

	<b>LYCÉE CANTAU ANGLET</b> <b>EDC MATÉRIAUX</b>	
	22/11/06 cours-beton.odt	compléments de cours, page 1/16

Bibliographie : fiches techniques : CIMbéton, construire avec les produits préfabriqués en béton : école française du béton, CERIB, Fédération de l'industrie du béton.

# Le ciment et ses applications

## Table des matières

<a href="#">1/-Fabrication du ciment.....</a>	2
<a href="#">1.1/-Extraction et concassage.....</a>	2
<a href="#">1.2/-Préparation de la matière première.....</a>	2
<a href="#">1.3/-Cuisson du cru.....</a>	3
<a href="#">1.4/-Broyage du clinker.....</a>	3
<a href="#">2/-L'utilisation du ciment - prise et durcissement.....</a>	3
<a href="#">2.1/-Les résistances mécaniques.....</a>	4
<a href="#">3/-Les différents types de ciments.....</a>	4
<a href="#">3.1/-Les ciments Portland.....</a>	4
<a href="#">3.2/-Les autres ciments.....</a>	4
<a href="#">4/-Les constituants des mortiers et bétons.....</a>	5
<a href="#">4.1/-Les granulats.....</a>	5
<a href="#">4.2/-Les adjuvants.....</a>	6
<a href="#">5/-Les mortiers.....</a>	8
<a href="#">5.1/-Fabrication des mortiers.....</a>	8
<a href="#">5.2/-Utilisation des mortiers.....</a>	8
<a href="#">5.3/-Les scellements et les calages.....</a>	9
<a href="#">6/-Les bétons.....</a>	9
<a href="#">6.1/-Composition des bétons.....</a>	10
<a href="#">6.2/-Béton armé.....</a>	11
<a href="#">6.3/-Les produits préfabriqués en usine.....</a>	13

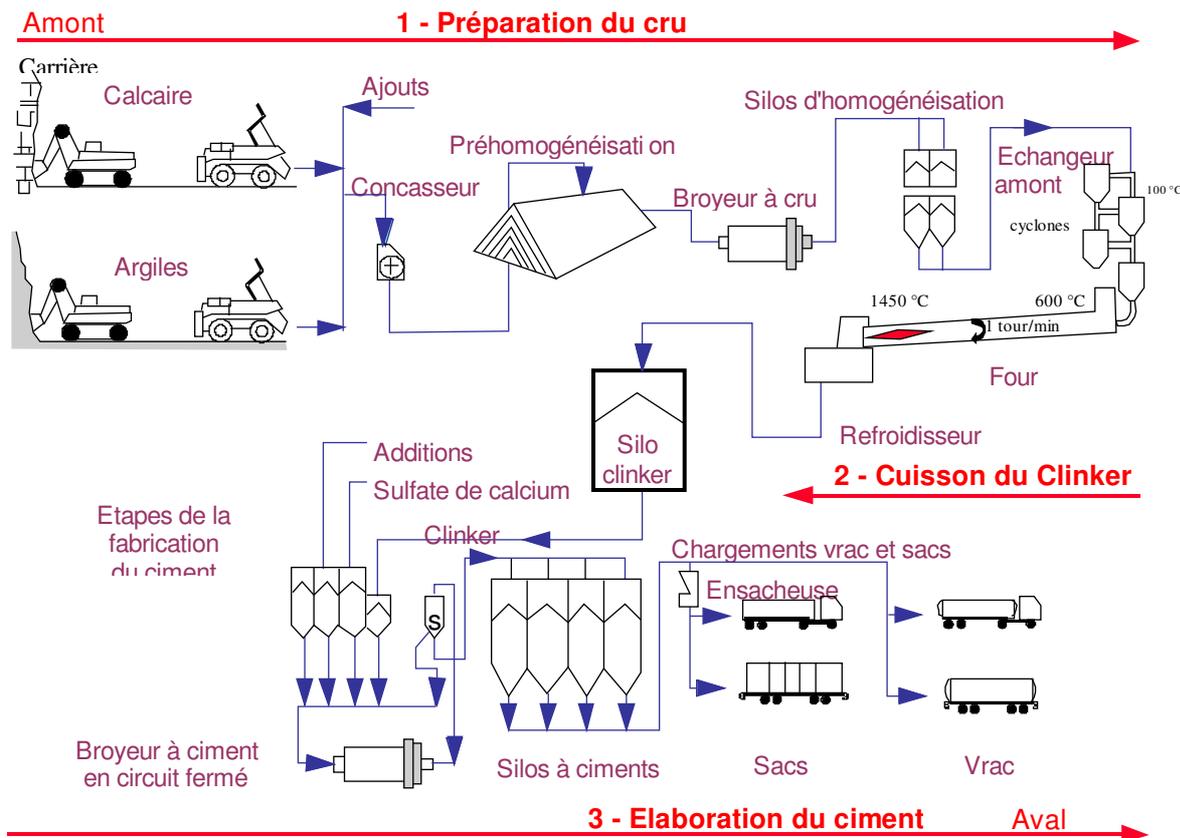
# Le ciment et ses applications

Le ciment s'est surtout développé à partir de 1950 (7,4 Mt) du fait de l'essor du béton et des besoins de la reconstruction.

