 - Mf_1}$$

Analyse granulométrique et mesure du coefficient d'aplatissement d'un gravier (NF EN 933-1 et NF EN 933-3)

Mode opératoire.

1- Echantillon à analyser : gravier (2).

- A partir de l'échantillon global, on prélève la quantité nécessaire à l'essai :

2- Choix des tamis ou passoires.

- Pour un gravier, on peut prendre tous les tamis compris entre 4 et 80mm (voir la liste sur une des feuilles d'analyse granulométrique).

  Généralement, on se contente des tamis suivant :

  4 – 5 – 6,3 – 8 – 10 – 12,5 – 16 – 20 – 25

3- Préparation de l'analyse.

a. Les tamis utilisés sont emboîtés les uns dans les autres, les dimensions croissant de bas en haut.

b. Dessous on met un récipient à fond plein pour recueillir les fines.

c. Au dessus, on ferme avec un couvercle pour éviter la dispersion des poussières.

4- Tamisage.

a. L'échantillon pour l'essai est versé sur le tamis supérieur.

b. mettre la colonne complète (tamis + fond plein + couvercle) sur la tamiseuse

c. lancer le tamisage.

5- Pesée des refus – Expression des résultats.

- Peser et éliminer tous les grains passant au tamis de 4 mm et retenus sur celui de 80 mm (noter les valeurs obtenues sur le document réponse N°3).
- Prendre le premier tamis et peser son refus :soit di/Di la classe granulaire de ce refus (noter la valeur sur le document réponse N°3).
- Tamiser ce granulat élémentaire di/Di obtenu. sur la grille à fentes correspondante indiquée sur le document réponse N°3. Ce tamisage doit être effectué manuellement et doit être considéré comme terminé lorsque le refus ne varie pas de plus de 1 % pendant 1 min de tamisage.
- Pour ce granulat élémentaire, peser le matériau passant à travers la grille à fentes correspondante (noter la valeur sur le document réponse N°3).
- Recommencer les différentes opérations décrites ci-dessus pour les tamis suivants.

EXPRESSION DES RÉSULTATS

Les résultats sont portés sur des feuilles d'essai.
Les notations suivantes sont utilisées :

- R_i = Masse de chaque classe granulaire d_i/D_i. en grammes.
- $M_1 = \Sigma R_i$ (ce chiffre peut être légèrement inferieur à Mo mais ne doit pas s'en écarter de plus de 2 %).
- m_i = Masse des éléments de chaque classe granulaire d_i/D_i passant sur la grille correspondante. définie par le tableau.
- $M_2 = \Sigma m_i$

Le coefficient d'aplatissement de chaque classe granulaire est donné par :

$$A_i = \frac{m_i}{R_i} \times 100$$

Le coefficient d'aplatissement global A est donné par :

$$A = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

TP N° (2) : Essais de propreté sur granulats.

La propreté désigne : d'une part, la teneur en fines argileuses ou autres particules adhérentes à la surface des grains, ce qui se vérifie sur le chantier par les traces qu'elles laissent lorsqu'on frotte les granulats entre les mains. D'autre part, les impuretés susceptibles de nuire à la qualité du béton, parmi lesquelles on peut citer les scories, le charbon, les particules de bois, les feuilles mortes, les fragments de racine.
Les granulats employés pour le béton doivent être propres, car les impuretés perturbent l'hydratation du ciment.

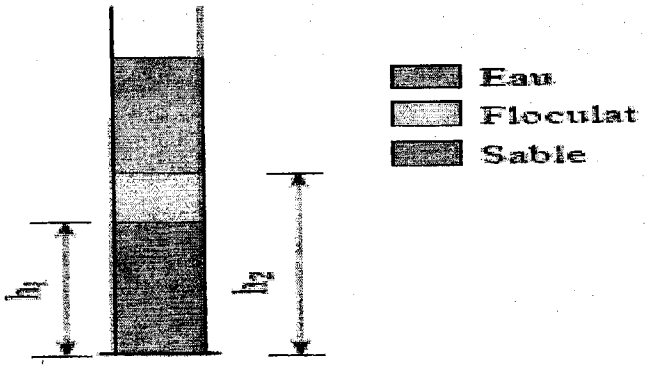
1. *L'équivalent de sable (NF p 18-597).*

1.1. Définition et But de l'essai.

L'essai permet de mettre en évidence la proportion relative de poussière fine nuisible ou d'éléments argileux dans les sols ou agrégats fins. Pour un béton, ces fines risquent d'inhiber l'hydratation du liant et gênent l'adhérence avec les aggrégats.

