

## Chapitre II: Les granulats

### 1. Introduction

Les granulats c'est l'ensemble de grains minéraux appelés, fines, sables, gravillons ou cailloux, suivant leur dimension comprise entre 0 et 80mm. Ils constituent le squelette de des bétons et améliorent leur résistance mécanique.

### 2. Caractéristiques physiques des granulats

Il existe trois phases dans un sol: Solide, Liquide, Gazeuse (air). Chaque phase est caractérisée par un volume et un poids.

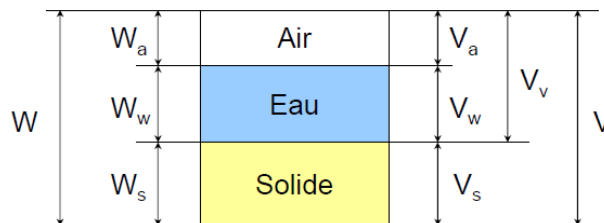


Figure 1- Représentation schématique des différents paramètres caractéristiques des granulats, liés aux trois phases.

- **Masse volumiques**

On appelle **masse volumique** d'un matériau: la masse de l'unité de volume.

On définit, suivant l'état du matériau:

- la **masse volumique absolue** ou masse volumique (*spécifique*) du solide,

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$$

- la **masse volumique naturelle (humide)** à la réception du matériau,

$$\rho_h = \frac{M_h}{V_t}$$

- la **masse volumique sèche**,

$$\rho_d = \frac{M_s}{V_t}$$

- la **masse volumique saturée (après saturation des granulats)** :

$$\rho_{sat} = \frac{M_{sat}}{V_t}$$

avec  $M_s$  la masse du matériau sec,  $V_s$  le volume des grains après broyage,  $V_t$  le volume de l'échantillon,  $M_h$  la masse naturelle,  $M_{sat}$  la masse de l'échantillon saturé.

### 3. Caractéristiques dimensionnelles

Les granulats sont caractérisés par les dimensions et la forme de leurs grains:

#### a- Forme

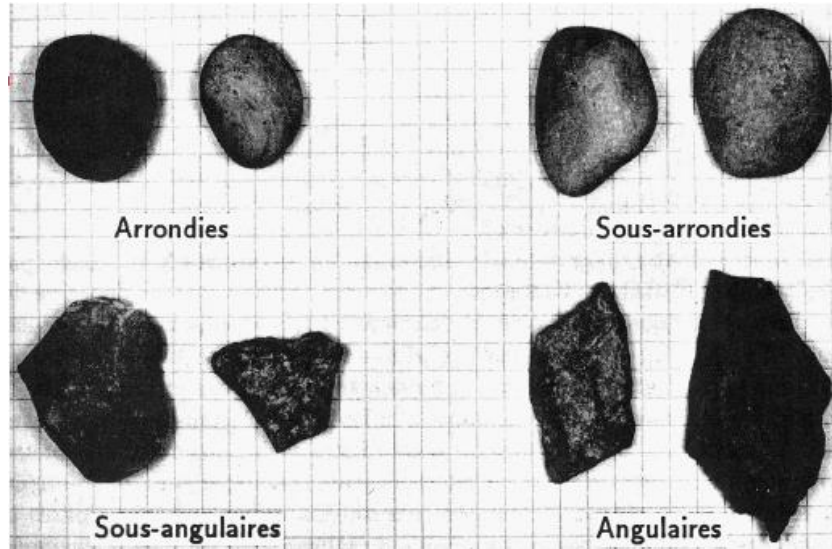


Figure 2- Les différentes formes de granulats.

#### b- Dimensions

Les sols varient du plus pulvérulent au plus fin, selon les dimensions de ses grains.

#### c- Granulométries

Les grains d'un matériau granulaire ont des dimensions variables → *quelques  $\mu\text{m}$  à quelques dizaines de cm.*

La granulométrie est la distribution massique des grains suivant leur dimension.

La technique employée pour la détermination de la granulométrie dépend des dimensions des granulats:

##### - **Gros granulats:**

Tamisage jusqu'à 40 ou 80  $\mu\text{m}$ , en utilisant des tamis ou des passoire.

##### - **Granulats fins:**

Sédimentométrie ou granulométrie par laser.

La caractérisation de la granulométrie d'un matériau se fait à l'aide de 2 coefficients.

**Coefficient d'uniformité:**

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$C_u > 2 \rightarrow$  granulométrie étalée.