La production a progressé de façon régulière jusqu'en 1974, où le niveau le plus haut a été atteint avec 33,5 Mt.

En 2000, elle était de 20 Mt.

## 1/-Fabrication du ciment



Le constituant principal des ciments est le clinker, qui est obtenu à partir de la cuisson d'un mélange approprié de calcaire et d'argile, en proportion moyenne 80 % / 20 %.

Les différentes étapes de la fabrication sont les suivantes.

### 1.1/-Extraction et concassage

Les matières premières sont extraites de carrières généralement à ciel ouvert. Les blocs obtenus sont réduits, dans des concasseurs situés généralement sur les lieux mêmes de l'extraction, en éléments d'une dimension maximale de 50 mm.

### **1.2/-Préparation de la matière première**

Les grains de calcaire et d'argile sont intimement mélangés par broyage ou délayage, dans des proportions définies, en un mélange très fin, le « cru ».

Cette matière première est préparée sous forme de poudre. La préhomogénéisation permet d'atteindre un dosage parfait des deux constituants essentiels du ciment par superposition de multiples couches.

A la sortie du hall de préhomogénéisation, le mélange est très finement broyé dans des broyeurs sécheurs, qui éliminent l'humidité résiduelle et permettent d'obtenir une poudre qui présente la finesse requise ; cette poudre, le « cru », est une nouvelle fois homogénéisée par fluidisation.

### **1.3/-Cuisson du cru**

Les installations de cuisson comportent deux parties :

- Un échangeur de chaleur comportant une série de quatre à cinq cyclones dans lesquels la poudre déversée à la partie supérieure progresse jusqu'à l'entrée du four. Elle se réchauffe au contact des gaz chauds sortant de ce four.

Une décarbonatation (réaction chimique) a lieu. La poudre est ainsi portée à une température d'environ 800 °C à 1 000 °C.

- Un four horizontal rotatif cylindrique en tôle d'acier (avec revêtement réfractaire intérieur) de 60 à 90 m de long, de 4 à 5 m de diamètre, légèrement incliné et tournant de 1 à 3 tours/minute. La matière pénètre à l'amont du four où s'achève la décarbonatation, et progresse jusqu'à la zone de clinkerisation (environ 1 450 °C). Le temps de parcours est de l'ordre de 1 heure.

Sous l'effet de la chaleur, les constituants de l'argile, principalement composée de silicates d'alumine et d'oxydes de fer, se combinent à la chaux provenant du calcaire pour donner des silicates et des aluminates de calcium.

Tout en améliorant la qualité des produits, les industriels ont fortement réduit au cours des dernières années la consommation d'énergie nécessaire à la cuisson, qui est de plus en plus apportée par des combustibles de substitution. En outre l'industrie cimentière contribue à la protection de l'environnement grâce au recyclage de produits industriels usagés inutilisables pour d'autres emplois.

### **1.4/-Broyage du clinker**

A la fin de la cuisson, la matière brusquement refroidie se présente sous forme de granules qui constituent le clinker. Celui-ci finement broyé avec du gypse (< 5 %) pour régulariser la prise donne le ciment Portland. Les autres catégories de ciment sont obtenues en ajoutant d'autres constituants tels que laitier granulé de haut fourneau, matériaux pouzzolaniques, cendres volantes, schistes calcinés, calcaire, fumées de silice,

## **2/-L'utilisation du ciment - prise et durcissement**

Les réactions qui se passent dès le début du gâchage (mélange du ciment avec l'eau) et se poursuivent dans le temps sont extrêmement complexes. Elles ne seront pas développées dans ce cours.

Simplement, l'hydratation du ciment conduit au développement et à la multiplication de micro-cristaux qui expliquent l'augmentation des résistances mécaniques. Le ciment durci est une véritable « roche

## Le ciment et ses applications

artificielle » qui évolue dans le temps et en fonction des conditions extérieures. Avant d'atteindre son stade final, l'évolution du ciment passe par trois phases successives.

- Phase dormante

La pâte de ciment – ciment + eau – reste en apparence inchangée pendant un certain temps (de quelques minutes à plusieurs heures suivant la nature du ciment). En fait, dès le malaxage, les premières réactions se produisent sans être visibles à l'œil nu.

- Début et fin de prise

Après une à deux heures pour la plupart des ciments, on observe une augmentation brusque de la viscosité : c'est le début de prise, qui est accompagné d'un dégagement de chaleur. La fin de prise correspond au moment où la pâte cesse d'être déformable et se transforme en un matériau rigide.

- Durcissement

On a l'habitude de considérer le durcissement comme la période qui suit la prise et pendant la quelle l'hydratation du ciment se poursuit. La résistance mécanique continue à croître très longtemps, mais la résistance à 28 jours est la valeur conventionnelle.

Le ciment est un liant hydraulique, c'est à dire qu'il fait prise même sous l'eau.

### **2.1/-Les résistances mécaniques**

Mesurées sur éprouvettes de mortier normal (suivant une norme), elles caractérisent de façon conventionnelle la résistance du ciment définie par sa valeur nominale. Cette valeur est la limite inférieure de résistance en compression à 28 jours.

