

## **Analyse granulométrique**

### **DEFINITIONS :**

On appelle granulat un ensemble de grains minéraux, de dimensions comprises entre 0 et 125 mm, de provenance naturelle ou artificielle, destinés à la confection :

- des mortiers, des bétons,
- des couches de fondation, des couches de base et de roulement des chaussées,
- et des assises et des ballasts de voies ferrées.

Les granulats sont appelés fillers, sablons, sables, gravillons, graves ou ballast suivant leurs dimensions.

### **CLASSES GRANULAIRES :**

- Un granulat est caractérisé du point de vue granulaire par sa classe d/D.
- Le premier désigne le diamètre minimum des grains d et le deuxième le diamètre maximum D.
- Lorsque d est inférieur à 0.5 mm, le granulat est désigné 0/D.
- Si un seul chiffre est donné, c'est celui du diamètre maximum D exprimé en mm.

Appellation		Dimension de la maille des tamis en (mm)
Pierres cassées et cailloux	Gros	50 à 80
	moyens	31.5 à 50
	petits	20 à 31.5
Gravillons	Gros	12.5 à 20
	moyens	8 à 12.5
	petits	5 à 8
Sable	Gros	1.25 à 5
	moyens	0.31 à 1.25
	petits	0.08 à 0.31
Fines, farines et fillers		Inferieur à 0.08

### **I. But de l'essai :**

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon. Elle s'applique à tous les granulats de dimension nominale inférieure ou égale à 63mm, à l'exclusion des fillers.

### **II. Principe de l'essai :**

L'essai consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série des tamis, emboîtées 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 le classement des grains s'obtient par vibration de la colonne de tamis.



### **III. définitions :**

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

**Prise d'essai :** matériau soumis à l'essai.

**Analyse granulométrique par tamisage :** ensemble des opérations aboutissant à la séparation selon leur grosseur des éléments constituant 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.

**Dimension nominale d'ouverture d'un tamis d :** dimension caractéristique de la maille carrée de côté d.

**TAMISAT (ou passant) :** la quantité de matériau qui passe à travers le tamis

**REFUS sur un tamis :** la quantité de matériau qui est retenue sur le tamis.

• **Classe granulométrique:** ensemble des éléments dont les dimensions sont comprises entre deux ouvertures d de tamis définissant un intervalle.

**Pourcentage massique de refus :** rapport, exprimé en pourcentage, de la masse de matériau sec retenu par un tamis d'ouverture d, à la masse totale initiale de matériau sec passant à travers le tamis de maille.

**Pourcentage massique d'un tamisat :** rapport, exprimé en pourcentage, de la masse sèche du passant à travers un tamis d'ouverture d, à la masse totale initiale de matériau sec passant à travers le tamis de maille.

Le pourcentage massique de tamisat est désigné par :  $100 - r$ .

**Courbe granulométrique :** représentation du pourcentage massique p des différents tamisats en fonction de la dimension nominale d'ouverture des tamis.

**Dimension nominale d'ouverture à N pour cent ( $d_n$ ) :** dimension interpolée sur la courbe granulométrique pour laquelle le pourcentage massique p de tamisat est égal à N pour cent.

**Facteur d'uniformité :** sur le passant au tamis de 63mm, rapport des dimensions des mailles de tamis pour lesquels il y a respectivement 60% et 10% de passant :

$$C_u = d_{60} / d_{10}$$

**Facteur de courbure :** sur le passant au tamis de 63mm, rapport des dimensions des mailles de tamis défini par :

$$\begin{aligned} C_c &= d_{30}^2 / d_{10} \cdot d_{60} \\ &= C_u (d_{60} / d_{10})^2 \end{aligned}$$

### **IV. Equipement nécessaire:**

Ce sont des tamis (fig.1) qui sont constitués d'un maillage métallique définissant des trous carrés de dimensions normalisées. Les passoires, qui comportent des trous ronds percés dans une tôle, ne sont plus utilisées actuellement. Pour un travail aisé et aux résultats reproductibles, il est conseillé d'utiliser une machine à tamiser électrique qui imprime un mouvement vibratoire à la colonne de tamis.

La dimension nominale des tamis est donnée par l'ouverture de la maille, c'est-à-dire par la grandeur de l'ouverture carrée. Ces dimensions sont telles qu'elles se suivent dans une progression géométrique de raison  $\sqrt{10}$ , depuis le tamis 0.08mm jusqu'au tamis 80mm. Pour des ouvertures inférieures à 0.08mm, l'analyse granulométrique n'est pas adaptée et l'on procède par sédimentométrie.

L'existence antérieure de passoires (trous ronds) a conduit à une double classification des tamis et des passoires, tout en conservant pour chaque famille d'appareil la même progression géométrique des ouvertures. Afin d'éviter toute ambiguïté, un tamis et une passoire équivalente ont été désignés par un même numéro de module. Les dimensions nominales normalisées des tamis, seul appareils actuellement, sont les suivantes :

Modules	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tamis	0.08	0.10	0.12	0.16	0.20	0.25	0.315	0.400	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		

### **VI. Description de l'essai :**

Le matériau séché, de masse M, est versé sur une série de tamis choisis de telle manière que la progression des ouvertures soit croissante du bas de la colonne vers haut. En partie inférieur, on dispose un tamis de 0.08mm sur montant un fond étanche afin de récupérer les éléments fins qui passent à travers cette tamis.

