

CHAPITRE IV

VI BETONS ET MORTIERS**VI. A. LE BETON**

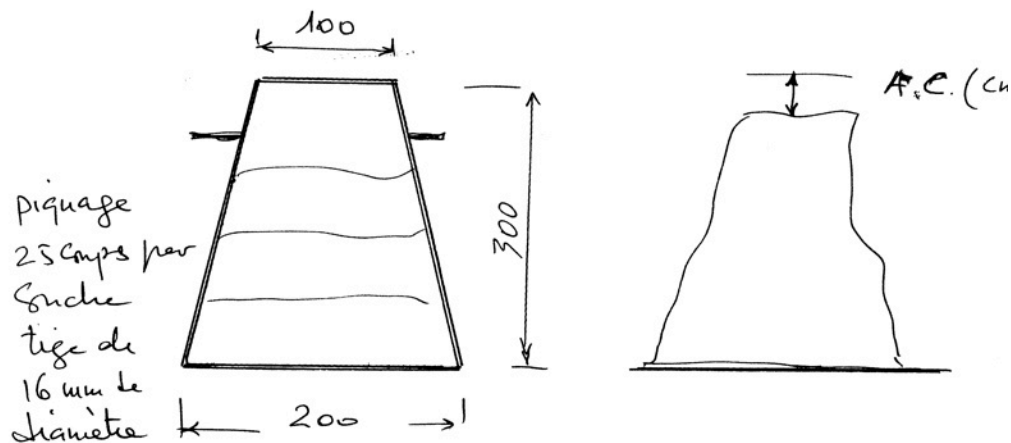
On appelle béton, une pierre artificielle obtenue grâce au durcissement d'un mélange de liant d'eau, et de granulats (sable et gros granulats) . l'ensemble de ces matériaux avant le durcissement s'appelle mélange de béton frais.

Les granulats constituent le squelette du béton qui doit être le plus compact et le plus durable possible. Cette exigences implique des conditions de choix des matériaux tant au niveau de sa nature (minéralogie) , qu'au niveau des techniques de fabrication.

VI. A 1. CARACTERISTIQUES DU BETON**LE BETON FRAIS**

Le béton frais est caractérisé principalement par son ouvrabilité qui se définit comme la facilité offerte à la mise en œuvre du béton par le remplissage parfait du coffrage et du ferrailage . L'ouvrabilité ou la maniabilité peut s'apprécier par diverses façons et en particulier par des mesures de plasticité :

La plasticité est caractérisée par l'adhésivité intérieure du mélange de béton frais , sa capacité de façonnage . La fluidité est évalué par la capacité d'un béton de couler sous l'action de son propre poids ou d'une vibration



Essai par le cône
d'ABRAMS .

VALEURS DE L'AFFAISSEMENT AU CONE D'ABRAMS (SLUMP TEST)

A.C (cm)	Bétons	Mise en œuvre
0-2	Très ferme	Vibration puissante
3-5	Ferme	Bonne vibration
6-9	Plastique	Vibration courante
10-13	fluide	piquage

On peut considérer un autre type d'essai appelé essai au maniabilimètre LCPC ; : on chronomètre le temps que met le béton pour atteindre un point de repère sur la paroi

Béton très fluide	$t \leq 10 \text{ s}$
Béton très plastique	$t \leq 15 \text{ s}$
Béton d bonne ouvrabilité	$20 \text{ s} < t < 30 \text{ s}$
Béton sec	$t \geq 40 \text{ s}$

MALAXAGE DU BETON

Le malaxage du béton se fait à l'aide de moyens classiques ou traditionnels (pelles) ou à l'aide de bétonnières ou malaxeurs



bétonnière

VI. A. 2. Propriétés du béton durci

Le béton durci peut être sollicité à différentes conditions d'exploitations ; charge de compression , flexion ou cisaillement , sa résistance dépend du rapport E/C , de la qualité des granulats , du degré de compacité du mélange et des conditions de durcissement .. La résistance croit continuellement dans des conditions favorables de température et d'humidité