## **3/-Les différents types de ciments**

### **3.1/-Les ciments Portland**

#### **3.1.1/-Le ciment Portland : CEM I**

Il contient au moins 95 % de clinker et au plus 5 % de constituants secondaires.

#### **3.1.2/-Le ciment Portland composé : CEM II/A ou B**

Il contient au moins 65 % de clinker et au plus 35 % d'autres constituants : laitier de haut fourneau, fumée de silice (limitée à 10 %), pouzzolane naturelle, cendres volantes, calcaires, constituants secondaires.

#### **3.1.3/-Le ciment de haut fourneau : CEM III**

Il contient entre 36 et 95 % de laitier et 5 à 64 % de clinker.

#### **3.1.4/-Le ciment au laitier et aux cendres : CEM V/A ou B**

Il contient de 20 à 64 % de clinker, de 18 à 50 % de cendres volantes et de 18 à 50 % de laitier.

### **3.2/-Les autres ciments**

#### **3.2.1/-Ciment prompt naturel (CNP) NF P 15-314**

Le ciment prompt naturel est un produit, à prise rapide, et à résistances élevées à très court terme. La

## Le ciment et ses applications

résistance du « mortier 1/1 » (une partie de ciment pour une partie de sable en poids) à 1 heure est de 6 MPa.

Le début de prise commence à environ 2 mn, s'achève pratiquement à 4 mn. Le ciment prompt naturel s'utilise en mortier avec un dosage généralement de deux volumes de ciment pour un volume de sable, et éventuellement en béton. Dans les cas d'urgence nécessitant une prise immédiate (aveuglements de voies d'eau), il est possible de l'employer en pâte pure.

Parmi les nombreux emplois, on peut citer :

- scellements ;
- enduits de façade (en mélange aux chaux naturelles), bétons projetés, moulages ;
- colmatage et travaux à la mer ;

Quelques précautions sont à prendre lorsqu'on emploie du ciment prompt naturel : ne pas rebattre un mortier ou lisser un enduit pour ne pas « casser » la prise ; éviter particulièrement l'excès d'eau.

### **3.2.2/-Ciment alumineux fondu (CA) NF P 15-315**

Le ciment alumineux fondu est particulièrement adapté aux domaines suivants :

- travaux nécessitant l'obtention, dans un délai très court, de résistances mécaniques élevées (poutres et linteaux pour le bâtiment, sols industriels) ;
- ouvrages en milieux agricoles, canalisations, assainissement ;
- fours, cheminées (bétons réfractaires) ;
- travaux de réparation ;
- scellements (en mélange avec du ciment Portland pour la préparation de mortiers à prise réglable).

### **3.2.3/-Ciment à maçonner (CM) NF P 15-307**

Ces ciments, dont les résistances sont volontairement limitées par rapport aux ciments classiques, conviennent bien pour la confection des mortiers utilisés dans les travaux de bâtiment (maçonnerie, enduits, crépis...). Ils peuvent être également utilisés pour la fabrication ou la reconstitution de pierres artificielles.

Ces ciments ne conviennent pas pour les bétons à contraintes élevées ou les bétons armés.

### **3.2.4/-Le ciments blancs**

La teinte blanche est obtenue grâce à des matières premières très pures (calcaire et kaolin) débarrassées de toutes traces d'oxyde de fer. Les caractéristiques sont analogues à celles des ciments Portland gris (norme NF EN 197-1).

Grâce à sa blancheur, le ciment blanc permet la mise en valeur des teintes des granulats dans les bétons apparents. La pâte peut être elle-même colorée à l'aide de pigments minéraux, ce qui fournit des bétons avec une grande variété de teintes tant pour les bétons de structure que pour les bétons architectoniques et les enduits décoratifs. La composition du béton doit être bien étudiée en fonction des granulats et des effets recherchés.

## **4/-Les constituants des mortiers et bétons**

### **4.1/-Les granulats**

Les granulats pour bétons sont des grains minéraux classés en fillers, sablons, sables, gravillons, graves ou ballasts, suivant leurs dimensions comprises entre 0 et 125 mm.

Selon un concept traditionnel, les granulats constituent le squelette du béton. Les granulats, qui sont généralement moins déformables que la matrice de ciment, s'opposent à la propagation des microfissures. Ils améliorent ainsi la résistance du béton.

Le choix d'un granulat est donc un facteur important de la composition du béton, qui doit toujours être étudiée en fonction des performances attendues, spécialement sur le plan de la durabilité.

La granulométrie est l'étude de la taille des grains qui forment le granulat.

Elle consiste à tamiser le granulat sur une série de tamis à mailles carrées, de dimensions d'ouverture décroissantes et à peser le refus sur chaque tamis.

La norme XP P 18-540 indique la terminologie usuelle des granulats selon leurs dimensions, retenons :

- Fillers :  $D < 2$  mm
- Sables :  $1 < D < 6,3$  mm
- Gravillons :  $1 \text{ mm} < D < 125$  mm
- Ballast :  $d > 25$  mm ;  $D = 50$  mm

De nombreuses caractéristiques des granulats sont testées comme la masse volumique, la propreté, la forme, la composition...

