

# TRAVAUX PRATIQUES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION 2

Dr BELAIDI Amina

Université de Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Civil

Email : [amina.belaidi@univ-tlemcen.dz](mailto:amina.belaidi@univ-tlemcen.dz)

Adresse : Laboratoire de structures, Université de  
Tlemcen, 13000 Chetouane Tlemcen.

Disponible : De Dimanche à jeudi, de 10h-13h.

1.0 Mars 2024

*TP MDC 2 (3<sup>ème</sup> année Licence en Génie Civil)*

# Table des matières

<b>I - TP N° 1 : Analyse granulométrique du sable</b>	<b>3</b>
1. Objectifs .....	3
2. Introduction .....	3
3. Définition de l'essai .....	3
4. Principe de l'essai .....	3
5. Matériaux et matériels utilisés .....	4
6. Mode opératoire .....	4
7. Traçage de la courbe granulométrique.....	5
8. Détermination du pourcentage de fines.....	6
9. Module de finesse .....	6
10. Travail demandé .....	7
11. Conclusion .....	7
<b>Abréviations</b>	<b>8</b>
<b>Références</b>	<b>9</b>

# TP N° 1 : Analyse granulométrique du sable

---



## 1. Objectifs

A la fin de ce TP, l'étudiant sera capable de :

- **Déterminer** le pourcentage de fines et le module de finesse d'un sable par une analyse de sa granulométrie.
- **Savoir** la nature du sable étudié (fin, grossier, préférentiel) grâce au calcul de son module de finesse.

## 2. Introduction

Un granulat est constitué d'un ensemble de grains minéraux compris entre 0 et 125 mm. Il est caractérisé du point de vue granulaire par sa classe d/D. *La production des granulats passe par quatre étapes principales (Extraction, Concassage, Criblage, Broyage). (cf. Granulats)*

Selon la norme **NFP18-101\***, il existe cinq classes granulaires principales caractérisées par les dimensions extrêmes d et D des granulats rencontrés :

- Les fines 0/D avec  $D \leq 0,08$  mm,
- Les sables 0/D avec  $D \leq 6,3$  mm,
- Les gravillons d/D avec  $d \geq 2$  mm et  $D \leq 31,5$  mm,
- Les cailloux d/D avec  $d \geq 20$  mm et  $D \leq 80$  mm,
- Les graves d/D avec  $d \geq 6,3$  mm et  $D \leq 80$  mm,

Les granulats sont utilisés pour la réalisation d'ouvrages de Génie Civil, de travaux routiers et de bâtiments. Ils sont classés en fonction de leur granularité (distribution dimensionnelle des grains) déterminée par **analyse granulométrique** à l'aide de tamis.

## 3. Définition de l'essai

L'**analyse granulométrique**<sup>1</sup> est le premier essai qui permet de caractériser les granulats en déterminant la **grosseur des grains** qui les constituent, et le **pourcentage des grains** de chaque grosseur. Ainsi, cet essai nous permet de déterminer deux paramètres importants qui caractérisent le sable à savoir le **module de finesse** et le **pourcentage de fines** de ce matériau.

## 4. Principe de l'essai

Selon la norme **NF P 18-560\***, cet 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 le classement des grains s'obtient par vibration de la colonne de tamis.

---

<sup>1</sup> [https://www.mt.com/ca/fr/home/applications/Laboratory\\_weighing/sieve-analysis.html](https://www.mt.com/ca/fr/home/applications/Laboratory_weighing/sieve-analysis.html)

Les masses des différents refus et tamisât sont rapportées à la masse initiale du matériau. Les pourcentages ainsi obtenus sont exploités sous forme graphique.

On appelle :

- **REFUS** sur un tamis : la matériau qui est retenue sur le tamis.
- **TAMISÂT** (ou passant) : la quantité de matériau qui passe à travers le tamis.

## 5. Matériaux et matériels utilisés

- Une série de tamis ayant des mailles carrées dont la dimension intérieure est exprimée en millimètres s'étalant entre 0.063 mm et 125mm (Figure 1).
- Une balance.
- Une étuve à 105 °C nécessaire pour le séchage de l'échantillon étudié.
- Une tamiseuse nécessaire pour la vibration de la colonne de tamis.
- Un sable concassé de classe granulaire 0/4.

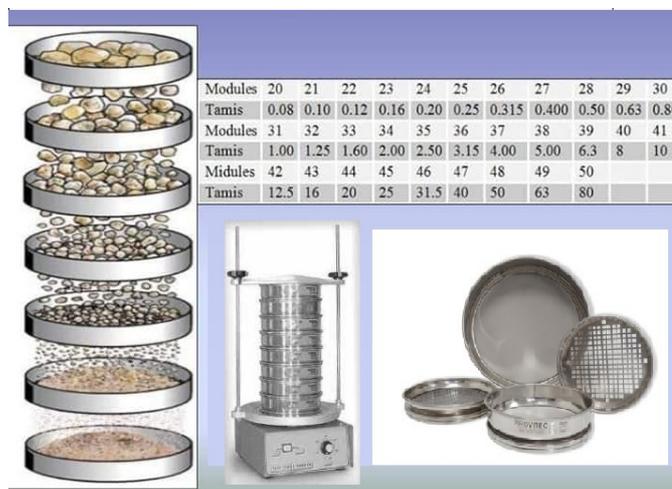


Figure 1. Matériels utilisés

### Préparation de l'échantillon



**Attention**

Pour avoir un pourcentage de fines exact, il faut préparer, préalablement, l'échantillon de sable nécessaire pour effectuer l'essai comme suite :

