

Chapitre I : GENERALITES SUR LE BETON

I.1 - INTRODUCTION

Le **béton** est un matériau de construction obtenu par le mélange des granulats, du sable, du ciment, d'eau et éventuellement d'adjuvants.

C'est un des matériaux de construction le plus utilisé en bâtiment et travaux publics.

Ce type de matériau possède une grande résistance à la compression mais supporte mal la traction. Pour pallier à ce défaut, Joseph Lambot et Joseph Monier ont inventé en 1849 le « béton armé », béton dans lequel on a introduit des armatures composées des barres d'acier.

Pour maîtriser la distribution des contraintes dans la matière, Eugène Freyssinet a créé en 1930 le « béton précontraint ».

Depuis 1970, les recherches effectuées sur le béton conduisent à un nouveau bond qualitatif des propriétés de ce matériau.

Actuellement, on obtient au laboratoire des bétons à hautes performances dont la résistance à la compression peut dépasser 600 MPa (600 N/mm²).

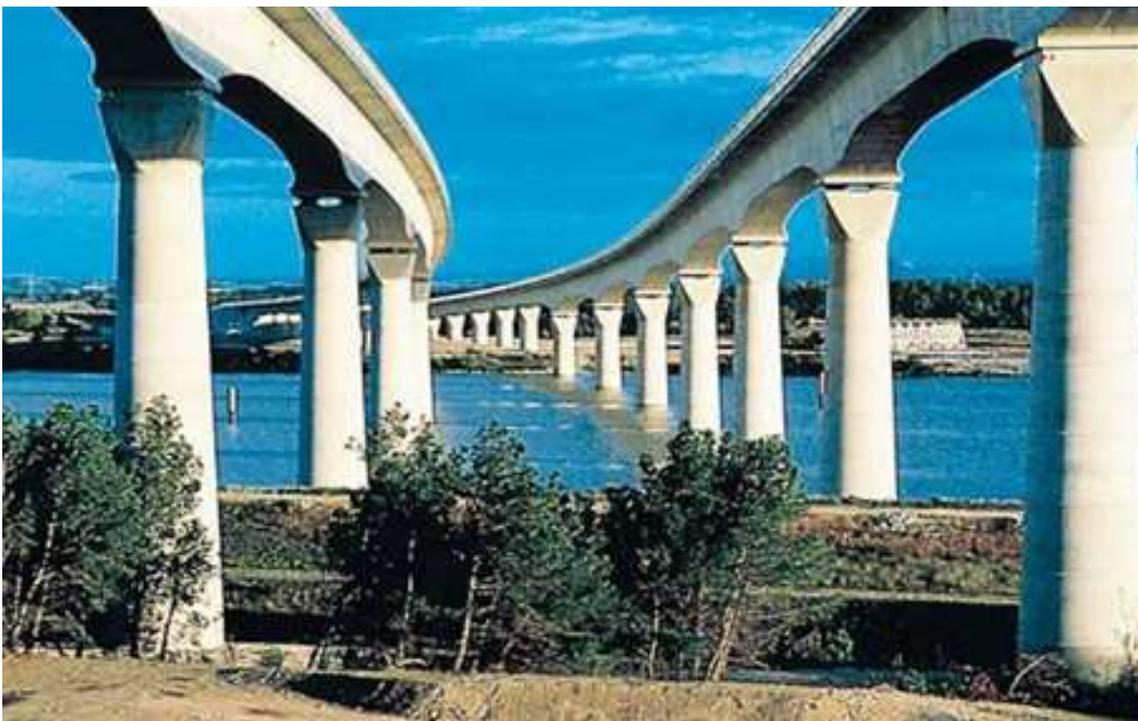


Photo I.1 : Structure en béton

I.2 - CONSTITUANTS D'UN BETON

I.2.1 - Les granulats

Un granulat est un ensemble de matériaux inertes comme les cailloux, le sable, ... qui font partie des constituants du béton.

