

CHAPITRE 1 (suite) les granulats

1

① Définition: On appelle granulats: des matériaux pierreux de petites dimensions produits par l'érosion ou le brayage mécanique (concassage) des roches. Ce sont des matériaux inertes entrant dans la composition des bétons et des couches de chaussée selon certaines exigences de qualité.

② Classification selon la provenance: On distingue principalement 2 catégories de granulats: naturels et artificiels.

a) Granulats naturels: sont issus de gisements alluvionnaires ou de carrière.

- les granulats alluvionnaires: calcaires - silico-calcaires - siliceux.

- " de carrière: sont obtenus par concassage permettant de diminuer la taille des éléments.

concassage $\rightarrow$ triage $\rightarrow$ lavage.

b) granulats artificiels: d'origine industrielle $\xrightarrow{\text{par transformation thermique}}$ Principalement des granulats de laitier (déchets obtenus lors de la fonte des métaux)

③ Classification des granulats selon leur dimension (en mm)

d: plus petit diamètre D: plus grand diamètre

- Selon la Norme NFP 18-101 $\rightarrow$ 5 classes granulaires:

• les fines (d/D avec $D \leq 0,08 \text{ mm} \rightarrow 80 \mu$)

• les sables (d/D avec $D \leq 6,3 \text{ mm}$)

• les gravillons (d/D avec $d \geq 2 \text{ mm}$ et $D \leq 31,5 \text{ mm}$)

• les cailloux (d/D avec $d \geq 20 \text{ mm}$ et $D \leq 80 \text{ mm}$)

• les graves (d/D avec $d \geq 6,3 \text{ mm}$ et $D \leq 120 \text{ mm}$)

• Granulats naturels: 2 types:

a1) - granulats roulés: désagrégation des roches (éruptives - métamorphiques et sédimentaires) par l'eau - le vent et le gel. $\rightarrow$ 3 catégories

- granulats de rivière (oued) granulats de mer (marins) - granulats de dunes.

- Remarque: les granulats roulés se caractérisent par: grains arrondis et polis

a2) granulats concassés (de carrière): sont caractérisés par un aspect anguleux à arêtes vives.

④ Caractéristiques physiques :

- masse volumique apparente : $M_{vapp} = 1400 \text{ à } 1600 \text{ kg/m}^3$
- masse volumique absolue : $M_{vabs} = 2500 \text{ à } 2600 \text{ kg/m}^3$
- Porosité : $n = v/V$: v : volume des pores et V : volume total.
- Propreté : - cailloux et gravillons $\rightarrow$ teneur en fines argileuses $\rightarrow$ le %
 - Sables : $E_s = \frac{H_1}{H_2} \times 100$, de passant à 0,5 mm.
- Foisonnement des sables :

$$f = [(V_h - V_s) / V_s] \times 100$$

V_h : volume humide du sable.
 V_s : " sec du sable.

⑤ Caractéristiques mécaniques : la résistance mécanique est caractérisée par les essais suivants :

- a - Essai Deval : - échantillon de 5 kg $\rightarrow$ composé de 44 pierres du même calibre,
 - Après un nombre de tours à une vitesse V dans un cylindre $\rightarrow U$: le passant à 2 mm.

$$D = 400 / U$$

- b - Essai Micro - Deval : - se pratique sur des gravillons : 4/6,3 mm
 6,3/10 ou 10/14 mm.
 - On place 500 g de gravillon avec une charge de 2 à 5 kg de billes d'acier de 10 mm de ϕ dans une jarre cylindrique remplie d'eau.
 - On fait tourner 2 h 30' $\rightarrow$ On récupère le passant P au tamis 2 mm.
 - $MD = 100. (P/500)$

- c - Essai Los Angeles : estime la résistance à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements.
 - se pratique sur les classes granulaires : 4/6,3 6,3/10 ou 10/14
 - On place 5 kg de granulats et 7 à 11 boulets de 417 g $\rightarrow$ dans un tambour muni d'une plaque
 - Lorsque le tambour tourne $\rightarrow$ les granulats et les boulets s'accumulent sur la plaque et retombent ensuite.
 - $LA = 100. (P/5000)$ avec P : le passant à 1,6 mm.
 - La norme NFP 18541 $\rightarrow LA \leq 40$.