On considère que le tamisage est terminé lorsque les refus ne varient pas de plus de 1% entre deux séquences de variations de la tamiseuse.

Le refus du tamis ayant la plus grande maille est pesé. Soit R1 la masse de ce refus.

Le refus du tamis immédiatement inférieur est pesé. Soit R2 la masse du refus deuxième refus.

La somme R1+R2 représente le refus cumulé sur le deuxième tamis.

Cette opération est poursuivie pour tous les tamis pris dans l'ordre des ouvertures décroissantes. Ceci permet de connaître la masse des refus cumulés Rn aux différents niveaux de la colonne de tamis. Le tamisat présent sur le fond de la colonne de tamis est également pesé. Soit P sa masse.

La somme de refus cumulés mesurés sur les différents tamis et du tamisat sur le fond (fillers) doit coïncider avec le poids de l'échantillon introduit en tête de colonne. La perte éventuelle de matériaux pendant l'opération de tamisage ne doit pas excéder plus de 2% du poids total de l'échantillon de départ.

### **Mode opératoire**

1. Commencer par dresser la colonne des tamis. Les ouvertures des tamis doivent être croissantes de bas en haut. Les tamis à prendre en compte sont N'oubliez pas le fond et
2. Prendre un kilogramme de sol.
3. Verser le sol sur le tamis supérieur puis fermer la colonne par le couvercle.
4. Placer la colonne des tamis sur le vibreur.
5. Procéder à l'agitation pendant 5 min.
6. Procéder à la pesée cumulée des refus de en commençant par le tamis supérieur.

**T.P. Mécanique des sols**



La pesée de l'échantillon de sol



Versement du sol dans la série de tamis



Vibration manuelle



Pesée cumulée des refus

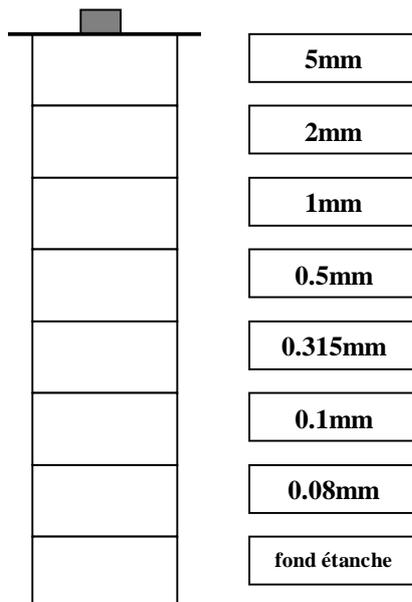
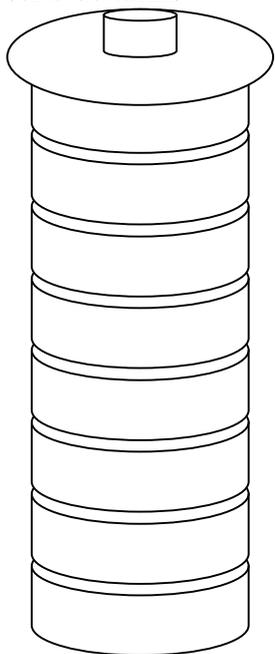


figure.1

## T.P. Mécanique des sols

### **V. Résultat de l'essai :**

La masse de l'échantillon est  $M = 1\text{kg}$

Le résultat de l'analyse granulométrique est représenté sur le tableau suivant :

**Tableau des résultats**

<b>Tamis (mm)</b>	<b>Refus (g)</b>	<b>Refus cumulés (g)</b>	<b>Refus cumulés (%)</b>	<b>Tamisé cumulés (%)</b>
<b>5</b>	000.0			
<b>2.5</b>	161.0			
<b>1.25</b>	136.0			
<b>0.63</b>	177.0			
<b>0.315</b>	304.0			
<b>0.16</b>	152.0			
<b>0.08</b>	054.0			
<b>fond</b>	007.5			

On a :

$$S = R_n + P = 991.5 + 7,5 = 999\text{g}$$

$$\text{La perte} = ((M - S) / M) \cdot 100 = ((1000 - 999) / 1000) \cdot 100 = 0.1\% < 2\%$$

Alors le résultat de tamisage est acceptable.

La 3<sup>ème</sup> colonne représente les refus cumulés (le refus de chaque tamis est pesé en l'ajoutant au refus du tamis qui lui est en dessous, ainsi de suite).

La 4<sup>ème</sup> colonne représente les refus cumulés en pourcentage, il suffit de diviser les refus cumulés par la masse totale (1000 g) puis multiplier par 100 (Ca revient à diviser par 10).

La 5<sup>ème</sup> colonne représente le tamisé cumulé en pourcentage, il suffit de retrancher les refus cumulés en pourcentage de la valeur 1 qui n'est que 100%.

### **Compte rendu :**

Il vous est demandé de :

1. Réaliser l'essai.
2. Dresser le tableau des mesures et des calculs.
3. Tracer la courbe granulométrique.
4. Déterminer les différents diamètres ( $d_{10}$ ,  $d_{30}$  et  $d_{60}$ ) et les deux coefficients  $C_u$  et  $C_c$ .
5. Commenter vos résultats