$C_u < 2 \rightarrow$  granulométrie uniforme ou serrée.

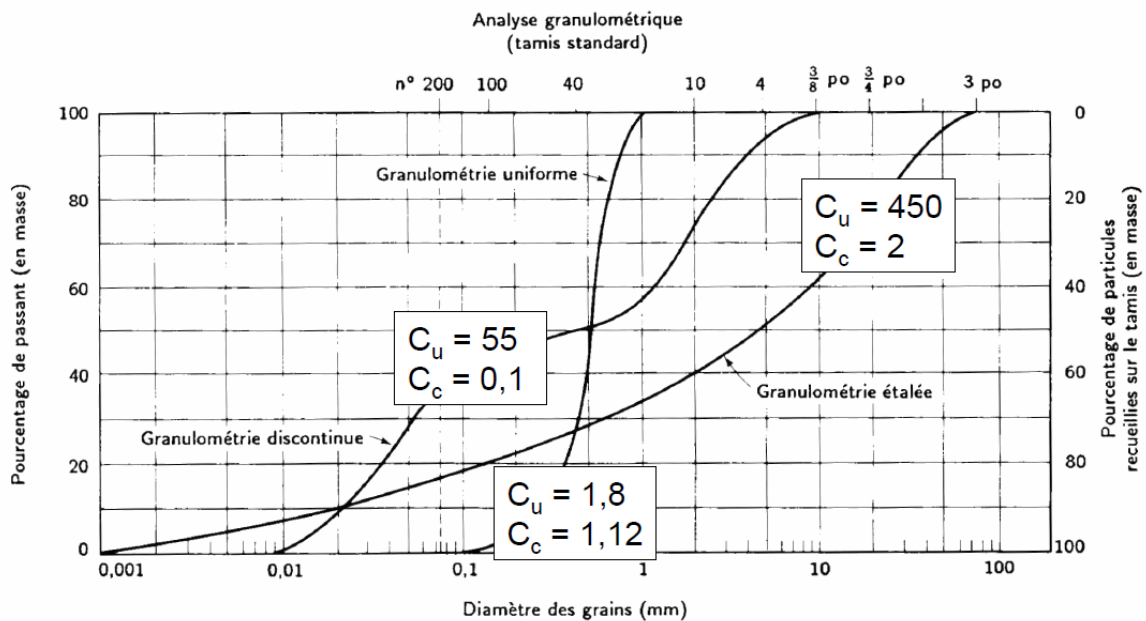
**Coefficient de courbure:**

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$1 < C_c < 3 \rightarrow$  matériau bien gradué (la continuité est bien répartie).

$C_c < 1$  ou  $C_c > 3 \rightarrow$  matériau mal gradué (la continuité est mal répartie).

matériau bien gradués  $\rightarrow$  matériaux plus denses



**Figure 4 – Exemples de courbes granulométriques et leurs coefficients d'uniformité et de courbure.**

## 4. Les granulats naturels

### 4.1. Origine minéralogique

Parmi les granulats naturels, les plus utilisés pour le béton proviennent de roches sédimentaires siliceuses ou calcaires, de roches métamorphiques telles que les quartz et quartzites, ou de roches éruptives telles que les basaltes, les granites, les porphyres.

## 4.2. Granulats roulés et granulats de carrières

Indépendamment de leur origine minéralogique, on classe les granulats en deux catégories:

- Les granulats alluvionnaires, dits roulés, dont la forme a été acquise par l'érosion;
- Les granulats de carrière sont obtenus par abattage et concassage, ce qui leur donne des formes angulaires. Une phase de précriblage est indispensable à l'obtention de granulats propres. Différentes phases de concassage aboutissent à l'obtention des classes granulaires souhaitées. Les granulats concassés présentent des caractéristiques qui dépendent d'un grand nombre de paramètres: origine de la roche, régularité du banc, degré de concassage ...etc.

## 4.3. Processus de fabrication

Les fabrications des granulats se fait selon le processus suivant:

- Extraction du matériau par abatage à l'explosif (*roche dure*), pelle mécanique (*roche moins dure*) ou dragage en site aquatique (*granulats alluvionnaires*).
- Concassage.
- Criblage sur tamis (*granulats concassés*), ou sous l'eau (*granulats alluvionnaires*).
- Stockage à l'air libre ou en silos pour être expédier.

## 5. Propriétés des granulats fins (*sable*)

### 5.1. Propreté du sable (*teneur en fines argileuses*)

La propreté du sable est déterminée par l'essai d'équivalent de sable (ES), cet essai est en général utilisé pour les sables destinés au béton.

