

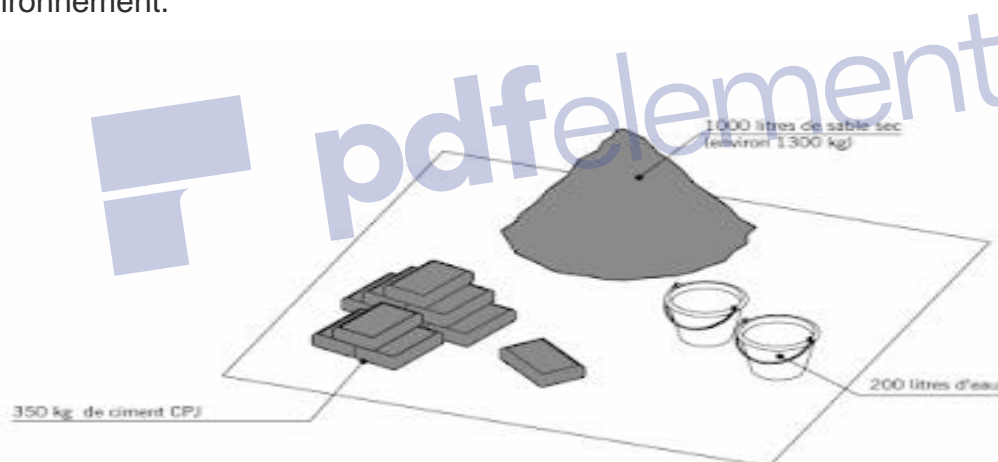
## CHAPITRE IV: LES MORTIERS ET LES BETONS

### IV.1.Introduction:

Dans toute construction, il est indispensable de réunir entre eux les différents éléments (blocs de béton, briques, éléments en béton préfabriqué, etc.) au moyen d'un mortier de ciment ou d'autre liant qui a pour but de:

- solidariser les éléments entre eux;
- assurer la stabilité de l'ouvrage;
- combler les interstices entre les blocs de construction.

Le mortier est obtenu par le mélange d'un liant (chaux ou ciment), de sable, d'eau et éventuellement d'additions. Des compositions multiples de mortier peuvent être obtenues en jouant sur les différents paramètres: liant (type et dosage), adjuvants et ajouts, dosage en eau. En ce qui concerne le liant, tous les ciments et les chaux sont utilisables; leur choix et le dosage sont fonction de l'ouvrage à réaliser et de son environnement.



**Fig.IV.1: Composition d'un mortier.**

La durée de malaxage doit être optimum, afin d'obtenir un mélange homogène et régulier.

Les mortiers peuvent être:

- préparés sur le chantier en dosant et en mélangeant les différents constituants y compris les adjuvants.
- préparés sur le chantier à partir de mortiers industriels secs prédosés et avant l'utilisation, il suffit d'ajouter la quantité d'eau nécessaire.
- livrés par une centrale: ce sont des mortiers prêts à l'emploi.

Les mortiers industriels se sont beaucoup développés ces dernières années; permettant d'éviter le stockage et le mélange des constituants sur des chantiers.

## **IV.2.Composition:**

Le mortier est un des matériaux de construction, qui contient du ciment; de l'eau; du sable; des adjuvants et éventuellement des additions. Ils peuvent être très différents les uns des autres selon la nature et les pourcentages des constituants, le malaxage, la mise en oeuvre et la cure.

Les mortiers sont constitués par des mélanges de:

- liant (ciment ou chaux)
- eau
- sable
- adjuvants

### **IV.2.1.Les liants:**

Généralement, on peut utiliser:

- les ciments normalisés (gris ou blanc);
- les ciments spéciaux (alumineux fondu, prompt, ..);
- les liants à maçonner;
- les chaux hydrauliques naturelles;
- les chaux éteintes

### **IV.2.2.Les sables:**

Normalement, les sables utilisés sont les sables appelés "sable normalisé". Les sables de bonne granulométrie doivent contenir des grains fins, moyens et gros. Les grains fins se disposent dans les intervalles entre les gros grains pour combler les vides. Ils jouent un rôle important: Ils réduisent les variations volumiques, les chaleurs dégagées et même le prix. Les dosages se feront en poids plutôt qu'en volume comme c'est souvent le cas, afin d'éviter les erreurs de dosage, par suite de l'augmentation de volume de sable humide.