Les granulats utilisés sont généralement des graviers issus des carrières ou des blocs de roche concassés et broyés. La taille des granulats dépend du type de béton recherché. Elle est indiquée par deux chiffres : un gravier 5/15 est composé de particules dont le diamètre varie entre 5 et 15 mm. Pour les bétons employés en bâtiment, les granulats les plus courants sont des graviers 5/15 et 15/25. Pour des travaux de génie civil où les pièces sont plus massives, les graviers utilisés sont plus gros (jusqu'à 150 mm).

I.2.2 - Le sable

Le sable est une roche sédimentaire constituée de petites particules provenant de la désagrégation des roches et dont la dimension est comprise entre 0,063 et 6,3 mm selon la norme NF EN 14227-1.

Cette roche sédimentaire doit être propre et sans poussières argileuses.

Le rôle du sable est de remplir les trous existants entre les granulats.

I.2.3 - Le ciment

Le clinker est l'élément essentiel d'un ciment qui est un liant hydraulique jouant le rôle de la colle pour les granulats.

Selon la norme NF EN 197-1 et la composition d'un ciment, il existe cinq types de ciments :

- CEM I : Ciment Portland
- CEM II : Ciment Portland composé
- CEM III : Ciment de haut fourneau
- CEM IV : Ciment pouzzolanique
- CEM V : Ciment composé

La résistance de compression minimale à 28 jours des ciments permet de les répartir en trois classes: classe 32,5, classe 42,5, classe 52,5.

Mais suivant la performance au jeune âge, on distingue dans chaque classe la sous classe N (Normale) et la sous classe R (Rapide) pour laquelle la résistance au jeune âge est élevée.

Le ciment qui réagit chimiquement avec l'eau, se durcit et lie tous les ingrédients du béton.

I.2.4 - L'eau

On utilise généralement de l'eau potable. Son rôle est d'hydrater la poudre du ciment et de faciliter la mise en œuvre du béton. Mais il est nécessaire de définir la teneur en eau selon l'usage du béton. En effet, plus un béton est fluide, plus il présente une faible résistance une fois sec.

Pour un **béton courant** le rapport du dosage d'eau à celui du ciment (E/C) varie entre **0,4 et 0,6**.

I.2.5 - Les adjuvants

Les adjuvants sont des produits que l'on ajoute au béton lors de son malaxage pour modifier les propriétés de ce matériau.

Pour obtenir des dalles en béton qui doivent supporter des charges roulantes importantes, on utilise des durcisseurs de surface tels que les particules de quartz. L'incorporation des particules d'acier dans le béton permet d'avoir un béton possédant de très bonnes propriétés d'isolation phonique.

En milieu nucléaire, le béton comprenant des particules de plomb contribue à stopper les rayonnements. Les bétons teintés dans la masse et utilisés à des fins architecturales sont également obtenus grâce à des pigments.

I.3 - PREPARATION D'UN BETON

Après avoir déterminé les quantités des constituants du béton à obtenir et les mélanger ensuite, on effectue les opérations suivantes :

I.3.1 - Malaxage

Le malaxage est le fait de mélanger manuellement ou automatiquement les composants du béton pour obtenir une pâte homogène permettant de combler les vides laissés par l'agglomération des granulats.

I.3.2 - Coulage

Le principe est de couler le béton par exemple au moyen de compresseurs pneumatiques ou par pompage.

I.3.3 - Vibration

Une fois coulé dans un coffrage, le béton est vibré à l'aide des vibrateurs montés directement sur le coffrage.

I.3.4 - Décoffrage

Avant de décoffrer, il faut s'assurer que le béton soit suffisamment durci pour supporter leur propre poids et les charges qui y seront appliquées. Mais il arrive parfois qu'on coule le béton le soir pour le décoffrer le lendemain.

I.4 - CLASSIFICATION DES BETONS

La classification s'effectue :

I.4.1 - Selon la masse volumique ρ

D'après la norme NF EN 206-1, le béton se classe généralement en trois groupes :

- **Béton lourd** : $\rho > 2600 \text{ kg/m}^3$;
- **Béton normal** : $2000 < \rho < 2600 \text{ kg/m}^3$;
- **Béton léger** : $\rho < 2000 \text{ kg/m}^3$;

Les bétons lourds dont les masses volumiques peuvent atteindre 6 000 kg/m³ servent, entre autres, à la protection contre les rayons radioactifs.