1.2. Principe.

Dans le cas des sables, le degré de propreté est fourni par un essai appelé "équivalent de sable piston (Esp)" qui consiste à séparer le sable des particules très fines qui remontent par floculation à la partie supérieure de l'éprouvette où l'on a effectué le lavage.
L'essai est fait uniquement sur la fraction de sable 0/2 mm.



Le lavage à l'eau ne donnerait pas des résultats précis et fidèles lors de l'essai. On utilise une solution spéciale qui permet la floculation des éléments fins et en régularise la sédimentation.
Machine à secouer les éprouvettes d'Es
Cette solution est composée pour 1 l de solution de :
• 111 g ± 1 g de chlorure de calcium,
• 480 g ± 5 g de glycérine,
• 12 à 13 g de solution aqueuse de formaldéhyde.
La solution est à compléter à 5 litres avec l'eau distillée pour être conservée entre 2 à 4 semaines.

1.3 Matériel utilisé.

- Eprouvettes, en matière plastique, avec 2 traits repères (Φint = 32 mm; h = 430 mm),
- Entonnoir, tamis, spatule, balance, thermomètre, récipients,
- Machine agitatrice électrique ou manuelle,
- Réglet de mesure et piston taré comporte 3 vis formant des butées (masse 1 kg).

1.4 Mode opératoire.

1. Remplir les 2 éprouvettes de solution lavante jusqu'au 1er repère, ensuite verser la quantité de sable tarée,
2. Eliminer les bulles d'air en frappant chaque éprouvette contre la paume de la main et laisser reposer 10 minutes,
3. boucher les éprouvettes et les agiter d'un mouvement rectiligne, horizontal, sinusoïdal de 20 cm d'amplitude à l'aide d'une machine à secouer (90 allers et retours en 30 secondes).
4. laver et remplir les éprouvettes avec le tube laveur en rinçant le bouchon, lavant les parois intérieures de toutes les éprouvettes et laver la masse du sable en y faisant remonter et descendre lentement le tube ainsi les fines remontent en surface, on ferme le robinet lorsque la solution atteint le 2eme trait (supérieur) et on sort le tube laveur.
5. on laisse reposer 20 minutes en évitant toute vibration,
6. on mesure à vue les hauteurs h1 et h2 (h2 est entachée d'incertitude) pour effectuer la mesure de façon plus précise, on introduit le piston taré à travers le floculat, le manchon prenant appui sur le bord supérieur de l'éprouvette ert on l'immobilise au contact du sable,
7. mesure h'2,
8. noter la température.

1.5 Valeurs préconisées pour l'équivalent de sable par DREUX

PS	Nature et qualité du sable
< 60	"Sable argileux" risque de retrait ou de gonflement. à rejeter pour des bétons de qualité
60≤PS<70	"Sable légèrement argileux" de propreté admissible pour béton de qualité quand on ne craint pas particulièrement de retrait.
70≤PS<80	"Sable propre" à faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
PS>80	"Sable très propre" l'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

1.6 Limites.

h'2 = 0, argile pure donc PS = 0
h'2 = h1, sable parfaitement propre donc PS = 100 %
Pour les bétons, le PS est compris entre 70 et 90.
Pour les bétons de ciment, PS > 80 (70 avec du ciment portland)

2. *LA PROPRETE DES GRAVIERS.*

2.1 Définition et But de l'essai.

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

2.2 Principe.

Contrairement aux sables, les graviers présentant des classes granulaires relativement grossières. Ainsi, le principe de séparation des agrégats des éléments fins ne se fera pas par sédimentation mais par lavage.