Ils peuvent être:

- naturels et roulés (de rivières, de sablières, ..), de nature siliceuse ou silico-calcaire;
- naturels concassés (roches de carrières), comme des basaltes, porphyres, quartzites. Ils sont anguleux et durs.

- spéciaux (lourds, réfractaires, légers):
  - ✓ sable de laitier;
  - ✓ sable d'oxydes de fer, de chromite;
  - ✓ corindon;
  - ✓ sable de briques concassées;
  - ✓ liège torréfié;
  - ✓ polystyrène expansé;
  - ✓ vermiculite, perlite.

Certains sables sont à éviter, notamment les "sables à lapin", généralement très fins, les sables crus qui manquent de fines et les sables de dunes ou de mer qui contiennent des sels néfastes pour les constituants des ciments, par contre ils doivent être propres.

Le diamètre maximum des grains de sable utilisés pour les mortiers est:

- extra-fins: jusqu'à 0,8 mm (en tamis), soit 1 mm (en passoire);
- fins: jusqu'à 1,6 mm;
- moyens: jusqu'à 3,15 mm;
- gros: jusqu'à 5 mm.

### IV.2.3. Les adjuvants:

Les adjuvants sont des produits chimiques que l'on utilise dans le cas des bétons. Ils modifient les propriétés des bétons et des mortiers auxquels ils sont ajoutés en faible proportion (environ de **5%** du poids de ciment). Les mortiers peuvent comporter différents types d'adjuvants:

- les plastifiants (réducteurs d'eau);
- les entraîneurs d'air;
- les modificateurs de prise (retardateurs, accélérateurs);
- les hydrofuges.

Dans tous les cas des soins particuliers doivent être pris afin d'obtenir des mortiers sans ressuage, homogènes d'une gâchée à l'autre.

### IV.2.4. Les ajouts:

Les ajouts que l'on utilise dans les mortiers sont:

- poudres fines pouzzolaniques (cendres, fumée de silice..);
- fibres de différentes natures;
- colorants (naturels ou synthétiques);

- polymères.

## **IV.3.Les différents mortiers:**

Dans les travaux publics on utilise différents types de mortier:

### **IV.3.1.Les mortiers de ciment:**

Les mortiers de ciments sont très résistants, prennent et durcissent rapidement. Le dosage du rapport entre le ciment et le sable est en général volumétrique de 1:3 et le rapport de l'eau sur ciment est environ 0,35. De plus, un dosage en ciment les rend pratiquement imperméables.

### **IV.3.2.Les mortiers de chaux:**

Les mortiers de chaux sont moins résistants par rapport aux mortiers de ciment (gras et onctueux). La durée du durcissement des mortiers de chaux est plus lente que pour les mortiers de ciments.

### **IV.3.3.Les mortiers bâtards:**

Ce sont les mortiers, dont le liant est le mélange de ciment et de chaux. Généralement, on utilise la chaux et le ciment par parties égales, mais des fois on prend une quantité plus ou moins grande de l'un ou l'autre suivant l'usage et la qualité recherchée.

### **IV.3.4.Les mortiers fabriqués sur chantier:**

Ils sont préparés avec le ciment et le sable du chantier. Le ciment est un ciment courant CPA ou CPJ et parfois des ciments spéciaux comme le ciment alumineux fondu.

On emploie également des chaux hydrauliques et parfois des liants à maçonner. Le sable est le plus souvent roulé (nature silico-calcaires) parfois concassé et le gâchage s'effectue à la pelle ou à l'aide d'une petite bétonnière. Ces mortiers ne sont donc pas très réguliers et les sables peuvent être différents d'une livraison à l'autre, mais de toutes façons ils doivent être propre et de bonne granulométrie.

