

CHAPITRE 1 : LES COMPOSANTS DU BETON

(p. 3)

Un béton est constitué de granulats (gravillons + sable), de ciment et d'eau. Le mélange ciment/eau forme une pâte ou colle qui durcit. La pâte de ciment et le sable constituent le mortier. Celui-ci se lie avec les gravillons pour former un conglomérat solide.

Les adjuvants et les additions servent à améliorer certaines caractéristiques du béton frais ou durci.

(NB : La norme 'NBN EN 12620 - Granulats pour bétons' définit encore un troisième type de granulats : les 'graves'. Une grave ou 'all-in' est un mélange de gravillons et de sables, quelle que soit la manière d'obtenir ce mélange.)

(p. 4)

Le gravier et la pierre concassée sont les granulats les plus utilisés. Pour certains types de béton (béton léger, lourd, isolant...) ils sont parfois remplacés totalement ou partiellement par d'autres granulats, dits artificiels. Afin d'économiser les granulats naturels, des granulats provenant de débris de construction sont également utilisés.

(p. 5)

Exemples de matières polluantes.

La surface du béton peut encore être atteinte par d'autres désordres, p. ex. :

- taches de rouille : présence de matières ferrugineuses;
- 'pop-outs' (épaufures) : présence de matières susceptibles de gonfler au contact de l'eau...

(p. 7)

Les 'caractéristiques intrinsèques' sont liées à la nature du matériau exploité : résistance à la fragmentation, résistance à l'usure, résistance au polissage.

(NB : Les impositions relatives à la résistance au polissage ne sont pas d'application pour les gravillons roulés ou semi-roulés, et les graves, parce que ces matériaux ne sont pas utilisés pour des surfaces de roulement.)

(p. 8)

Les caractéristiques géométriques sont des caractéristiques de fabrication.

La forme des granulats a une influence importante sur l'ouvrabilité et la stabilité (résistance à la ségrégation) du mélange, ainsi que sur la quantité nécessaire de mortier et donc de ciment.

(p. 9)

La granularité – ou granulométrie, c.-à-d. la distribution dimensionnelle d'un granulat – est déterminée au moyen d'une série de tamis normalisés. La classe granulaire d/D représente les dimensions des plus petits et des plus gros grains.

Une bonne granularité garantit simultanément un minimum de vides entre grains et un maximum de gros grains.

(p. 10)

La granularité est exprimée par un graphique : la courbe granulométrique indique les pourcentages en masse passant par les tamis successifs.

Pour les classes granulaires les plus fréquentes les normes définissent des 'fuseaux' à l'intérieur desquels les courbes granulométriques doivent être situées.

(p. 11)

La courbe granulométrique et le fuseau permettent d'évaluer d'un seul coup d'œil la géométrie d'un granulat.

(p. 12)

Les classes granulaires doivent être spécifiées en utilisant des ouvertures de tamis faisant partie d'une seule série :

soit 'série de base + série 1' (BS + Set 1),

soit 'série de base + série 2' (BS + Set 2).

La figure montre deux exemples de courbes granulométriques : 6/14 et 14/20. Ces courbes ont été établies suivant la série BS + Set 2.

(p. 13)

Exemples de gravillons de rivière.

(p. 14)

Exemples de gravillons de carrière.

(p. 15)

Exemple de dénomination de gravillons et des données granulométriques minimales à fournir par le producteur.

(p. 16)

Exemples de sables.

Le sable de sablière représenté ici est monogranulaire. Pour cette raison il ne convient a priori pas pour faire du béton.

(p. 17)

La figure montre un exemple de courbe granulométrique d'un sable 0/2.

Pour les sables 0/1, 0/2 et 0/4, la norme définit :

(1) les limites auxquelles doivent répondre D, 1,4D et 2 ;

(2) les tolérances relatives aux pourcentages de passants par les tamis 0,063 – 0,125 – 0,25 – 0,5 – 1 – 2 – 4.

Le producteur doit en outre fournir les données suivantes :

(3) la teneur en fines ;

(4) le module de finesse (= somme des pourcentages cumulés retenus sur ces tamis, divisée par 100).

(p. 18)

Le sable fin à moyen convient pour les mortiers de maçonnerie intérieure. Le sable moyen est utilisé pour les mortiers de maçonnerie extérieure et les enduits.

Certains types de béton nécessitent l'utilisation d'une quantité minimum de particules $\leq 0,250$ mm ('filler' ou farine, d'origine non argileuse).

(p. 19)

Exemple de dénomination de sable et des données granulométriques minimales à fournir par le producteur.

(p. 20)

Le sable, et surtout le sable fin, "foisonne" lorsqu'il est mouillé. L'augmentation de volume atteint un maximum pour un taux d'humidité de 5 % (pourcentage de la masse du sable sec).

(p. 21)

Le ciment est un liant hydraulique: la réaction chimique entre la poudre de ciment et l'eau produit un minéral artificiel insoluble. Plus les grains de ciments sont fins, plus cette réaction (hydratation, formation d'hydrates) s'opère rapidement.

L'hydratation est une réaction exotherme, c.-à-d. qu'elle dégage de la chaleur.

Le durcissement a lieu aussi bien à l'air que sous eau.