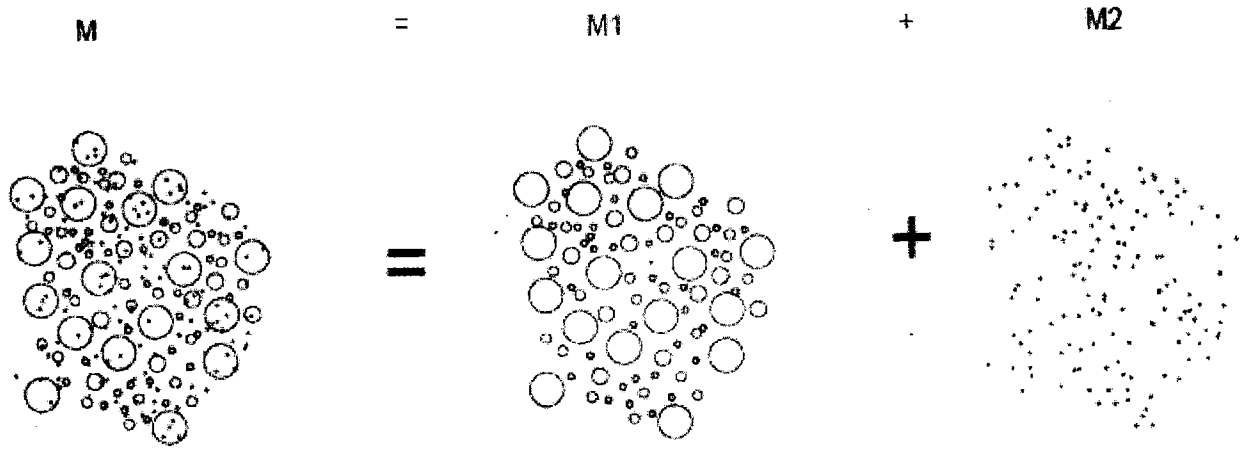
2.3 Matériel utilisé.

Tamis de maille 0.5 mm et un sceau d'eau.

2.4 Mode opératoire.

1. Peser un kg de gravier soit M0 et le placer dans le tamis,
2. Laver l'échantillon jusqu'à ce que l'eau qui traverse la tamis soit claire,
3. Essuyer l'excès en eau à l'aide d'un chiffon et peser la nouvelle masse, soit M1,
4. Calculer la propreté :

$$P(\%) = \frac{M0 - M1}{M0} * 100$$



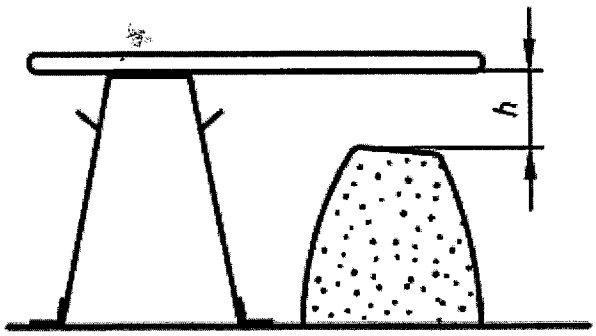
Le gravier est propre si P (quantité d'éléments fins) ≤ 5%.

République Algérienne Démocratique Populaire
Université Mentouri de Constantine
Faculté des Sciences de la Technologie
Département de Génie Civil

Travaux pratiques : MDC.

Intitulé : ***Détermination de la consistance du béton -Slump Test-***

Réf : NF EN 12 350-2



Nom :

Prénom :

Groupe :

Note :

Etablit par L'ingénieur de labo : **Ch.Benamer**.
Vérifié par Mr :H.Boulila.

Année Universitaire 2016/2017

1. *Objectif du test :*

Le **cône d'Abrams** ou **Slump Test** permet d'évaluer la consistance **d'un béton courant,** c'est-à-dire ni trop sec ni trop fluide. Cette méthode convient bien pour le contrôle du béton sur chantier lors de la réception.