Le sable est généralement dosé en poids (ce qui est préférable), soit en volume (cas des petits chantiers). Dans ce dernier cas, il est très important de tenir compte du phénomène de foisonnement des sables.

### **IV.3.5.Les mortier industriel:**

Ce sont des mortiers que l'on fabrique à partir de constituants secs, bien sélectionnés, conditionnés en sacs, contrôlés en usine et parfaitement réguliers.

Pour utiliser ce type de mortiers, il suffit de mettre la quantité d'eau nécessaire et malaxer pour ensuite les mettre en œuvre.

Les mortiers peuvent contenir des liants et des sables variés ainsi que certains adjuvants et éventuellement des colorants.

Les fabricants de mortiers industriels proposent une gamme complète de produits répondant à tous les besoins:

- mortiers pour enduits de couleur et d'aspect varié,
- mortiers d'imperméabilisation,
- mortier d'isolation thermique,
- mortier de jointoiement,
- mortier de ragréage,
- mortier de scellement, mortier pour chapes,
- mortier-colle pour carrelages, sur fond de plâtre ou de ciment, etc.,
- mortier de réparation.

#### **IV.4.Caractéristiques principales:**

Les caractéristiques principales des mortiers sont:

- ouvrabilité;
- prise;
- résistances mécaniques;
- retrait et gonflements, etc.

Pour pouvoir évaluer les caractéristiques des mortiers on prend souvent comme référence le mortier 1/3 composé en poids de: une partie de ciment et de 3 parties de sable normalisé dont les grains s'échelonnent de 80 microns à 2 mm , 0,45 partie d'eau et passent dans un fuseau bien déterminé.

Ce mortier est malaxé et mis en place dans des moules métalliques suivant des méthodes normalisées. On fait sur ce mortier des essais rhéologiques et éventuellement la prise et la chaleur d'hydratation. Beaucoup d'essais de laboratoires se font sur les prismes de 4 x 4 x 16 cm (résistances mécaniques, retrait, gonflement, absorption capillaire, résistances au gel et aux eaux agressives).

## IV.5. LE BETON:

### IV.5.1.Introduction:

Le béton est un matériau composite aggloméré constitué de granulats durs de diverses dimensions collés entre eux par un liant. Dans les bétons courants, les granulats sont des grains de pierre, sable, gravier, cailloux et le liant est un ciment, généralement un ciment portland. Les composants sont très différents: leurs masses volumiques vont, dans les bétons courants de 1 (eau) à 3 (ciment) t/m<sup>3</sup>. Si le type de liant utilisé n'est pas un ciment, on parle alors, selon le liant utilisé, de béton de résine, de béton d'hydrocarboné, de béton d'argile, etc.



Fig. IV.2.Composition du béton.

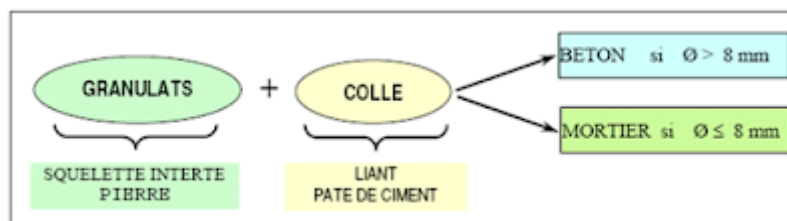


Fig. IV.3:La différence entre le béton et le mortier.

Les différents granulats forment le squelette granulaire du mortier ou du béton. Le ciment, l'eau et les adjuvants forment la pâte liante. Lorsqu'il n'y a pas de squelette granulaire, on parle de "pâte de ciment". La pâte est un élément unique et actif du béton enrobant les granulats. L'objectif est de remplir les vides existants entre les grains. La pâte joue le rôle de lubrifiant et de colle.

Dans le béton où une très grande compacité est recherchée (béton HP par exemple), la dimension des éléments les plus fins peut descendre en dessous de 0,1 mm

(fillers, fumée de silice).

De même les granulats très légers ont des masses volumiques inférieures à 100 kg/m<sup>3</sup>.