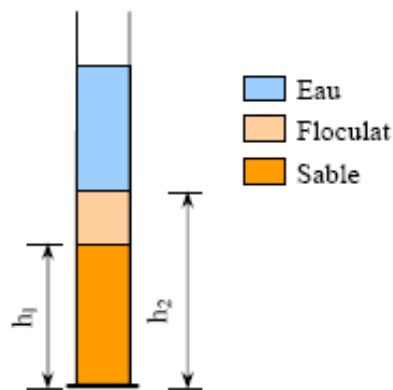


Figure 5 – Essai d'équivalent de sable.

Le but de cet essai est de mettre en suspension les fines (*particules <0.063 mm soit 63 μm*) puis de les laisser se déposer au fond d'un tube transparent. La proportion de fines par rapport au reste de l'échantillon est alors mesurée puis calculée par la formule (figure 5):

$$Es = (H1 / H2) \times 100$$

où

H1: hauteur du sable propre.

H2: hauteur totale du sable.

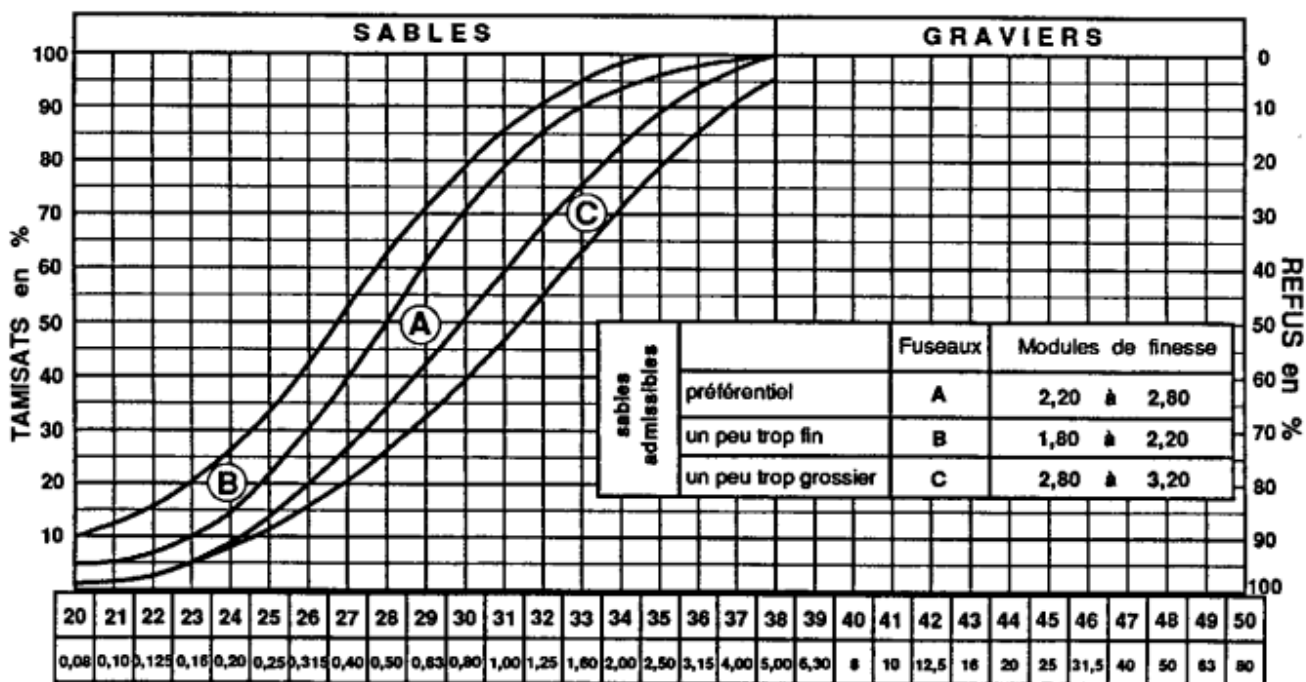
### 5.2. Module de finesse

C'est la somme de pourcentages des refus cumulés pour les tamis de modules:

23, 26, 29, 32, 35, 38.

$$Mf = \Sigma Re \% / 100$$

Un bon sable à béton doit avoir un module de finesse d'environ 2,2 à 2,8 (figure 6).



Fuseau des sables admissibles

Figure 6 – Fuseau des sables admissibles.