

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Avant d'entamer les procédures de l'essai; nous présentons quelques définitions de certains granulats

VI-1) DEFINITIONS

VI-1-1) Gravier :

Le gravier est produit par l'altération et l'érosion des roches. Les cours d'eau (*voir* Fleuves et rivières) à courant violent et les glaciers peuvent le transporter sur de longues distances avant qu'il se dépose. Les fragments transportés par l'eau sont usés et arrondis, tandis que ceux qui ont été transportés par la glace ont des bords anguleux et tranchants. D'autre part, la taille des graviers transportés par les cours d'eau varie moins que celle de ceux qui sont transportés par les glaciers. On trouve également du gravier sur les plages soumises à l'action de vagues puissantes. Les graviers de plage sont très ronds et lisses.

VI-1-2) Sable :

Le sable provient de l'érosion et de l'altération de roches riches en quartz (granites, gneiss) sous l'action de processus physiques (vent, eaux courantes) ou chimiques (action dissolvante de l'eau). Les grains de sable qui se forment sont généralement gros et anguleux, difficilement transportables par le vent et les cours d'eau. Les plus gros grains de sable se retrouvent ainsi le long des cours d'eau, aux bords des mers, ou dans les régions désertiques.

En milieu fluvial, les grains s'usent peu et restent donc gros et anguleux. En milieu continental, l'usure des grains de sable par le vent et l'eau entraîne une modification de leur forme (ou morpho scopie) au cours des temps géologiques : les grains de sable usés deviennent émoussés et luisants (milieu littoral), ou ronds et mats (milieu éolien). En s'arrondissant, les grains deviennent plus petits. Les sables peuvent également se consolider et se cimenter ultérieurement pour donner naissance à des grès (grès quartzeux, grès calcaires)

VI-1-3) Ciment :

Pendant la préhistoire et au début de l'Antiquité, on utilisait l'argile comme liant pour maçonner les pierres. Lors de la construction des pyramides, les Égyptiens utilisèrent un

plâtre obtenu par cuisson d'un gypse. Plus tard, les Grecs, puis les Romains, se servirent de la chaux produite par la cuisson du calcaire, dans leurs constructions. À partir du 1^{er} siècle av. J.-C., ils améliorèrent le liant en y ajoutant des pouzzolanes, particules très fines d'origine naturelle, comme les cendres volcaniques, ou artificielles, comme la poussière de briques broyées. Ils obtinrent ainsi le ciment romain. Ce liant fut utilisé sans grandes modifications jusqu'en 1756, date à laquelle l'Anglais Smeaton, lors de la construction du phare d'Eddy Stone, mélangea des chaux hydrauliques et des pouzzolanes. Il obtint ainsi le premier liant artificiel, avec lequel il prépara un mortier aussi dur que la pierre de Portland.

En 1817, l'ingénieur français Louis Vicat, suivi, au début des années 1820, par Treussart, ainsi que par Pavin de Lafarge, découvrit et définît les formules des ciments actuels, préparés alors dans des fours verticaux. Les fours rotatifs firent leur apparition vers 1880 et sont toujours utilisés. À l'heure actuelle, les cimentiers, qui sont généralement équipés de laboratoires de recherche, cherchent à mettre au point des ciments de plus en plus performants. Le dernier-né a été inventé en 1908 : il s'agit du ciment alumineux.

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, pendant cinq minutes pour le sable et sept minutes pour le gravier puis on prélève les différents refus de chaque tamis et on les pèse.

VI-2) INTRODUCTION:

L'analyse granulométrique est l'opération qui consiste à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille, etc). Habituellement, l'analyse granulométrique fournit les proportions de grains de différents diamètres ; cette analyse peut se faire aussi bien par tamisage que par sédimentation dans l'eau en application de la loi de Stokes.

En fonction de la dimension et du nombre des grains composant un granulat, on dénomme les granulats, fines, sables, gravillons ou caillou. Cependant, pour un granulat donné, tous les grains qui le constituent n'ont pas tous la même dimension.

Pour cela, on procède au classement des grains sur une série de tamis emboîtés les uns dans les autres. Les dimensions des mailles des tamis sont décroissantes du haut vers le bas. Le granulat est placé sur le tamis le plus haut et par vibrations, on répartit les grains sur les différents tamis selon leur grosseur.

VI-3) DEFINITIONS:

- a) **Granularité:** Distribution dimensionnelle des grains (état). Granulométrie: Etude de la granularité.
- b) **Tamisât:** Partie de l'échantillon passé à travers les mailles du tamis.
- c) **Refus:** Partie de l'échantillon qui n'est pas passée à travers les mailles du tamis.
- d) **Refus cumulé:** C'est la somme de tous les refus, celui du tamis lui même plus tous les refus des tamis de maille plus grande. Il peut être exprimé en gramme ou en % de refus cumulés

VI-4) But du TP :

L'analyse granulométrique par voie sèche permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon.

Détermination de coefficient d'uniformité C_U et coefficient de courbure C_C .

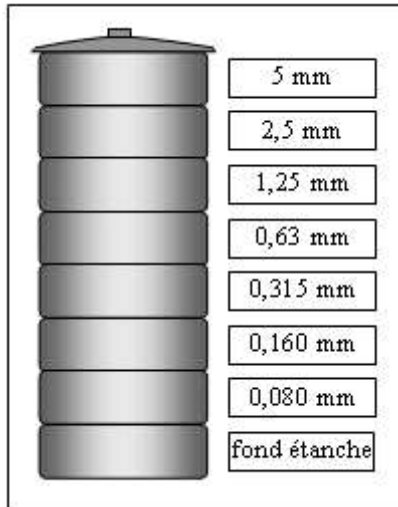
VI-4-1) Principe d'essai:

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 des tamis.