VI. A. 3 METHODE DE CALCUL DE LA COMPOSITION D'UN BETON FRAIS

B METHODE APPELEE METHODE DE DREUX- GORISSE

On demande en général une résistance nominale en compression à 28 jours . en général on admet une règle approximative

$$\sigma_{28}^b = \sigma_n^b (1 + 0.15)$$

on commence par évaluer le rapport C/E

$$\frac{C}{E} = \frac{\sigma_{28}^b}{G \cdot \sigma_c} + 0.5$$

ou G est un coefficient granulaire (tableau)

Dosage en ciment

Il est déterminé à partir d'une abaque et fonction de C/E et de la plasticité (A.C)

DOSAGE EN EAU

$$E = \frac{C}{\frac{C}{E}} \quad \text{L / m de béton}$$

Détermination des dosages en gros granulats et sable

La détermination est basée sur une méthode graphique ; sur un graphique d'analyse granulométrique de type Afnor on trace une composition granulaire de référence O.A.B

*le point B de coordonnées (D max , 100%)

** le point O de coordonnées (0 , 0)

coordonnées du point A point de brisure

Si $D < 20 \text{ mm}$ l'**abscisse** du point A est égal à D/2

Si $D > 20 \text{ mm}$ l'**abscisse** du point A est égal à la moitié du segment limité par le module 38 (5 mm) et le module correspondant à D max

En ordonnée

$$Y = 50 - \sqrt{D_{\max}} + K + K_s + K_p$$

K est un terme correcteur qui dépend du dosage en ciment, de l'efficacité du serrage de la forme des granulats et du module de finesse du sable (voir tableau)

K_s est un second terme correcteur(si le module de finesse du sable est fort , une correction est apportée de façon à augmenter l'ordonnée du point A

$$K_s = 6M_f - 15$$

Correction supplémentaire K_p

Si la qualité du béton est précisée (pompable) on apporte une correction supplémentaire, K_p varie de

5 à 10 selon la plasticité du mélange

Coefficient de compacité : c'est le rapport à un mètre cube du volume absolu des matières solides (ciment- sable – gros- granulats) réellement contenues dans un mètre cube de béton frais en œuvre.

DOSAGE DES GRANULATS

La courbe granulaire de référence OAB doit être tracée sur le même graphique que les courbes granulométriques des granulats composant. On trace alors les lignes de partage entre chacun des granulats en joignant le point à 95% de la courbe du sable au point à 5% sur la courbe des gros-granulats. Ainsi nous obtenons le point de partage entre la quantité (en %) de sable et des gros granulats

Si C est le dosage en ciment en kg le volume de ciment sera égal à :

$$C = \frac{C}{M_{vabsC}} \quad (I)$$

Le volume absolu de l'ensemble des granulats est

$$V_g = 1000 \cdot \gamma - C \quad (I)$$

On déduit ensuite le volume en litres de chacun des granulats par les formules suivantes :

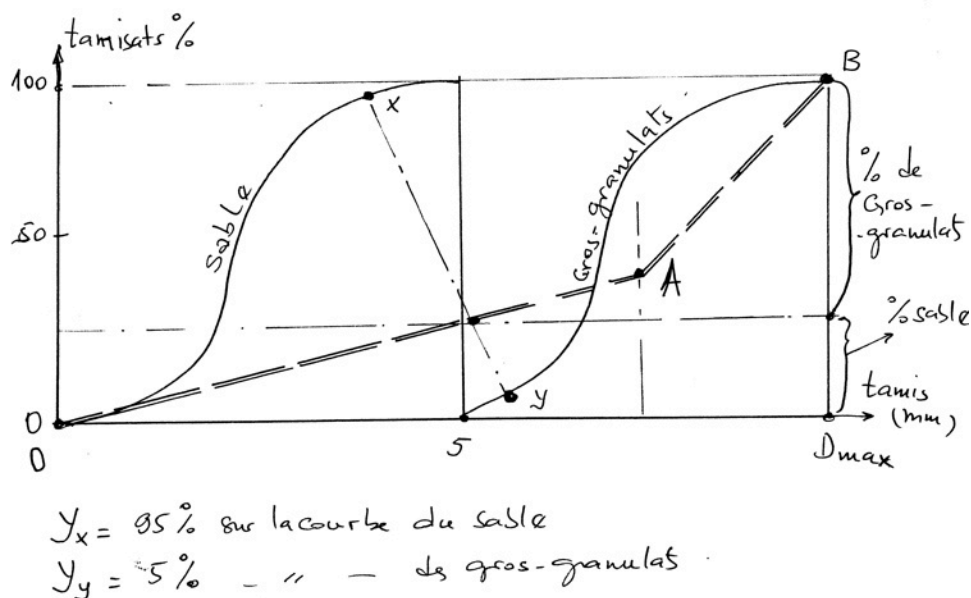
$$V_{GG} = V_g \cdot \%GG \quad (I)$$

$$V_s = V_g \cdot \%S \quad (I)$$

les pourcentages de sable et de gros- granulats sont définis à partir du graphique