CHAPITRE ② :

Les liants minéraux

① Définition : On appelle liants minéraux des poudres finement broyées qui mélangées à l'eau forment une pâte plastique qui se solidifie dans le temps et passe à l'état pierreux (pierres).

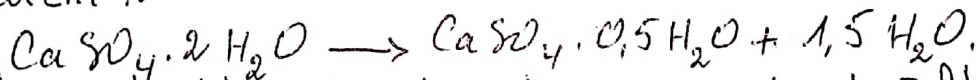
Remarque : On distingue 2 sortes de liants minéraux : Aériens et Hydrauliques.

② Les liants aériens : Ce sont les minéraux ou matières qui peuvent passer à l'état pierreux, se conserver pendant une longue durée et augmenter la résistance à l'air libre. (sans eau). Parmi ces liants, on cite : le plâtre et la chaux.

a) Le plâtre :

Les plâtres sont fabriqués à partir des gypses et des anhydrites naturels CaSO_4 (sulfates de calcium). Les plâtres comprennent plusieurs variétés :
- plâtre de construction - plâtre de haute résistance
- plâtre de haute cuisson (700 à 1000°C)

* plâtre de construction : c'est un liant aérien composé principalement de gypse semi-hydraté, traité à la température de 150 à 160°C .
- les sulfates de calcium ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) contenus dans le gypse se déshydratent suivant la réaction :



- schéma de production : la pierre de gypse arrivant à l'usine sous forme de gros morceaux passe par les étapes suivantes :

1 - concassage 2 - brayage 3 - sechage 4 - Cuisson (150 à 160°C pendant 90 à 180 mn).

Remarque : le plâtre de construction est un liant de prise et de durcissement rapides.

- Domaine d'utilisation :

- fabrication d'éléments de construction.
- béton de plâtre pour l'intérieur des bâtiments (plaques de cloison - panneaux)
- mortiers de plâtre pour enduit intérieur.
- fabrication d'éléments décoratifs et de finissage.

⑥ La chaux de construction: s'obtient par cuisson des roches calco-magnésiques, craie, calcaire, dolomites et craie marneuse après élimination du gaz carbonique CO_2 .

• Schema de production: passe par les étapes suivantes:

- 1 - Extraction des roches (calcaire) des carrières 2 - concassage
3 - broyage et classement 4 - Cuisson (900°C) 5 - refroidissement (100°C)

Remarques: - la phase essentielle dans la fabrication de la chaux est la cuisson au cours de laquelle le gaz carbonique CO_2 est éliminée du calcaire suivant la réaction: $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$.

- la chaux de construction: se présente sous 2 formes:
 - chaux vive en morceaux
 - chaux vive moulue (broyée).
- la chaux vive moulue est transportée dans des conteneurs métalliques hermétiquement clos et conservée dans des dépôts secs avant l'utilisation 10 à 15 jours au plus.
- la chaux vive en morceaux est transportée en vrac à condition de la protéger de l'humidité (elle s'éteint de l'humidité de l'air et perd son activité)
- Chaux éteinte: c'est de la chaux aérienne transformée en poudre par extinction: c'est-à-dire par l'action de l'eau sur les morceaux de la chaux avec dégagement d'une quantité importante de chaleur suivant la réaction:
$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + 65,5 \text{ kJ}$$
- Remarque: suivant la vitesse d'extinction, on distingue:
 - extinction rapide: 8 mn au plus.
 - " moyenne: jusqu'à 25 mn.
 - " lente: 25 mn et plus.
- l'extinction s'effectue dans des machines spéciales (les hydrateurs)

• Domaine d'utilisation:

- préparation des enduits pour la maçonnerie.
- " " mortiers " " " "
- fabrication des pierres artificielles: briques silico-calcaires
- " des blocs en béton de laitier.