#### **4.1.1/-Les granulats roulés**

Les granulats alluvionnaires, dits roulés, ont une forme arrondie due à l'érosion. Ces granulats sont lavés pour éliminer les particules argileuses, nuisibles à la résistance du béton et criblés pour obtenir différentes classes de dimension.

#### **4.1.2/-Les granulats de carrières**

Les granulats de carrière sont obtenus par abattage et concassage, ce qui leur donne des formes angulaires.

Les granulats concassés présentent des caractéristiques qui dépendent de l'origine de la roche, de la régularité du banc, du degré de concassage...

#### **4.1.3/-Les granulats artificiels**

Par exemple, il peut être intéressant d'utiliser des granulats très légers (bois, polystyrène expansé).

Très légers – 20 à 100 kg/m<sup>3</sup> – ils permettent de réaliser des bétons de masse volumique comprise entre 300 et 600 kg/m<sup>3</sup> (la masse volumique d'un béton est d'environ 2500 kg/m<sup>3</sup>).

On voit donc leur intérêt pour les bétons d'isolation, mais également pour la réalisation d'éléments légers : blocs coffrants, blocs de remplissage, dalles, ou rechargements sur planchers peu résistants.

### **4.2/-Les adjuvants**

Dès les origines de la fabrication du béton de ciment Portland, commencent des recherches sur l'incorporation de produits susceptibles d'améliorer certaines de ses propriétés. On cherche à agir sur

## Le ciment et ses applications

les temps de prise, les caractéristiques mécaniques et de mise en œuvre, l'étanchéité.

Dès 1881, Candlot étudie l'action des accélérateurs et des retardateurs de prise. Le sucre est déjà connu comme retardateur de prise et souvent employé à partir de 1909.

Entre 1910 et 1920 débute la commercialisation d'hydrofuges et d'accélérateurs à base de chlorure de calcium.

A partir de 1930, les entraîneurs d'air sont fréquemment utilisés. Ils seront suivis par les antigels et les produits de cure.

Depuis 1960, avec le développement du béton manufacturé et du béton prêt à l'emploi, les adjuvants prennent une place grandissante.

### **4.2.1/-Les adjuvants modifiant l'ouvrabilité du béton**

Les plastifiants réducteurs d'eau et les superplastifiants modifient la consistance des bétons à l'état frais, avant le début de prise. On cherche à obtenir une grande « fluidité » sans ajouter de l'eau, afin que le béton puisse facilement se mettre en place dans le coffrage.

Ces adjuvants ont pour fonction principale, soit d'améliorer l'ouvrabilité du béton, soit d'améliorer les résistances mécaniques.

Leurs dosages est compris entre 0,5 et 3% du poids de ciment.

### **4.2.2/-Les accélérateurs de prise**

L'accélérateur de prise a pour fonction principale de diminuer le temps de prise du ciment dans les bétons.

Ils sont à recommander pour les bétonnages par temps froid, les décoffrages rapides, les scellements, les travaux en galerie, les travaux sous l'eau, etc.

### **4.2.3/-Les retardateurs de prise**

Introduits dans l'eau de gâchage, ils ont pour fonction principale d'augmenter le temps de début de prise du ciment dans le béton ou le mortier.

Par rapport au témoin, l'augmentation du temps de début de prise est comprise entre une heure et deux heures.

Les retardateurs de prise sont particulièrement recommandés pour les bétonnages par temps chaud, pour le béton prêt à l'emploi, les bétonnages en grande masse et la technique des coffrages glissants.

### **4.2.4/-Les hydrofuges**

Les hydrofuges de masse ont pour fonction principale d'assurer une bonne étanchéité au béton.

### **4.2.5/-Les entraîneurs d'air**

Ils ont pour fonction d'entraîner la formation dans le béton, de microbulles d'air uniformément réparties dans la masse.

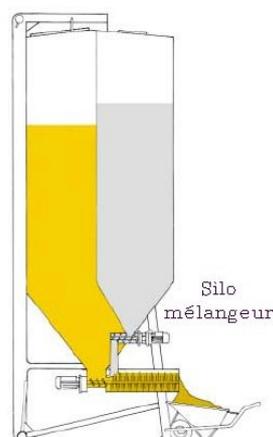
La résistance au gel du béton durci, ainsi que sa résistance aux sels de déverglaçage et aux eaux agressives, sont considérablement améliorées.

## 5/-Les mortiers

### 5.1/-Fabrication des mortiers

Les mortiers sont obtenus par mélange d'un liant (ciment ou chaux) toujours mélangé à du sable, de l'eau – et éventuellement un adjuvant – pour obtenir un « mortier », qui se distingue du béton par l'absence de gravillons.

Les mortiers peuvent être préparés traditionnellement sur le chantier, préparés sur le chantier à partir de mortiers industriels secs prédosés (il suffit d'ajouter la quantité d'eau nécessaire), livrés par une centrale : ce sont des mortiers prêts à l'emploi. Ces derniers ont un temps d'emploi supérieur à 24 h.