les masses des gros- granulats et de sable sont déterminées par les produits des volumes par les masses volumiques absolues des deux matériaux

$$M_{gg} = V_g \cdot M_{vabsG} \quad (\text{kg})$$



$$M_s = V_s \cdot M_{\text{vabs}S} \quad \text{kg}$$

la densité théorique du mélange sera égale à la somme des composants divisé par 1000

$$\Delta = \frac{C + E + G + S}{1000}$$

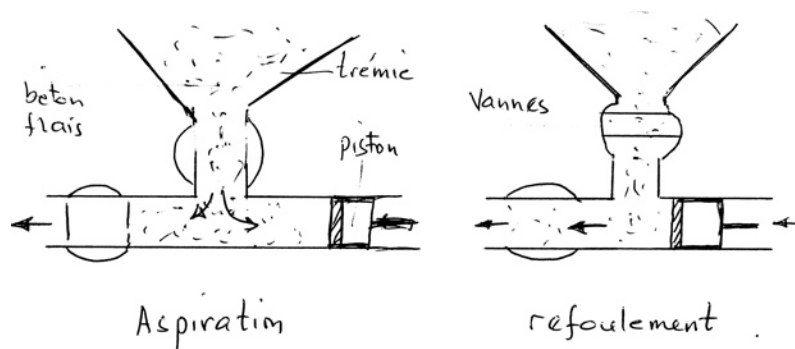
VALEURS DE G

QUALITE DES GRANULATS	Dimension D des granulats		
	D ≤ 16 mm	25 ≤ D ≤ 40mm	D ≥ 63 mm
EXCELLENTE	0.55	0.60	0.65
BONNE , COURANTE	0.45	0.50	0.55
PASSABLE	0.35	0.40	0.45

VI. A. 4 . PREPARATION DU BETON

On préconise souvent d'introduire les matériaux dans l'ordre ci- après : gros – granulats , ciment sable ; l'eau est ajoutée ensuite . Quand c'est possible il est recommandé d'introduire une partie des gros – granulats et de l'eau et de faire faire quelques tours à la bétonnière ou au malaxeur pour nettoyer les parois internes ou le mortier a tendance à adhérer

VI. A. 6 . TRANSPORT DU BETON



C'est essentiellement un problème de matériels et les procédés sont divers : brouettes , pelles , wagonnets , bennes , goulottes , pompes , air comprimé , tapis roulant. Etc....

Dans le cas des bétons préparés en usine, le transport aux chantiers se fait par camions en bennes rotatives assurant l'agitation du mélange et évitant toute ségrégation due au chocs répétés

Pompage du béton : il se développe de plus grâce à la mise au point d'un matériel d'un équipement bien adapté et à la possibilité de conduire le béton jusqu'à l'endroit précis où il doit être mis en place , en des endroits parfois difficilement accessibles

Les pompes sont à piston (les plus classiques) ou pneumatiques (air comprimé) . pour être pompable , le béton doit présenter

- une bonne cohésion
- une bonne plasticité

Mise en œuvre du béton frais

Pour la mise en œuvre du béton on doit vérifier

- le coffrage (dimensions , solidité, étanchéité, propreté , et humidification de parois)
- s'assurer que la distance des armatures aux parois est partout respectée
- si le ferrailage est dense et surtout si la hauteur est importante il conviendra de prévoir des goulottes permettant de conduire le béton jusqu'au fond du moule et éviter ainsi une ségrégation du béton

VI. A. 7 VIBRATION DU BETON

La vibration est devenue un moyen très courant pour conférer au béton sa compacité maximale permettant de détruire complètement la structure initiale du matériau et le transformer à l'état liquide : la teneur en air est diminuée , le béton atteint une densité maximale tout en remplissant parfaitement un moule

VI. A. 9. SEGREGATION DU BETON

C'est un phénomène lié à l'hétérogénéité du béton qui se trouve soumis à différentes manipulations malaxage , transport, vibrations .