Les bétons courants ($\rho = 2300 \text{ Kg/m}^3$ environ) sont les plus utilisés, aussi bien dans le bâtiment qu'en travaux publics. Ils peuvent être armés lorsqu'ils sont très sollicités en flexion.

Les bétons légers trouvent leur utilisation dans la construction des structures de poids réduit.

I.4.2 - Selon les valeurs des résistances du béton

Les résistances mécaniques en compression obtenues classiquement sur des éprouvettes cylindriques sont de l'ordre de :

- 25 à 35 MPa (béton fabriqué sur chantier (BFC))
- 40 à 60 MPa (béton prêt à l'emploi (BPE))
- jusqu'à 200 MPa (béton hautes performances (BHP))
- 500 MPa (béton ultra hautes performances (BUHP))

I.4.3 - Autres types de béton

I.4.3.1 - Béton armé

Le béton supporte mal la traction. Pour éviter la rupture, on dispose dans le béton des barres d'acier ou armatures dans la zone où les contraintes de traction sont maximales. Le béton ainsi obtenu est appelé « **béton armé** ».

Ce type de béton est utilisé pour la construction des bâtiments, des silos de petite capacité, des ponts de petite portée,...



Photo I.2 : Pont en béton

I.4.3.2 - Béton précontraint

Pour la maîtrise de la distribution des contraintes dans le béton, on soumet celui-ci avant l'application des charges à des forces additionnelles déterminant des contraintes telles que leur composition avec celles provenant des charges donne en tout point de la section de la pièce sollicitée des contraintes que la matière peut supporter indéfiniment. Un tel type de béton est appelé « **béton précontraint** ».

Le béton précontraint est employé pour les structures fortement sollicitées telles que les réservoirs de plus de 1500 m³, les ponts moyens et à grande portée, les enceintes des réacteurs nucléaires,...

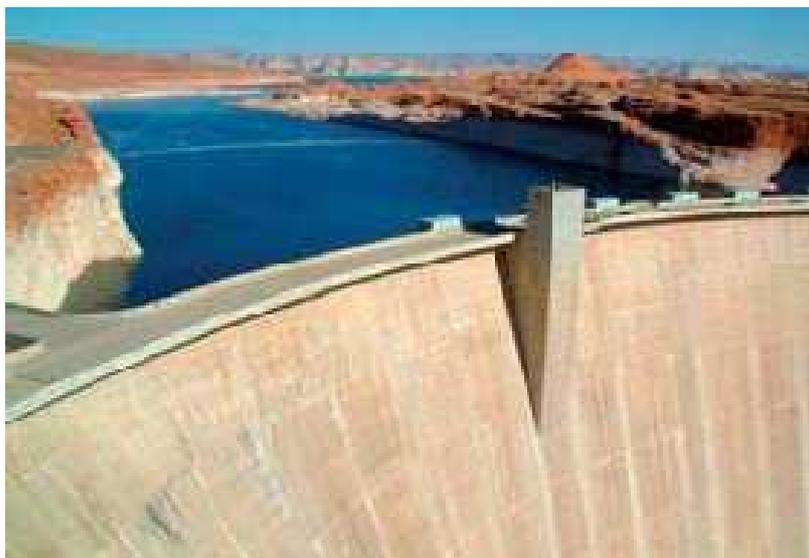


Photo I.3 : Barrage en béton

I.4.3.3 - Béton fibré

Au cours du malaxage, l'adjonction des fibres (métalliques, synthétiques, minérales) permet au béton d'acquies d'autres propriétés telles que la grande ductilité, la bonne résistance aux chocs.

La réalisation des dallages industriels se fait avec des bétons de fibres métalliques.

I.5 - BETON LEGER

Un béton léger est un béton dont la masse volumique après séchage est inférieure à **2 000 kg/m³**.