### 5.2/-Utilisation des mortiers

#### 5.2.1/-Les joints de maçonnerie

La construction réalisée en éléments maçonnés (blocs de béton, pierres de taille, briques), nécessite leur assemblage avec un mortier qui doit présenter des caractéristiques mécaniques suffisantes pour assurer la transmission des charges et répondre aux exigences d'étanchéité. On a généralement intérêt à utiliser des mortiers « pas trop rigide », de façon à pouvoir s'adapter aux variations dimensionnelles des éléments qu'il liaisonne sans fissurer.

#### 5.2.2/-Les enduits

Les enduits traditionnels sont réalisés en trois couches. Afin d'augmenter le rendement, il se développe aujourd'hui les enduits monocouches épais, ainsi que des enduits isolants. Ces produits font l'objet d'une procédure d'Avis technique par le CSTB.

Les enduits aux mortiers de liants hydrauliques sont utilisés aussi bien pour les travaux neufs que pour la réfection de façades.

Les enduits remplissent plusieurs rôles :

- un rôle de protection du gros œuvre contre les intempéries ;
- un rôle d'imperméabilisation, tout en laissant « respirer » le support ;
- un rôle esthétique (aspect et couleur).

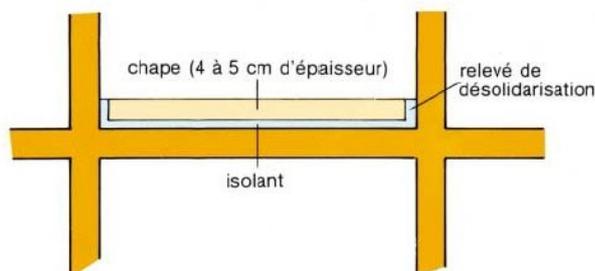
Les enduits habillent le gros œuvre en le protégeant. Ils constituent la finition extérieure visible de la construction.

#### 5.2.3/-Les chapes

Les chapes ont pour fonction d'assurer la mise à niveau du dallage et la régularité de sa surface. Les chapes peuvent constituer la finition : on y incorpore alors souvent des produits spécifiques. Elles peuvent aussi constituer le support d'un revêtement de sol.

## Le ciment et ses applications

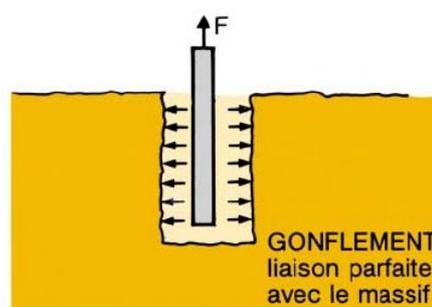
Les chapes doivent présenter une résistance suffisante pour assurer la transmission des charges au support, et parfois résister à l'abrasion ou au poinçonnement (sols industriels). Adhérente ou flottante, la chape peut également avoir une fonction thermique ou acoustique.



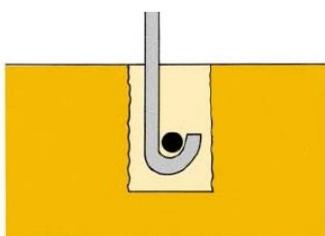
### 5.3/-Les scellements et les calages

Des produits spécifiques à base de mortiers sont disponibles dans le commerce afin de répondre aux problèmes de scellement et de calage, par exemple : scellements d'éléments de couverture, scellements d'éléments de second œuvre, scellements de mobiliers urbains, scellements de regards de visite, assemblage d'éléments préfabriqués...

Afin de réaliser un bon scellement, le mortier doit être expansif pour provoquer un gonflement.



Exemples : scellements de regards, de tiges de fixation



### 6/-Les bétons

C'est en fait le mariage du béton et de l'acier : le béton armé, qui va donner au béton son plein essor. La mise au point du béton précontraint par Freyssinet constitue de nouveaux débouchés pour le matériau (poutre de grande portée, ponts...).

Le béton tient une place essentielle dans les Bâtiments et Travaux Publics :

- En France, dans le bâtiment, le béton est utilisé :
- Dans 80% des maisons individuelles et 90 % des logements collectifs pour les murs ou structures,
- Presque exclusivement pour les planchers.
- Il assure le gros œuvre, avec jusqu'à 4 fonctions : structure, plancher, enveloppe, couverture.

Dans les Travaux Publics : ponts, tunnels, barrages, routes, assainissement, ouvrages offshore,

## Le ciment et ses applications

centrales nucléaires.

Les ouvrages en BETON sont réalisés selon 2 filières :

- le BETON coulé en place (70% du béton consommé) pour :
  - Les ouvrages de volume important (fondations, massifs, poutres de forte section,...),
  - Les ouvrages courants dont la réalisation sur chantier est d'un moindre coût (murs banchés, dalles pleines, poteaux) ou peu répétitifs.
  - Les liaisons et la solidarisation de pièces préfabriquées.
- le BETON manufacturé :
  - Composants standardisés ne nécessitant pas de moyens de manutention trop lourds : blocs, poutrelles, prédalles, poteaux, poutres, ossatures, tuiles, gaines, escaliers, pavés, mobiliers urbains, bordures, caniveaux, tuyaux d'assainissement, éléments pour réseaux, éléments de soutènement...
  - Éléments en béton apparent pour les façades et éléments architecturaux.