- Peser un Kilogramme de sable ( $M_1$ ).
- Mettre l'échantillon dans l'eau pendant 24h.
- Laver cet échantillon dans un tamis de 0.063mm.
- Après, vous séchez la quantité du sable restante (refus) dans une étuve à 105°C.
- Peser la quantité de sable  $M_2$  après le séchage.

## 6. Mode opératoire

- Emboîter les tamis utilisés les uns sur les autres, les dimensions croissantes de bas en haut, on prévoit en dessous un récipient à fond plein pour recueillir les éléments fins et en dessus un couvercle pour éviter la dispersion des poussières.
- Peser la masse du sable après lavage et séchage ( $M_2$ ).

- Verser cet échantillon sur le tamis supérieur, mettre le couvercle et faire agiter manuellement ou mécaniquement puis prendre tamis par tamis et agiter manuellement.
- Peser le refus du tamis ayant la plus grande maille : soit R1 la masse de ce refus, refaire la même chose jusqu'au dernier tamis. Le dernier (récipient à fond plein) est ajouté sur la balance aux refus précédents.
- Poursuivre la même opération avec tous les tamis de la colonne pour obtenir les masses des différents refus cumulés ...
- Les masses des différents refus cumulés Ri sont rapportées à la masse totale de l'échantillon m1.
- Les pourcentages de refus cumulés ainsi obtenus, sont inscrits sur la feuille d'essai. Le pourcentage des tamisât cumulés sera déduit (Tableau 1).

Tamis (mm)	Masse des Refus (g)	Masse des Refus Cumulés (g)	Pourcentage des refus cumulés (%)	Pourcentage des tamisats cumulés (%)
6,3				
5				
4				
3,15				
2,5				
2				
1,6				
1,25				
1				
0,8				
0,63				
0,5				
0,4				
0,315				
0,25				
0,2				
0,16				
0,125				
0,1				
0,08				
0,063				
Fond				

Tableau 1. Analyse granulométrique du sable

Avec :

- Masse du refus cumulé (g) :  $Ri^*$
- Refus cumulé en Pourcentage (%) :  $Rc^* = Ri/M1 \times 100$
- Tamisât en Pourcentage (%) :  $Tc^* = 100 - Rc$

## 7. Traçage de la courbe granulométrique

Il suffit de reporter les divers  $Tc^*$  sur une feuille **semi-logarithmique** (Figure 2) :

- **En abscisse** : les dimensions des mailles, échelle logarithmique.
- **En ordonnée** : les pourcentages sur une échelle arithmétique.
- **La courbe doit être tracée de manière continue.**

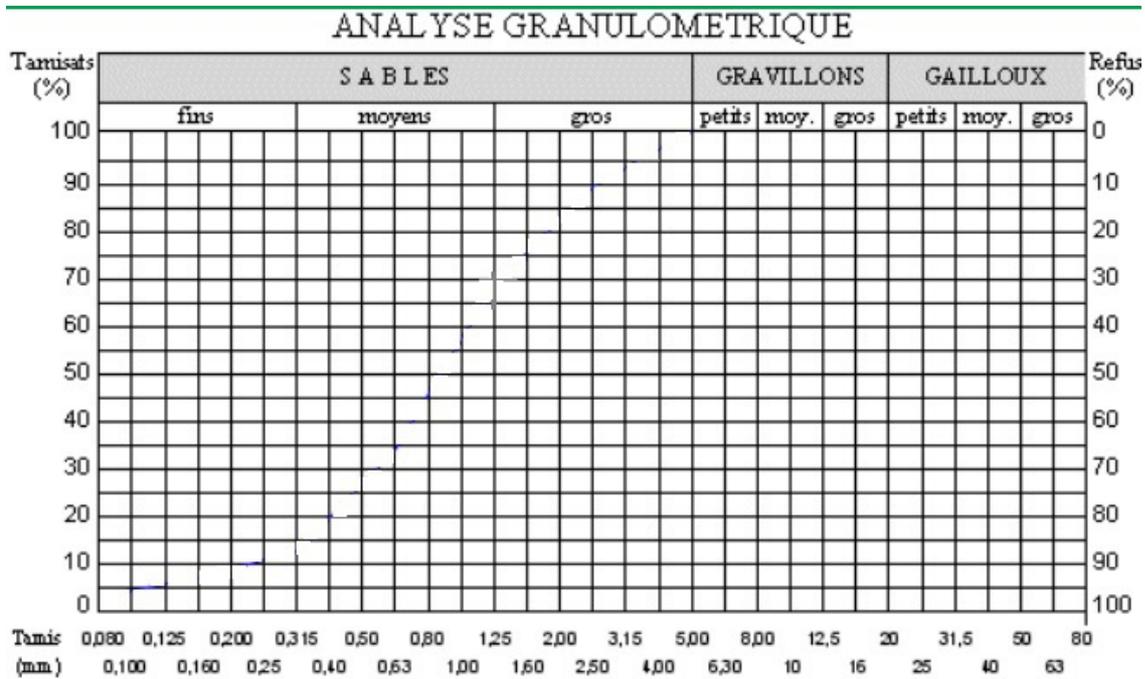


Figure 2. Feuille de traçage de la courbe granulométrique

La forme de la courbe granulométrique obtenue apporte les renseignements suivants :