Ordre de grandeur des proportions des constituants d'un béton courant, présentés dans le tableau ci-dessous:

Constituants	Eau	Air	Ciment	Granulats
▪ Volume (%)	14 – 22	1 – 6	7 – 14	60 – 78
▪ Poids (%)	5 – 9		9 – 18	63 – 85

Tableau. IV.1:La composition des constituants de béton en poids et volume.

IV.5.2.Les divers stades de fabrication et de vie du béton:

IV.5.2.1.Constituants d'un béton:

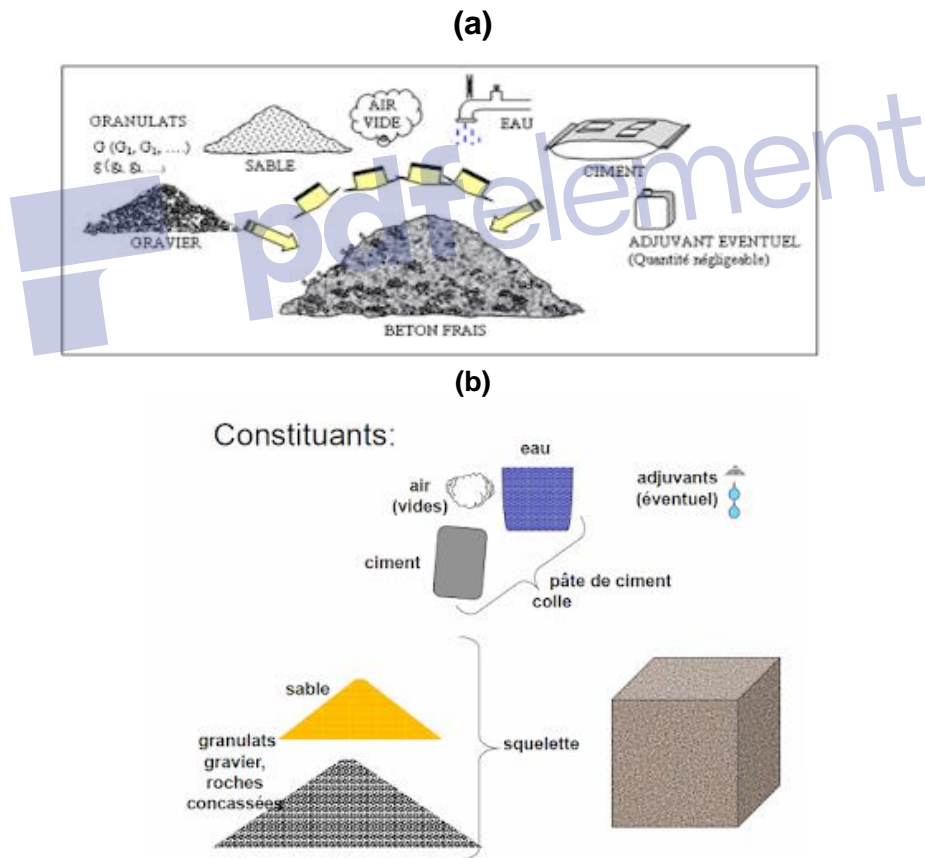
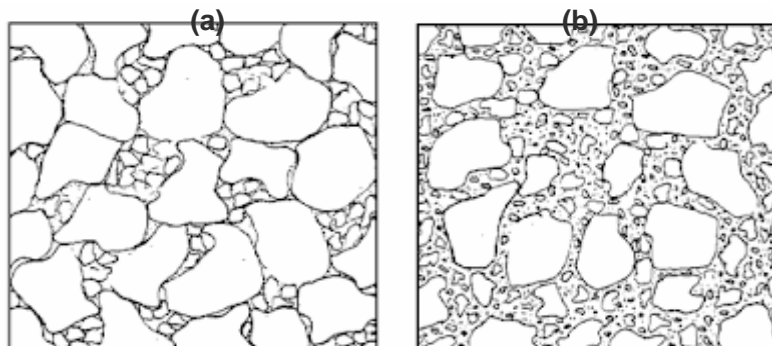


Fig. IV.4:Les constituants du béton(Fabrication du béton frais).