Le BETON est un mélange homogène de plusieurs composants : ciment, eau, air, granulats, et adjuvants de masse volumique et de taille très différente.

C'est un matériau synthétique où un squelette de granulats est consolidé par une matrice de liant et d'eau (la pâte) qui durcit progressivement. L'objectif est généralement de remplir les vides existants entre les granulats par la pâte, qui joue le rôle de lubrifiant et de liant (ou colle).

Le BETON est donc un matériau diphasique : pâte et granulats. Ses propriétés dépendent, globalement, de chacun des deux constituants. En particulier, la pâte impose deux caractéristiques au béton :

- matériau vieillissant, c'est-à-dire dont les propriétés évoluent avec le temps
- matériau poreux car la pâte est intrinsèquement et inévitablement poreuse.

Le BETON est un des matériaux de construction les plus utilisés, et ceci pour plusieurs raisons :

- Il est pratique : c'est un matériau moulable, qui prend la forme du moule (coffrage) dans lequel on le coule puisqu'il durcit en quelques heures.
- Durable : c'est un matériau moins sensible aux dégradations de vieillissement que les métaux communs, tel le fer ou le bois.

Mais le béton utilise du ciment qui est un matériau nécessitant beaucoup d'énergie pour sa fabrication (de l'extraction des roches à la cuisson de celle-ci).

Le BETON est, la plupart du temps, employé sous forme de composites BETON ARME et BETON PRECONTRAINTE, qui renferment des armatures d'acier.

D'autres matériaux cimentaires (à base de ciment) sont utilisés dans le BTP : mortiers (pour les joints, enduits, chapes, scellements, réparations) et coulis de ciment (pour des réparations et remplissages de cavités, dans les gaines de précontrainte).

### **6.1/-Composition des bétons**

Les bétons sont composés de ciment, de sables, de gravier, d'eau et d'adjuvants. Les paramètres de

## Le ciment et ses applications

composition sont largement variables, en fonction de l'utilisation du béton.

Exemple de composition d'un béton pour béton armé (dosage pour un m<sup>3</sup> de béton frais)

R <sub>b,28</sub>	Ciment	Sable	Gravillons	Eau
30 MPa	380 kg	900 kg	1065 kg	160 l

La composition des bétons fait l'objet de travaux de recherche. Pour les compositions courantes, des abaques sont employées. La relation de Bolomey est souvent employée pour déterminer la quantité d'eau.

$$R_{b,28} = \alpha \left( \frac{C}{E} - 0,5 \right)$$

R<sub>b,28</sub> : résistance à la compression du béton à 28 jours.

α : coefficient qui dépend à la fois de la nature du ciment et des granulats.

C : dosage en ciment (en kg/m<sup>3</sup> de béton frais).

E : dosage en eau (en kg/m<sup>3</sup> de béton frais).

Au travers de cette relation, on voit donc toute l'importance du dosage en eau qui ne doit pas être excessif. Il faut retenir que la masse d'eau est de l'ordre de la moitié de la masse de ciment.

Application : utiliser la relation de Bolomey afin de calculer le coefficient α pour la composition donnée dans le tableau précédent.

Ordre de grandeur des résistances en compression des bétons :

- Bétons pour maçonnerie : 15 à 20 MPa
- Bétons armés courants : 25 à 35 MPa
- Bétons à hautes performances : 60 à 100 MPa

Le béton possède une résistance en traction faible (environ le dixième de la résistance en compression). C'est pourquoi des armatures métalliques sont systématiquement ajoutées : le béton est dit armé.

### 6.2/-Béton armé

Les armatures métalliques sont placées dans les zones du béton où le risque de fissuration est important (zones tendues ou cisillées).

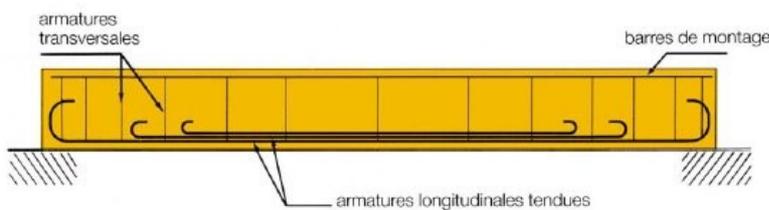
Les armatures doivent être adhérentes avec le béton : c'est pourquoi les armatures ne sont pas lisses.



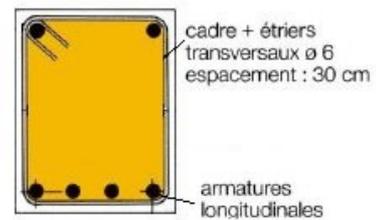


### 6.2.1/-Poutres en BA

Les figures suivantes montrent le principe de ferrailage d'une poutre en béton armé reposant sur deux appuis.

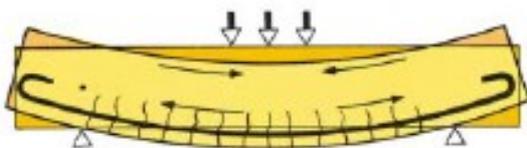


Coupe longitudinale



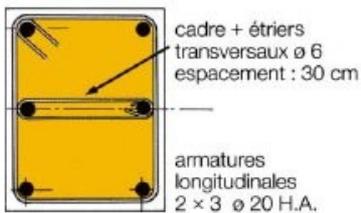
Coupe transversale

Sous l'action des charges, la poutre fléchit, les armatures sont disposées de façon à empêcher l'apparition des fissures, c'est à dire dans la partie inférieure de la poutre.