- Les dimensions d et D du granulat,
- La plus ou moins grande proportion d'éléments fins,
- La continuité ou la discontinuité de la granularité.

## 8. Détermination du pourcentage de fines

La teneur en fines du sable est définie par le passant ou tamisât à 0.063 mm\*, elle est déterminée par l'équation 1 :

$$\text{Pourcentage de fines} = \frac{M_1 - M_2 + P}{M_1} * 100$$

Avec :

M<sub>1</sub> : masse de sable avant lavage au tamis 0.063mm, elle est égale à 1 Kg.

M<sub>2</sub> : masse de sable après lavage et séchage, en Kg.

P : masse du refus restant dans le fond, en Kg.

## 9. Module de finesse

**Le module de finesse** est un coefficient permettant de **caractériser l'importance des éléments fins dans un sable**. Le module de finesse est d'autant **plus petit** que **le sable est riche en éléments fins**.

Ce coefficient est déterminé par l'équation 2, il est égal au 1/100 de la somme des refus cumulés, exprimée en pourcentages, sur les tamis de la série suivante : 0.16 – 0.315 – 0.63 – 1.25 – 2.5 et 5 mm (Norme NFP 18-540\*).

$$Mf = \frac{1}{100} * \sum_{0,16}^5 Rc$$

Lorsque  $Mf^*$  est compris entre :

- **1.8 et 2.2** : le sable est à majorité de grains fins (mise en œuvre facile au détriment probable de la résistance).
- **2.2 et 2.8** : on est en présence d'un sable préférentiel (ouvrabilité satisfaisante et une bonne résistance avec des risques de ségrégation limités)
- **2.8 et 3.3** : le sable est un peu grossier (résistance élevée mais un béton moins maniable).



Il est possible de modifier le module de finesse ( $Mf_1$ ) d'un sable grossier ( $S_1$ ) par correction. En ajoutant au sable principal un autre sable plus fin ( $S_2$ ) ayant un module de finesse ( $Mf_2$ ).

Les proportions des sables mélangés pour avoir un sable ayant un module de finesse souhaité ( $Mf^*$ ) sont déterminées par les équations 3 et 4 (**la règle d'Abrams\***).

$$S_1(\%) = \frac{Mf - Mf_2}{Mf_1 - Mf_2} * 100$$

$$S_2(\%) = \frac{Mf_1 - Mf}{Mf_1 - Mf_2} * 100$$

Avec :

$Mf$  est le module de finesse visé correspondant un sable intermédiaire entre  $S_1$  et  $S_2$

$Mf_1$  est le module de finesse du sable grossier  $S_1$ .

$Mf_2$  est le module de finesse du sable fin  $S_2$ .

## 10. Travail demandé

Réaliser une analyse granulométrique d'un sable, selon la procédure expliquée précédemment, et déterminer :

- Le pourcentage (%) des refus et tamisât cumulés.
- Tracer la courbe granulométrique du sable étudié.
- Déterminer le pourcentage de fines et le module de finesse de ce sable.
- Interpréter les résultats trouvés.

## 11. Conclusion

L'**analyse granulométrique** du sable est un **essai primordial** qui permet de caractériser la qualité de ce matériau de construction par **la détermination de la grosseur et le pourcentage des grains et des fines** qui le constituent, et aussi par la **détermination de son module de finesse**.

# Abréviations

---



- Mf** : Module de finesse d'un sable
- Rc** : Le pourcentage des refus cumulés
- Ri** : La masse des refus cumulés en (g)
- Tc** : Le pourcentage des tamisats cumulés

# Références

---



- NFP18-101* Normes Françaises et Européennes **Granulats - Vocabulaire - Définitions et classifications**
- NFP 18-540* Normes Françaises et Européennes **Granulats - Définitions, conformité, spécifications.**
- NFP 18-560* Normes Françaises et Européennes **Granulats - Analyse granulométrique par tamisage**
- Règle d'abrams* CARACTERISATION MINERALOGIQUE ET PHYSICO-MECANIQUE DES SABLES DE DUNES POUR UNE MEILLEURE VALORISATION CAS DU SABLE D'OUED ZHOUR, WILAYA DE JIJEL ALGERIE NORD ORIENTALE»
- teneur en fines* Livre Granulats, Sols, Ciments, et Bétons Caractérisation des matériaux de génie civil par les essais de laboratoire