## Figure .IV.5:Composition et type de béton.

**Figure .IV.5.a:** Ce béton comporte le maximum possible de gros éléments se touchant. Entre eux ne peuvent trouver place que des éléments dont la grosseur moyenne n'est que de l'ordre de 1/5 de celle des premiers.

Cette granulométrie discontinue assure théoriquement une compacité et une résistance maximales, mais les frottements entre gros éléments sont tels que les défauts de mise en place réduiraient cette résistance.

**Figure. IV.5.b:** Ce béton contient les mêmes gros éléments qu'en **fig. IV.5.a**, mais séparés par des grains de toutes grosseurs. Cette granulométrie continue donne une compacité et une résistance théorique inférieure, mais le béton bien maniable permettra un remplissage des moules et un enrobage des armatures complets.

La résistance dans l'ouvrage se trouvera supérieure à celle obtenue par le béton plus compact.

La résistance à la compression d'un béton contenant suffisamment de liant croit avec sa compacité.

La compacité est le rapport entre le volume absolu (ou plein ) des éléments solides et le volume apparent du béton qu'ils constituent.

Au fur et à mesure que s'accroît la compacité (**fig. IV.5.a**), les frottements entre les grains de granulats augmentent et l'ouvrabilité diminue, de sorte qu'un béton très compact, théoriquement susceptible de donner la plus forte résistance peut se révéler moins satisfaisant en pratique qu'un béton un peu moins compact mais plus maniable, donc susceptible de se mettre en place sans laisser de vides (**fig. IV.5.b**).

### IV.5.2.2.Mise en œuvre:



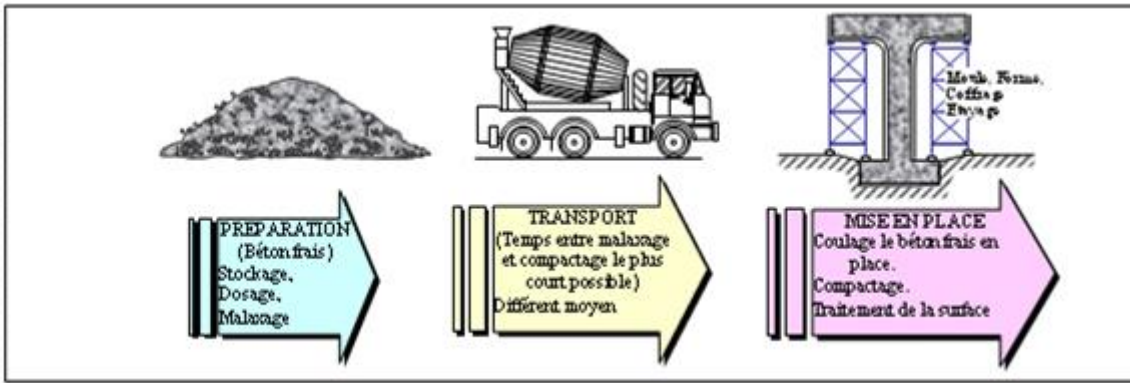


Fig. IV.6: Transport et mise en place du béton frais.

Toutes les opérations de mise en œuvre sont importantes si l'on veut obtenir un béton dense de qualité homogène.

#### IV.5.2.3. Durcissement:

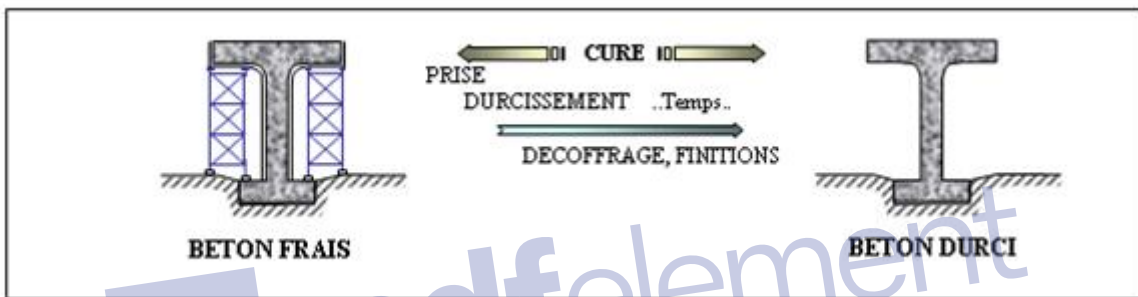


Fig. IV.7: Durcissement d'un béton.