Cet essai est appelé aussi **essai d'affaissement.**

La consistance est un paramètre d'une importance fondamentale dans l'évaluation de l'ouvrabilité du béton. En outre il permet de comparer les effets des additifs chimiques. Il n'est pas applicable lorsque la taille des agrégats est supérieure à 50mm.

2. Procédure :

La consistance est caractérisée par l'affaissement, mesuré en **mm** après démoulage d'un cône en béton de forme normalisée.

3. Equipement nécessaire :

- Un moule tronconique, son fond est de hauteur de 30cm, de 20cm de diamètre de diamètre et sa partie inferieure et de 10cm de diamètre.
- Une plaque d'appui.
- Une tige de piquage.
- Une règle graduée.

4. Mode opératoire :

- Mouiller l'intérieur du moule et la plaque d'appui à l'aide d'une éponge.
- Placer le moule avec la rehausse sur la plaque.
- A l'aide d'une truelle remplir le moule de béton frais, en trois couches d'égale hauteur .
- Compacter chaque couche par 25 coups à l'aide de la tige de piquage.
- Retirer la rehausse, araser le dessus du moule et nettoyer le support autour du moule.
- Araser le moule à l'aide d'une règle.
- Le démoulage s'opère en soulevant le moule avec précaution entre 5 et 10s.
- Retirer le moule verticalement avec précaution.

- Mesurer l'affaissement (ou Slump) du cône par rapport au point le plus haut du béton juste après le démoulage.
- La durée totale de l'essai du début du remplissage à la mesure de l'affaissement est de 2min 30s.