(p. 23)

Un four à ciment sert à fabriquer du clinker Portland, un des constituants principaux du ciment. Le clinker possède des caractéristiques fortement hydrauliques. Il est obtenu par cuisson d'un mélange de matières premières soigneusement dosé et contenant de l'oxyde de calcium, de silice, d'alumine et de fer. Etant donné que 65 % des oxydes requis sont contenus dans des roches calcaires, les cimenteries sont situées près de carrières de calcaire ou de craie.

(p. 24)

Le ciment est le mélange finement broyé de clinker et d'un ou plusieurs constituants principaux suivants:

- laitier de haut-fourneau : constituant à hydraulicité latente, c.-à-d. que l'hydratation doit être activée. Le rôle de 'démarrateur' est joué par le clinker Portland.

- cendre volante : constituant pouzzolanique, c.-à-d. qu'il réagit avec la chaux libérée par l'hydratation du clinker.

- calcaire : constituant inerte. Intervient physiquement comme plastifiant dans le béton frais.

(NB: Le sulfate de calcium, par ex. gypse, est un régulateur de prise. Il est présent dans tout ciment.)

(p. 25)

Suivant leur composition, les ciments sont divisés en différents 'types'. En Belgique, 10 ciments 'courants' sont produits. Leur conformité aux exigences de la norme européenne EN 197-1 est attestée par le marquage CE. Certains ciments satisfont à des exigences additionnelles imposées par les normes belges. Ils portent la marque BENOR.

(NB : Le CEM IV – ciment pouzzolanique – ne figure pas dans l'aperçu car il n'est pas produit en Belgique.)

(p. 26)

La composition et la finesse de mouture d'un ciment déterminent le développement de sa résistance. En fonction de cette évolution, les ciments sont divisés en 'classes de résistance'. Celles-ci correspondent à des niveaux de performances minimales (et maximales) à 28 jours. Dans chaque classe, et suivant les performances au jeune âge, une distinction est faite entre la version N (normale) et la version R (rapide).

(p. 27)

Quelques exemples de désignations de ciments et leur signification, conformément à la norme européenne EN 197-1.

(p. 28)

Dans des conditions normales, le choix d'un ciment se fait à partir de la classe de résistance.

(p. 29)

Par temps froid, il est plus indiqué d'utiliser un ciment à teneur plus élevée en clinker.

(p. 30)

Par temps chaud, il est plus indiqué d'utiliser un ciment à teneur plus élevée en laitier de haut-fourneau.

(p. 31)

Les ciments 'Low Alkali' sont les suivants :

CEM I LA, CEM III/A LA, CEM III/B LA, CEM III/C LA, CEM V/A (S-V) LA.

Pour les ciments LA il n'existe pas encore de norme européenne. En attendant, il y a lieu de se référer à la norme belge NBN B12-109. La conformité avec cette norme est attestée par la marque BENOR.

(p. 32)

Les ciments 'High Sulfate Resisting' sont les suivants :

CEM I HSR, CEM III/B HSR, CEM III/C HSR, CEM V/A (S-V) HSR.

Pour les ciments HSR il n'existe pas encore de norme européenne. En attendant, il y a lieu de se référer à la norme belge NBN B12-108. La conformité avec cette norme est attestée par la marque BENOR.

(p. 33)

Pour les ciments HES il n'existe pas encore de norme européenne. En attendant, il y a lieu de se référer à la norme belge NBN B12-110. La conformité avec cette norme est attestée par la marque BENOR.

(p. 34)

La désignation LH n'est pas encore normalisée. Tout renseignement sur les ciments 'Low Heat' est fourni par le fabricant ou fournisseur.

(p. 35)

L'eau de ville convient forcément. Si l'eau de gâchage provient d'autres sources, il y a lieu de procéder à une analyse chimique. En effet, ni la couleur ni l'odeur, ni le goût ne peuvent attester de sa convenance.

Lors du dosage de l'eau de gâchage, la totalité de l'eau intervenant dans le mélange doit être considérée, y compris celle introduite par les granulats, surtout les sables humides.

(p. 36)

A consistance (ouvrabilité) égale, la quantité d'eau de gâchage peut être réduite:

- de 5 à 15 % , par l'utilisation d'un plastifiant/réducteur d'eau;
- de 20 à 30 %, par l'utilisation d'un superplastifiant/hautement réducteur d'eau.

(p. 37)

Les superplastifiants/hautement réducteurs d'eau augmentent l'ouvrabilité (la 'fluidité') du béton dans un laps de temps court et pendant une durée de temps déterminée. Il faut bien tenir compte de ces données lors de la conception du coffrage qui risque d'être sollicité par des forces latérales élevées.

(p. 38)

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'efficacité des adjuvants : type de ciment, teneur en ciment et en fines, temps de malaxage, conditions atmosphériques...

(p. 39)

Les 'fillers' sont obtenus par le broyage de roches (calcaire, grès, porphyre).

Les cendres volantes sont produites lors de la combustion de charbon dans les centrales thermiques. Elles présentent des caractéristiques comparables à celles des pouzzolanes d'origine volcanique. (NB: Le terme 'pouzzolane' est dérivé de Pozzuoli, ville située au Sud de l'Italie.)

La microsilice est un produit résiduel de la production de l'élément siliceux et des alliages fer-silice. Elle se caractérise par une pouzzolanité très élevée.