La ségrégation étant en fait la séparation des petits des gros éléments du béton . Dans un mélange de béton frais , le grain est retenu au mortier par les forces d'adhérence qui se développent sur sa surface

Pour éviter un tel phénomène il faut

- améliorer la granulométrie du sable et des gros – granulats
- diminuer l'eau de gâchage
- respecter le temps de vibration approprié
- utiliser des moyens de transport du béton appropriés

VI. B. LE MORTIER

VI. B.1 DEFINITION/ :

le mortier est un mélange durci d'un liant , d'un agrégat fin (le sable) et d'eau

VI. B.2 PROPRIETES DU MORTIER

Les propriétés principales d'un mortier sont : le fluidité , la maniabilité , la résistance mécanique et la longévité

La fluidité d'un mortier détermine sa maniabilité : c'est à dire son pouvoir de se poser sur une surface avec une dépense minimale d'énergie sous forme d'une couche de densité uniforme fortement adhérent à la surface de base

La résistance mécanique : elle dépend de l'activité du liant et du rapport ciment /eau

Une formule empirique a été proposée pour permettre d'évaluer la résistance du mortier

$$R_m = 0.25R_c\left(\frac{C}{E} - 0,4\right) \quad (\text{Pa})$$

VI. B.3. DOSAGE DES MORTIERS

On appelle dosage d'un mortier la masse en kg de liant qu'il faut mélanger à 1 m de sable sec de façon à remplir les vides (de sable) . Parfois on distingue le dosage par un rapport pondéral du liant et du sable.

Choix du sable

Le choix du sable obéit à certains critères : l'excès de fines particules et la présence d'impuretés argileuses ou poussiéreuses ou organiques provoque une chute des résistances du mortier accompagnée d'un retrait

Le dosage en liant varie selon la destination du mortier

Quantité d'eau de gâchage

La quantité d'eau de gâchage varie avec le dosage en liant , la granulométrie et l'humidité du sable et avec la destination du mortier : en général on obtient un maximum de résistance avec un minimum d'eau compatible avec la plasticité indispensable à l'ouvrabilité du mortier

VI. B.4. Différents types de mortier

On distingue différents types de mortier ils peuvent être à base de chaux ou de liant composés (ciment + chaux) , cependant leur plasticité et leur adhérence diffèrent d'un mortier à un autre ainsi que leur destination

Les mortiers restent un matériau de liaison entre les différents éléments de la construction (blocs de roches , parpaing , briques rouges , briques silico- calcaires ainsi que les éléments en béton préfabriqués . ils sont aussi utilisés pour le revêtement des murs et parfois comme dalles de sol

La résistance des mortiers est inférieure à celles des bétons et dépend principalement de plusieurs facteurs

- qualité du sable et sa propreté ainsi que granulométrie
- de la qualité du liant
- de la quantité d'eau de gâchage
- des conditions de préparation et de conservation du matériau dès son jeune âge

VI. B.5. CLASSIFICATION DES MORTIERS

On distingue deux types de mortiers : mortiers de maçonnerie et mortier de finissage

Parmi les mortiers de maçonnerie on distingue le mortier de ciment , de (ciment + chaux) ou de chaux . les mortiers de finissage peuvent être des mortiers pour enduit ordinaires ou mortier décoratif

Mortiers spéciaux

On distingue aussi d'autres mortiers spéciaux tels que :

- mortier de remplissage entre éléments préfabriqués
- mortier d'injection (pour la précontrainte)
- mortier d'isolation
- mortier acoustique
- mortier hydrofuge
- mortier contre les rayons X

CONCLUSION :

Les mortiers sont variés de par leur composition , leur dosage , la granulométrie du sable et leur ouvrabilité (dosage en eau). Notons aussi que les propriétés finales d'un mortier dépendront de beaucoup de facteurs (propriétés de composants principalement liants et sable) ainsi que la mise en œuvre et le milieu de conservation dès le jeune âge du matériau cependant un facteur important à ne pas oublier : la quantité d'eau de gâchage .

Les bétons et les mortiers sont largement utilisés dans la construction comme matériau porteur, de liaison et de remplissage et de finition