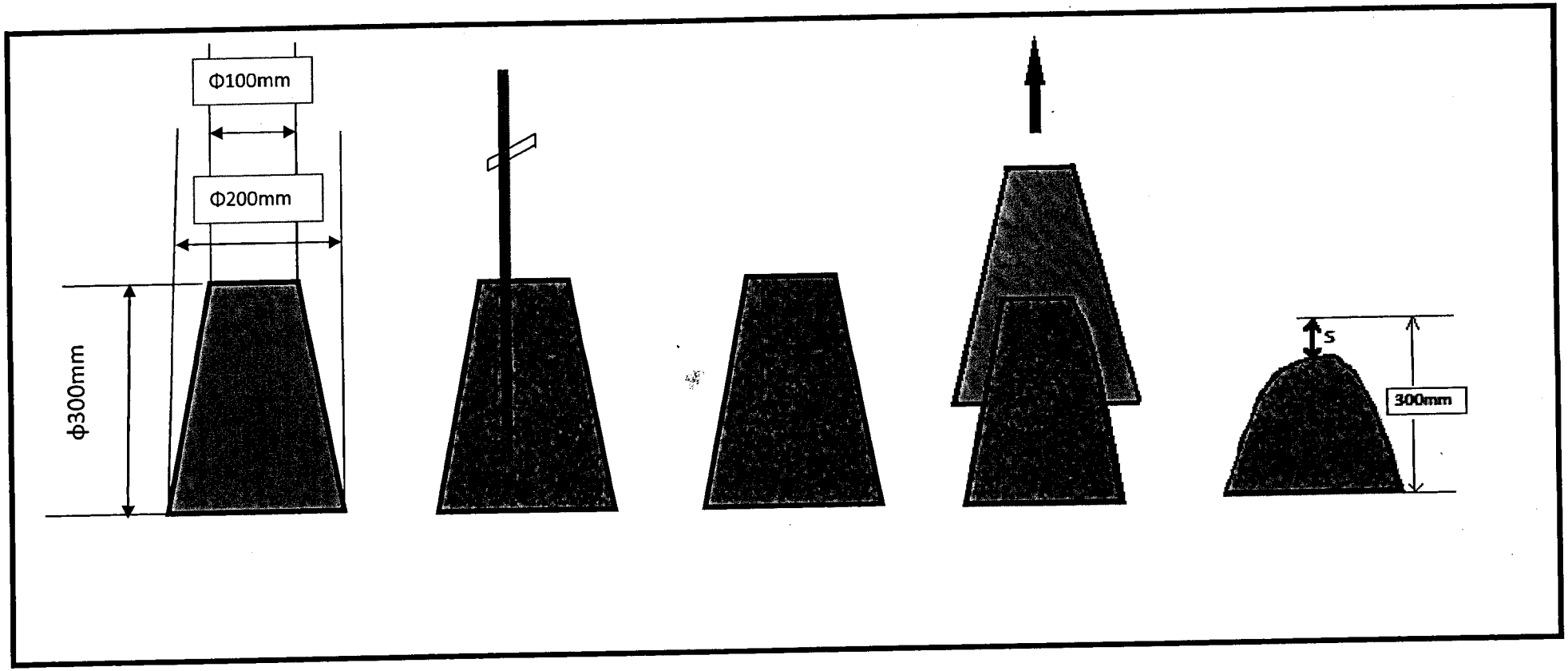
5. Expression *des résultats:*

Lieu : Laboratoire de matériaux de construction.	*T.P : M.D.C*	*Année universitaire 2016/2017*
TP № :	*Détermination de consistance du béton -Slump Test-*	*Document de référence NF EN 12 350-2*

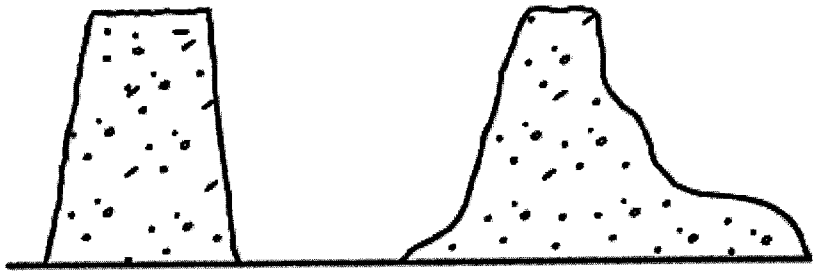
Expression des résultats		
Essai №	*1*	*2*
Affaissement en cm		
Consistance .		

6. Interprétation des résultats et conclusion :

Classe de consistance		
Affaissement (Slump) en mm	*Classe*	
10 - 40	*Humide*	*S1*
50 – 90	*Semi-plastique*	*S2*
100 – 150	*Plastique*	*S3*
160 - 210	*Fluide*	*S4*
≥ 220	*Trés fluide*	*S5*


Φ100mm
Φ200mm
ϕ300mm
S
300mm

7. Observation:



a) Affaissement réel b) Affaissement avec cisaillement

Formes d'affaissements.

MC

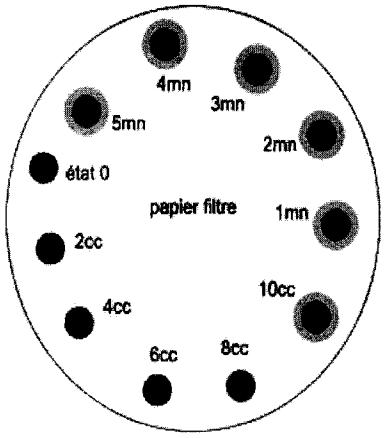
« Détermination de l'Argilosité d'un Sable »

« Essai Au Bleu de Méthylène. »

Objectif et principe de l'essai.

L'essai au bleu de méthylène, ou « essai au bleu », est utilisé pour déterminer l'argilosité d'un sable, d'un granulat et plus généralement d'un sol.
L'essai consiste à déterminer la quantité de particules argileuses présentes dans l'échantillon.Pour cela on utilise du bleu de méthylène, substance adsorbée de préférence par les argiles.

L'essai consiste à mesurer la quantité de bleu de méthylène fixée par 100 g de la fraction granulaire de sol analysé.



Propreté.

Lorsque l'on frotte des granulats non lavés dans la main (du sable ou des gravillons), on peut constater des traces de poussière sur les doigts. Il s'agit de particules argileuses de petites dimensions. Celles-ci sont susceptibles d'être nuisibles à la qualité du mélange ou de la pâte que l'on veut obtenir à partir du granulat, comme du béton ou un mélange bitumineux.

- Dans les sols, les particules argileuses vont avoir une incidence sur le comportement du sol en présence d'eau.