### 6.2.2/-Poteau en BA

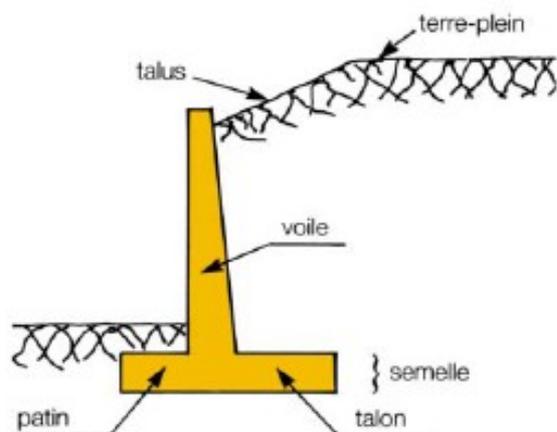
Les règles imposent que les poteaux comportent un ferrailage, illustré sur la figure suivante.



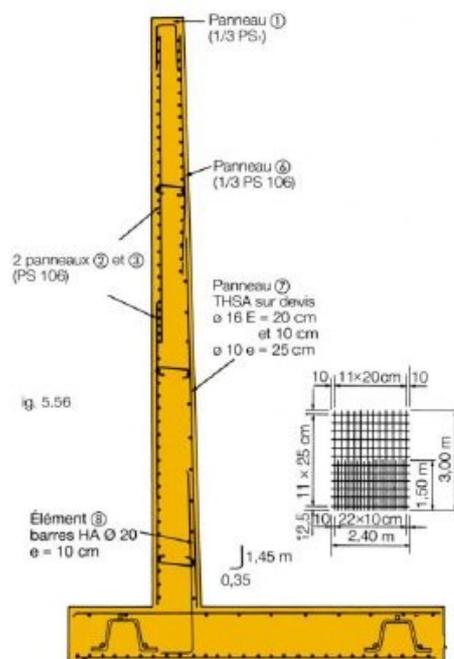
Coupe transversale

### 6.2.3/-Mur de soutènement

Ils sont destinés à s'opposer à la poussée des terres afin de protéger un ouvrage d'art, une route ou un bâtiment.



Fonctionnement du mur de soutènement

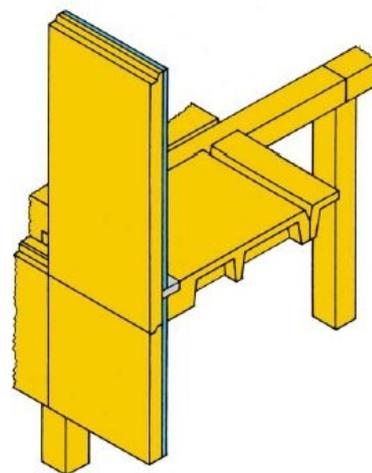


Ferrailage du mur de soutènement

### 6.3/-Les produits préfabriqués en usine

La fabrication en usine de produits en béton permet d'apporter la qualité d'une fabrication industrielle et de réaliser une importante économie de main-d'œuvre sur le chantier.

La gamme des éléments élaborés en usine est très diverse, depuis l'élément standardisé comme le bloc jusqu'à l'élément de structure ou le panneau de façade multifonctions.

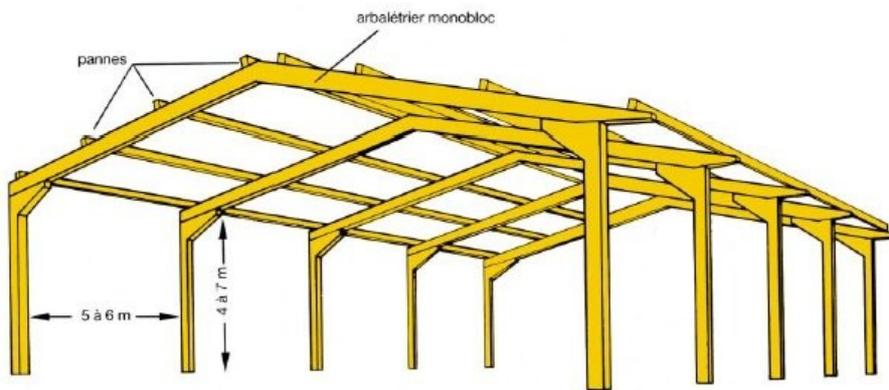


Structure poteaux, poutres, dalle-planche, panneaux de façade.

#### 6.3.1/-Les éléments de structure

Constituée par des poteaux et des poutres préfabriqués, cette technique de construction est destinée aux bâtiments du secteur tertiaire ou les bureaux, ainsi que par les ossatures industrielles.

L'ossature est constituée de poteaux et de poutres en béton armé ou précontraint, dans lesquels s'insèrent des voiles et des façades pour lesquels un choix total est laissé au concepteur.