La condition favorable pour le durcissement d'un béton:

- l'humidité
- la température supérieure à 50 °C.
- le calme pendant la période de cure (absence de sollicitation d'ordre mécanique ou physique).

#### Le vie d'un béton

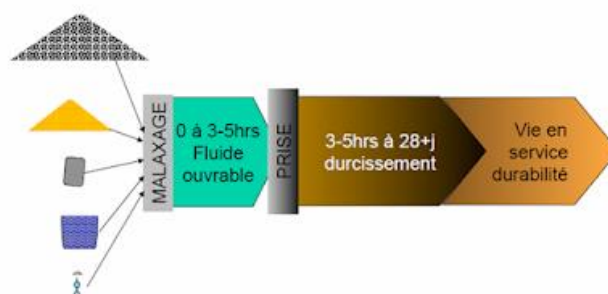


Fig. IV.8: La vie d'un béton.

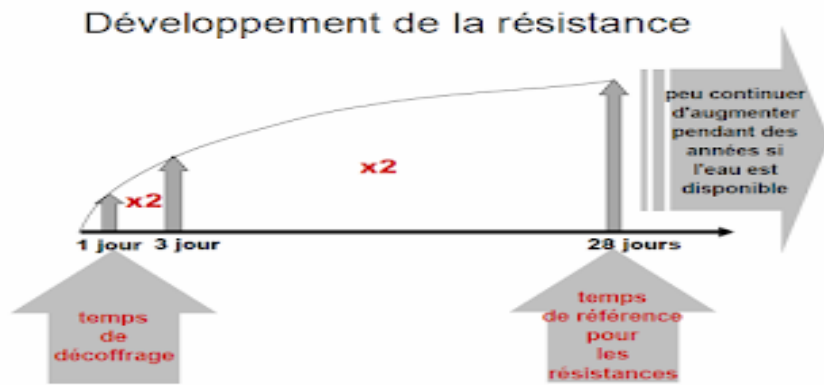


Fig. IV.9 : Développement de la résistance.

#### IV.5.2.4. Vieillessement:

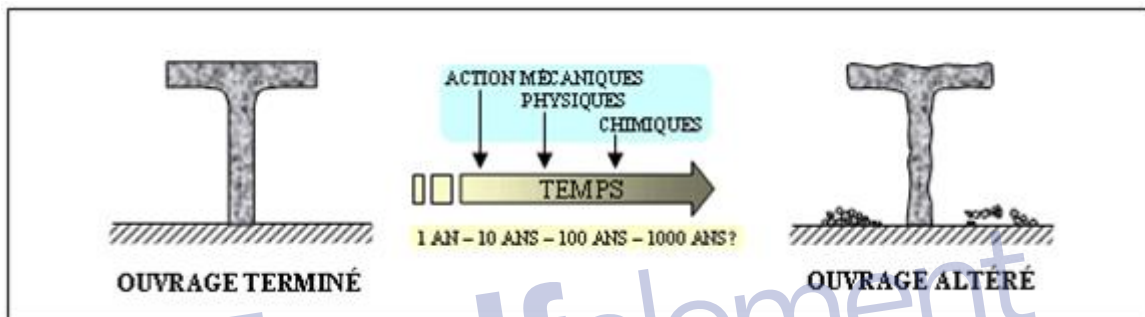


Fig. IV.10 : Vieillessement du béton.

Pour être durable, un béton doit:

- être bien composé.
- correctement mis en œuvre.
- protégé des causes possibles d'altération par des dispositions constructives adéquates.