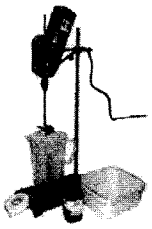
- Dans le domaine du béton, ces particules perturbent l'hydratation du ciment et entraînent des défauts d'adhérence entre les granulats et la pâte.

- Dans les mélanges bitumineux, comme les enrobés bitumineux ou les enduits superficiels, un défaut de propreté peut conduire également à une perte d'adhérence du granulat avec le liant et donc à un désenrobage.

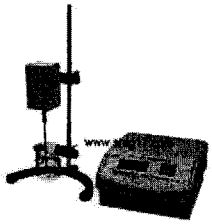
Matériel (essai manuel)

L'appareillage à utiliser est le suivant :

- Burette
- Papier-filtre
- Tige de verre
- Agitateur à ailettes.
- Balance
- Chronomètre
- Tamis.
- Eau distillée + pissette.
- Bécher d'une capacité d'environ 1 l à 2 l
- Bleu de méthylène



Il est également possible de réaliser l'essai de façon automatique à l'aide d'un appareil qui combine méthode turbidimétrique et mesure par un colorimètre
Cet appareil permet d'analyser les sables sur la fraction granulaire 0/4mm ainsi que sur les fillers ou les sols.



Mode opér[redacted]

- Tamiser l'échantillon à étudier au tamis 5 mm.
- Prélever une masse de 120 gr.
- Calculer la teneur en eau W de la prise d'essai.
- Déduire la masse humide de l'échantillon par **[Masse Humide] = [Masse sèche] x (1 + [Teneur en eau])**
- Verser un échantillon de 30 gr de sol sec dans le Bécher et ajouter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Agiter sans arrêt le mélange à l'aide de l'agitateur à ailettes.
- Ajouter 5 cm3 de bleu de méthylène dans le Bécher.
- Prélever une goutte de mélange et la placer sur papier filtre.
- **Si la tache centrale est entourée d'une auréole bleu turquoise**, le test est positif. Dans ce cas l'essai est terminé, les particules argileuses sont alors saturées en Bleu de Méthylène. On recommence l'essai à l'identique, cinq fois à intervalle d'une minute pour le confirmer.
- **Si la tache est entourée d'une auréole humide incolore**, le test est négatif. Dans ce cas, on ajoute du bleu de méthylène par prises de 5cm3 jusqu'à ce que le teste soit positif. On répète l'essai à l'identique, cinq fois à intervalle d'une minute pour le confirmer.
- Calculer la valeur au bleu du sol (VBS) en appliquant la formule suivante :

$$VBS = \frac{B}{ms} \times C \times 100$$

B = masse de bleu introduite dans le bêcher (en gr)
Ms = masse sèche de la prise d'essai (en gr)
C = proportion de 0/5 mm soumis à l'essai dans la fraction 0/50 du matériau sec.

Interprétation.

La VBS est une grandeur qui exprime globalement la quantité et l'activité de l'argile contenu dans le matériau étudié.

Le GTR retient 6 seuils:

- **0,1 : seuil d'insensibilité à l'eau.**
- **0,2 : seuil au dessus duquel apparaît à coup sûr la sensibilité à l'eau.**
- **1,5 : seuil entre les sols sablo-limoneux et sablo-argileux.**
- **2,5 : seuil entre les sols limoneux peu plastiques et ceux de plasticité moyenne.**
- **6,0 : seuil entre les sols limoneux et argileux.**
- **8,0 : seuil entre les sols argileux et très argileux.**

MC

« La Résistance à la Fragmentation par Chocs et à l'Usure par Frottement des Granulats »

« Essai Los Angeles. »

Définition et But de l'essai.

Ce mode opératoire est issu de l'essai américain défini par la norme ASTM C.131.55
L'essai (N.F. P18.573) permet de mesurer les résistances combinées à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques des éléments d'un granulat.
Il s'applique aux granulats utilisés pour la constitution des assises de chaussée, y compris les couches de roulement.
Le matériau évolue pendant l'essai, d'une part par suite du choc des boulets sur le granulat (rupture fragile des éléments), d'autre part par frottement des éléments les uns sur les autres, sur le cylindre de la machine et sur les boulets.