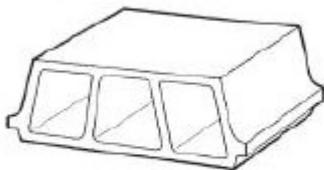


Portique préfabriqué en béton

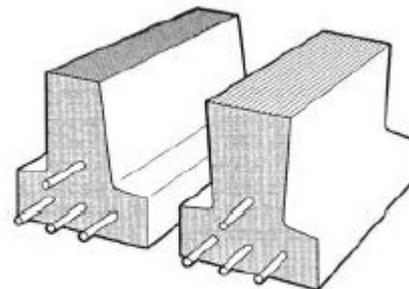
### 6.3.2/-Les éléments pour plancher

- Plancher à poutrelles et entrevous

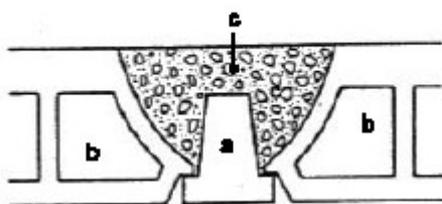
Les poutrelles sont des composants en béton armé ou précontraint, de faible section, qui constituent la structure du plancher. Entre les poutrelles, et s'appuyant sur elles, sont disposés des éléments intercalaires, les entrevous.



Exemple d'entrevous



Exemples de poutrelles en béton précontraint

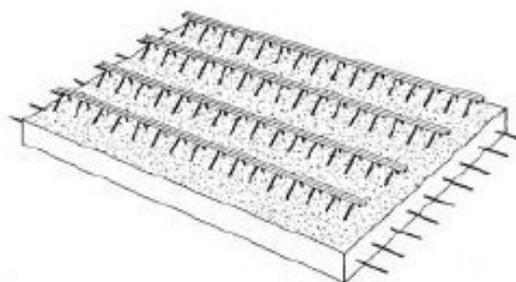


- a : poutrelle
- b : entrevous porteur
- c : nervure

## Le ciment et ses applications

- Plancher à prédalles

Elles sont conçues pour servir de coffrage à la dalle de béton coulée en œuvre par-dessus. Cette conception permet de ne transporter qu'une dalle d'épaisseur restreinte (de 5 à 12 cm).



Exemple de prédalle avec raidisseurs métalliques

### 6.3.3/-Les éléments de façades

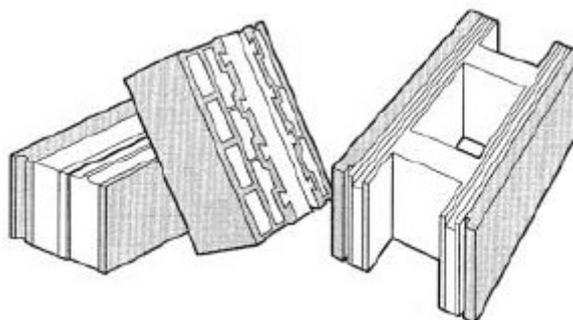
Les panneaux préfabriqués (panneaux de façades, panneaux décoratifs) sont destinés à l'enveloppe du bâtiment. Les grands panneaux des années 1960-1970 ont été supplantés par les panneaux à voiles extérieurs librement dilatables ou par les panneaux nervurés, qui répondent mieux aux exigences d'isolation thermique.

Les modes de liaison évoluent vers des assemblages mécaniques ou soudés. La fonction esthétique peut être apportée par un parement en béton architectonique (sablé, lavé, poli) difficilement envisageable au niveau d'une réalisation sur le chantier.

### 6.3.4/-Les blocs de béton



Bloc à enduire



Exemples de blocs à isolation thermique intégrée

Les blocs, généralement de forme parallélépipédique, ont un poids et des dimensions qui permettent de réaliser des parois de géométrie simple ou complexe et qui les rendent maniables lors de leur mise en œuvre.

En France, 7 maçonneries sur 10 sont réalisées avec des blocs béton.

Les blocs traditionnels peuvent être classés de différentes manières selon la nature du matériau constitutif et la structure interne :

- béton de granulats courants
- béton de granulats légers
- blocs pleins ;
- blocs creux comportant des alvéoles débouchant ou non.

Les blocs à bancher :

## Le ciment et ses applications

- pour les blocs à maçonner : pose avec joints épais (joints de mortier traditionnel) ;
- pour les blocs à coller : pose avec joints minces (joints de mortier-colle avec blocs calibrés ou usinés sur leurs faces de pose) ;
- pour les blocs à emboîtement : pose sans joint vertical.

### **6.3.5/-Éléments de voirie, réseau d'assainissement**

La variété des formes, des textures et des couleurs des éléments béton font leur succès dans le domaine de la voirie. Parmi les multiples produits utilisés, il faut citer les pavés, les dalles, les bordures, les caniveaux, les éléments de signalisation, le mobilier urbain (bancs, vasques, etc.).



Les canalisations d'assainissement sont souvent réalisées en béton préfabriqué. Les résistances mécaniques, la tenue aux agents agressifs, l'étanchéité et la durabilité sont assurées par un béton de qualité.