Ce genre de béton permet de diminuer le poids des éléments de construction en béton et d'assurer le rôle d'un isolant acoustique.

La masse volumique peut être diminuée en remplaçant une quantité de matériau par des bulles d'air ou en utilisant des granulats légers.

I.6 - QUELQUES TYPES DE BETONS LEGRS

I.6.1 - Béton cellulaire

C'est un béton dans lequel on ajoute, lors de sa fabrication, un produit d'expansion qui crée un dégagement gazeux générant des cellules dans ce béton.

Les caractéristiques techniques d'un tel béton dépendent de la quantité d'agent d'expansion.

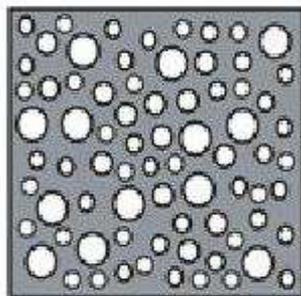
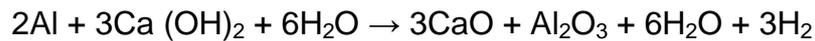


Photo I.4 : Représentation schématique d'un béton cellulaire

On peut distinguer :

- **Le béton cellulaire préfabriqué**

Ce type de béton est obtenu par le mélange du ciment, du sable, de la chaux et de l'eau auquel on rajoute, avant la fin du malaxage, de la poudre d'aluminium qui réagit avec la pâte pour produire un dégagement d'hydrogène donnant naissance à des cellules dans le béton.



Ensuite, le mélange est coulé dans une moule, séché, découpé par exemple en forme de brique et passé à l'autoclave pendant 10 h à la température de 190°C sous une pression de 12 bars afin d'obtenir la résistance finale et la bonne stabilité du béton.

Le béton ainsi obtenu possède une masse volumique variant entre 450 et 600 Kg/m³. La résistance en compression se situe entre 3 et 6 MPa. C'est un type de béton qui résiste aux flammes.

Domaines d'utilisation

- blocs pour murs.
- carreaux pour cloisons
- etc....

- Le béton cellulaire coulé sur place

A la place de la poudre d'aluminium, on utilise un produit mousseux que l'on introduit au béton lors du coulage.

En effet, le premier produit fait gonfler le béton, ce qui rend son utilisation incontrôlable sur le chantier, tandis que le deuxième produit reste stable et donne un type de béton dont on peut contrôler la variation du volume.

Domaine d'utilisation

- béton pour toiture de faible pente
- béton de remplissage
- etc....

Remarque

Le béton cellulaire est un matériau qui peut se recycler facilement. Il n'est pas polluant, il respecte donc l'environnement.

I.6.2 - Béton caverneux

Un béton caverneux est constitué du ciment, de gros granulats et de l'eau. Il existe donc des gros vides au sein du béton. C'est la pâte du ciment qui assure l'assemblage des granulats.

La résistance à la compression du béton caverneux est comprise entre 1,5 et 14 MPa. Quant à la résistance en flexion, elle est pratiquement égale à 30% de celle en compression.

On emploie principalement les bétons caverneux dans la confection des murs porteurs des bâtiments domestiques et dans les panneaux de remplissage des cadres de structure. Cependant, leur forte absorption d'eau les rend inutilisables dans les fondations.

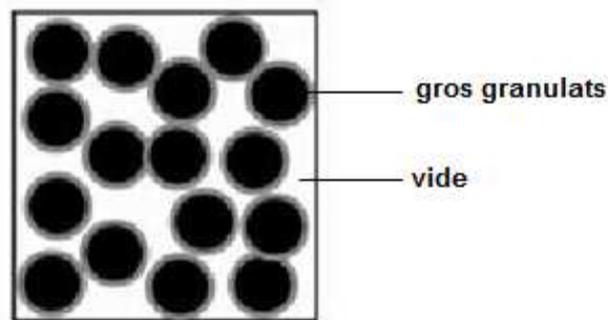


Photo I.5 : Représentation schématique d'un béton caverneux

I.6.3 - Bétons de granulats légers

Ce sont des bétons courants mais les granulats utilisés sont des granulats légers tels que la vermiculite ou polystyrène expansé, la perlite, la ponce, l'argile expansée, les laitiers expansés, etc....