Principe.

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés et aux frottements réciproques dans la machine Los Angeles. La granularité du matériau soumis à l'essai est choisie parmi six granularités-types, de la classe granulaire 4/6,3 mm – 6,3/10 mm – 10/14 mm – 10/25 mm – 16/31,5 mm et 25/50 mm, se rapprochant au mieux de la granularité du matériau tel qu'il sera mis en œuvre.
Le poids de la charge de boulets varie en fonction du type de granularité. Si P est le matériau soumis à l'essai, p le poids des éléments inférieurs à 1,6 mm produits au cours de l'essai, la résistance combinée à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques s'exprime par la quantité :
$CLA = 100 \times p / P$
Cette quantité sans dimension est appelée, par définition, ''coefficient Los Angeles'' du matériau.

Matériel utilisé.

a)- La machine Los Angeles comporte :
i., un cylindre creux en acier de 12 mm ± 0,5 mm d'épaisseur, fermé à ses deux extrémités, ayant un diamètre intérieur de 711 mm ± 1 mm et une longueur intérieure de 508 mm ± 1 mm. Le cylindre est supporté par deux axes horizontaux fixés à ses deux parois latérales, mais ne pénétrant pas à l'intérieur du cylindre ; le montage est tel que le cylindre peut ainsi tourner sur son axe qui doit être horizontal,

ii., une ouverture de 150 mm de largeur, sur toute la longueur du cylindre, permet d'introduire l'échantillon. Pendant l'essai, cette* ouverture est obturée d'une façon hermétique aux poussières par un couvercle amovible tel que la surface intérieure reste bien cylindrique.

Cette dernière est coupée par une tablette en saillie placée à une distance de 40 cm du rebord du couvercle, distance mesurée le long du cylindre dans le sens de la marche. Cette tablette démontable, en acier dur est de section rectangulaire (longueur égale à celle du cylindre, largeur de 90 mm ± 0,5 mm, épaisseur de 25 mm). Elle repose, suivant un plan diamétral, le long d'une génératrice et est fixée par des boulons sur les parois latérales. Elle doit avoir des arêtes vives,

iii., la charge est constituée par des boulets sphériques de 47 mm de diamètre environ et pesant 420 et 445 g. Ces boulets ne doivent pas s'user de façon trop irrégulière,

iv., un moteur d'au moins 0,75 kW, assurant au tambour de la machine une vitesse de rotation régulière comprise entre 30 et 33 tours/minute,

v., un bac destiné à recueillir les matériaux après essai,

vi., un compte tours de type rotatif, arrêtant automatiquement le moteur au nombre le tour voulu.

b)- un jeu de tamis de 1,6 – 4 – 6,3 – 10 – 14 mm. Leur diamètre ne devra pas être inférieur à 250 mm,

c)- une balance précise au gramme, de portée au moins égale à 10 kg,

d)- une étuve à 105 °c,

e)- des bacs et des truelles,

f)- des bacs d'environ 40 x 30 x 5 cm, à perforation inférieur à
1,6 mm.

Préparation du matériau.

Effectuer l'essai sur un granulat, ayant une granularité conforme à l'une des six classes granulaires type, lavé et séché à l'étuve à 105°c jusqu'à poids constant (5 heures au minimum). La prise d'essai sera de 5 kg. La préparer de la façon suivante :

a)- si deux essais sont envisagés, préparer, à partir de 15 kg, deux échantillons identiques par quartage à sec,

b)- sinon, tamiser l'échantillon à sec sur chacun des deux tamis de la classe granulaire choisie, en commençant par le tamis le plus grand.