VI-4-2) Matériel utilisé

Ce sont des tamis qui sont constitués d'un maillage métallique dont les ouvertures carrées, de dimension normalisée. La dimension des tamis est donnée par l'ouverture de la maille, c'est à dire par l'ouverture carrée, elles vont de 0,08 (Module 20) à 80 mm (Module 50). Il est également conseillé, dans la mesure du possible d'utiliser une machine à tamiser électrique, ce qui permet des résultats plus fiables.

TP n°4 Analyse granulométrique



Colonne de Tamis



Tamiseur Vibratoire

Le tableau suivant donne les différents tamis et les modules correspondants

Modules	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tamis	0.08	0.100	0.125	0.16	0.200	0.250	0.315	0.40	0.50	0.63	0.80
Modules	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Tamis	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50	3.15	4.00	5.00	6.3	8	10
Modules	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
Tamis	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80		

Cet essai est applicable à des granulats non souillés par une fraction argileuse significative. Il est impératif de prendre toutes les précautions nécessaires afin de ne pas perdre les éléments fins présents dans l'échantillon.

VI-4-3) Matériaux Utilisés:

1- sable.

2- gravier.

VI-4-4) Preparation Des Echantillons:

La quantité à utiliser doit répondre à différents impératifs qui sont :

- Il faut une quantité assez grande pour que l'échantillon soit représentatif.

- Il faut une quantité assez faible pour que la durée de l'essai soit acceptable et que les tamis ne soient pas saturés et donc inopérants.

Dans la pratique, la masse à utiliser sera telle que : $M = 0,2 D$ avec M, masse de l'échantillon en Kg et D diamètre du plus gros granulat exprimé en mm.

Dimensions des tamis à utiliser :

Pour les sables, on utilise en général les tamis de modules 20, 23, 26, 29, 32, 35, 38

Pour les matériaux plus grossiers tous les tamis au-delà du module 38 sont utilisés.

Description de l'essai:

- Le matériau sera séché à l'étuve à une température maximale de 105 °C.
- Les tamis sont emboîtés sur un fond étanche les uns sur les autres, dans un ordre croissant du bas de la colonne vers le haut.
- Le matériau est versé en haut de la colonne.
- Un couvercle ferme l'ensemble et permet d'éviter toute perte durant le tamissage.
- La colonne est fixée sur une tamiseuse électrique (on peut aussi effectuer la vibration manuellement)
- Le temps de tamisage varie suivant le matériel utilisé et dépend également de la charge de matériau présente sur le tamis et son ouverture. Un étalonnage de la machine est donc nécessaire. On considère que le tamisage est terminé lorsque les refus ne varient pas de plus de 1 % entre deux séquences de vibrations de la tamiseuse d'environ 1 minute..

Le refus du tamis ayant la plus grande maille est pesé. Soit R_1 la masse de ce refus.

Le refus du tamis immédiatement inférieur est pesé avec le refus précédent. Soit R_2 la masse du deuxième refus. Cette opération est poursuivie pour tous les tamis pris dans l'ordre des ouvertures décroissantes. Ceci permet de connaître la masse des refus cumulés R_n aux différents niveaux de la colonne de tamis. Le tamisât présent sur le fond de la colonne dut amis est également pesé.

La somme des refus cumulés mesurés sur les différents tamis et du tamisât sur le fond (fillers) doit coïncider avec le poids de l'échantillon introduit en tête de colonne.

VI-4-4) Résultats:

Les résultats seront présentés sous forme de tableau et se traduiront en courbe granulométrique en portant les ouvertures des tamis en abscisse sur une échelle logarithmique et les pourcentages en ordonnée sur une échelle arithmétique. La courbe est tracée d'une manière continue et peut ne passer rigoureusement par tous les points.

Remarque : Les courbes granulométriques peuvent être continues, et dans ce cas tous les tamis enregistrent un refus, ou bien elles peuvent être considérées discontinues lorsque plus de trois tamis consécutifs ne gardent pas de refus.

1-Sable:

<u>Ouverture de passoire en mm</u>	<u>Refus en gramme</u>	<u>Tamisât en gramme</u>	<u>Tamisât cumulé(%)</u>
<u>5</u>			
<u>2.5</u>			
<u>1.250</u>			
<u>0.630</u>			
<u>0.315</u>			
<u>0.160</u>			
<u>fond</u>			
<u>total</u>			

Calcul des coefficients :

$C_u = D_{60}/D_{10}$ $\longrightarrow$ formule de HAZEN

$C_C = D_{30}^2 / D_{10} * D_{60}$ $\longrightarrow$ COEFFICIENT DE CORBURE

2-Gravier:

Ouverture de passoire	Refus en gramme	Tamisât en gramme	Tamisât cumulé (%)
25			
20			
16			
10			
8			
5			
Fond			

Sable: $D_{10} = \dots \text{ mm}$ $C_u = \dots$ $D_{30} = \dots \text{ mm}$ $D_{60} = \dots \text{ mm}$ $C_c = \dots$ **Gravier:** $D_{10} = \dots \text{ mm}$ $C_u = \dots$ $D_{30} = \dots \text{ mm}$ $D_{60} = \dots \text{ mm}$ $C_c = \dots$

NB : les Diamètres seront déterminés à partir de la courbe granulométrique.

Exemple d'une courbe fait par un étudiant