Comme on a une grande diversité de mélanges possibles, ce qui permet d'obtenir des bétons de granulats légers ayant des propriétés différentes.

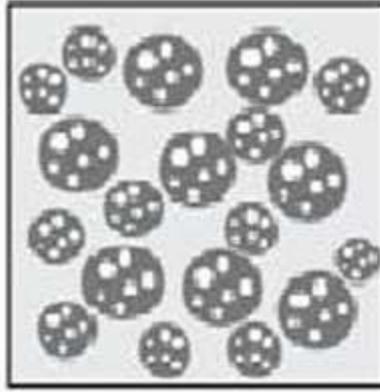


Photo I.6 : Représentation schématique d'un béton de granulats légers

Les résultats de recherche obtenus par Muller-Rochholz en 1979 ont montré que le module d'élasticité de ces bétons de granulats légers varie entre 30 GPa et 90 GPa.

La figure suivante indique les masses volumiques des bétons correspondant aux différents types de granulats légers.

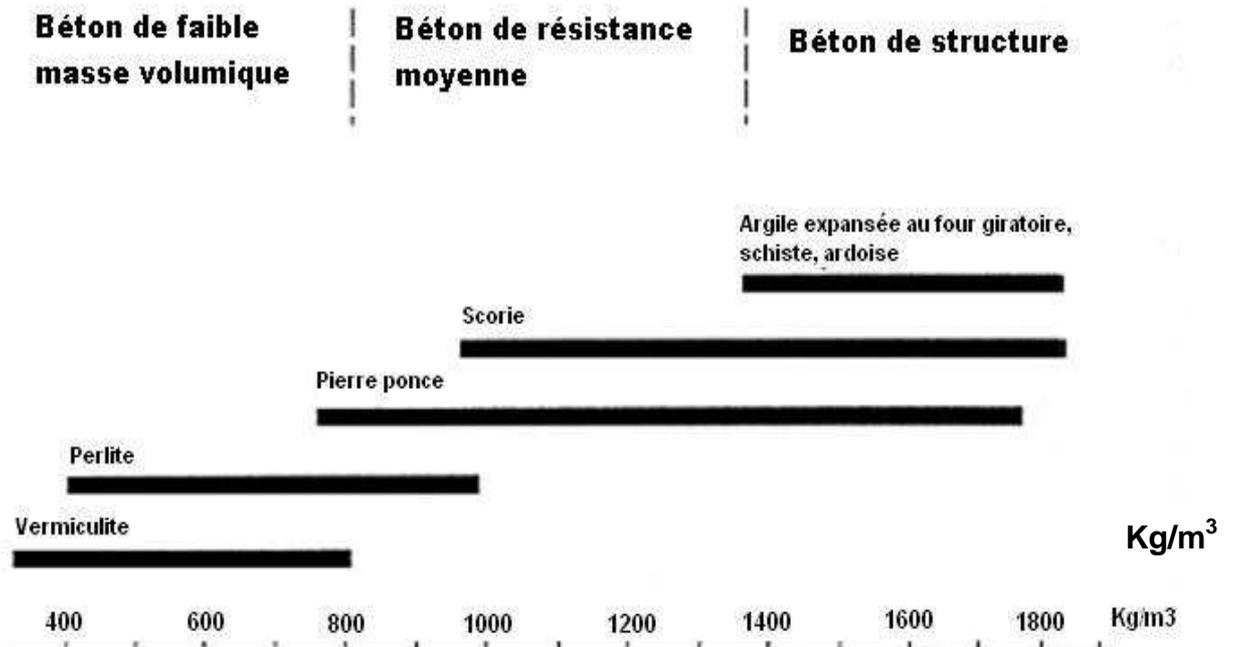


Figure I.1 : Masses volumiques des quelques bétons de granulats légers (séchage à 28 jours)