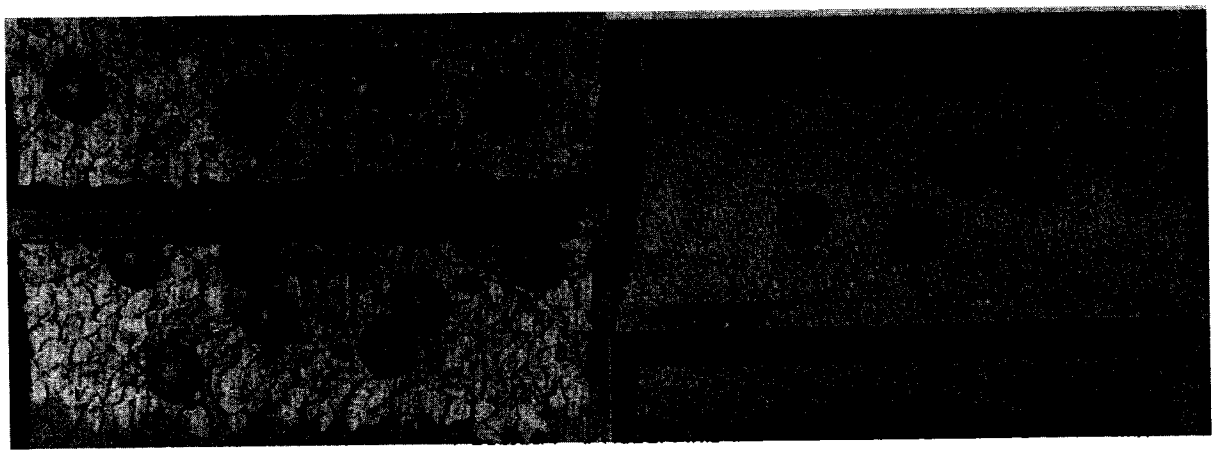
Recueillir dans un bac 5100 g environ du matériau tamisé. Ce poids supplémentaire de 100 g servant à compenser celui des poussières ou de la gangue terreuse. Laver cette quantité recueillie sous un jet d'eau et la remuer à la truelle jusqu'à ce que l'eau soit claire. Après lavage, verser le matériau dans un bac perforé et égoutter quelques instants.

Sécher l'ensemble à l'étuve à 105 °c, jusqu'à poids constant. Retirer le bac perforé de l'étuve et laisser refroidir. Enlever l'excédent de matériau pour ajuster le poids à P= 5 kg ± 2 g, exigé pour l'essai.

Mode opératoire.
Mise en place de l'échantillon dans la machine ainsi que la charge de boulets relatifs à la classe granulaire choisie (voir tableau suivant).

Classes granulaires (mm)	Fractions	Nombre de boulets	Poids total de la charge (g)	Poids des fractions (g)
4 – 6,3		7	3080 ± 20	5000 ± 2
6,3 – 10		9	3960 ± 25	5000 ± 2
10 – 14		11	4840 ± 25	5000 ± 2
10-25	10-16 16-25	11 11	4840 ± 25 4840 ± 25	3000 2000
16 -31,5	16 – 25 25 – 31,5	12 12	5280 ± 25 5280 ± 25	2000 3000
25 - 50	25 – 40 40 - 50	12 12	5280 ± 25 5280 ± 25	3000 2000

Replacer le couvercle et serrer les boulons de fixation.
Mise en route de l'essai en faisant effectuer à la machine 500 rotations à une vitesse régulière comprise entre 30 et 35 tr/mn pour toutes les classes à l'exception de la classe 25–50 mm où le nombre de rotations est de 1000.
Enlever le granulat après l'essai. Recueillir le granulat dans un bac placé sous l'appareil, en ayant soin d'amener l'ouverture juste au dessus de ce bac, afin d'éviter les pertes de granulat.



Tamiser le matériau contenu dans le bac sur le tamis de 1,6 mm ; le matériau étant pris en plusieurs fois afin de faciliter l'opération.
Laver le refus à 1,6 mm dans un bac, bien remuer à l'aide d'une truelle. Puis verser dans le bac perforé, égoutter et sécher à l'étuve jusqu'à poids constant.
Peser ce refus une fois séché, soit P' le résultat de la pesée. $p = P - P' = 5000 - P'$
$CLA = 100 \times (5000 - P') / 5000$
Le résultat sera arrondi à l'unité.