#### IV.5.3. Principaux avantages et inconvénients du béton:

##### IV.5.3.1. Avantages du béton:

- Il est peu coûteux, facile à fabriquer et nécessite peu d'entretien.
- Il épouse toutes les formes qui lui sont données. Des modifications et adaptations du projet sur le chantier sont faciles à effectuer.
- Il devient solide comme de la pierre. Correctement utilisé, il dure des millénaires. Il résiste bien au feu et aux actions mécaniques usuelles.
- Associé à des armatures en acier, il acquiert des propriétés nouvelles qui en font un matériau de construction aux possibilités immenses (béton armé, béton précontraint).

- Il convient aux constructions monolithiques. Les assemblages sont faciles à réaliser dans le cas de béton coulé sur place. Dans la plupart des cas, les dimensions des ouvrages et éléments d'ouvrage en béton sont suffisants pour ne pas poser de problème délicat de stabilité.
- Les ressources nécessaires pour sa fabrication existent dans de nombreux pays en quantités presque illimitées.
- Il exige peu énergie pour sa fabrication.

## IV.5.3.2. Inconvénients du béton:

Les principaux inconvénients du béton ont pu être éliminés grâce à son association à des armatures en acier ou à l'utilisation de la précontrainte. De toutes façons, il reste les quelques inconvénients suivants:

- son poids propre élevé (densité de 2,4 environ qui peut être réduite à 1,8 dans le cas de bétons légers de structure et à moins de 1,0 dans le cas de béton légers d'isolation)
- sa faible isolation thermique (elle peut être facilement améliorée en ajoutant une couche de produit isolant ou en utilisant des béton légers spéciaux)
- le coût élevé entraîné par la destruction du béton en cas de modification d'un ouvrage.

## IV.5.4. Classification du béton:

Le béton fait partie de notre cadre de vie. Il a mérité sa place par sa caractéristique de résistance, ses propriétés en matière thermique, sa résistance au feu, son isolation phonique, son aptitude au vieillissement, ainsi que par la diversité qu'il permet dans les formes, les couleurs et les aspects. Le béton utilisé dans le bâtiment, ainsi que dans les travaux publics comprend plusieurs catégories.

En général le béton peut être classé en 4 groupes, selon la masse volumique:

- Béton très lourd:  $> 2500 \text{ kg/m}^3$ .
- Béton lourd (béton courant):  $1800 - 2500 \text{ kg/m}^3$ .
- Béton léger:  $500 - 1800 \text{ kg/m}^3$ .
- Béton très léger:  $< 500 \text{ kg/m}^3$ .

Le béton courant peut aussi être classé en fonction de la nature des liants:

- Béton de ciment (le ciment),
- Béton silicate (la chaux),

- Béton de gypse (le gypse) et
- Béton asphalte.

Le béton peut varier en fonction de la nature des granulats, des adjuvants, des colorants, des traitements de surface et peuvent ainsi s'adapter aux exigences de chaque réalisation, par ses performances et par son aspect.

#### **IV.5.4.1. Les bétons courants:**

sont les plus utilisés, aussi bien dans le bâtiment qu'en travaux publics. Ils présentent une masse volumique de 2003 kg/m<sup>3</sup> environ. Ils peuvent être armés ou non, et lorsqu'ils sont très sollicités en flexion, précontraints.

#### **IV.5.4.2. Les bétons lourds:**

dont les masses volumiques peuvent atteindre 6000 kg/m<sup>3</sup> servent, entre autres, pour la protection contre les rayons radioactifs.

#### **IV.5.4.3. Les bétons de granulats légers:**

dont la résistance peut être élevée, sont employés dans le bâtiment, pour les plates-formes offshore ou les ponts.

#### **IV.5.4.4. Les bétons cellulaires (bétons très légers):**

dont les masses volumiques sont inférieures de 500 kg/m<sup>3</sup>. Ils sont utilisés dans le bâtiment, pour répondre aux problèmes d'isolation.

#### **IV.5.4. Les bétons de fibres:**

Plus récents, correspondent à des usages très variés: dallages, éléments décoratifs, mobilier urbain.