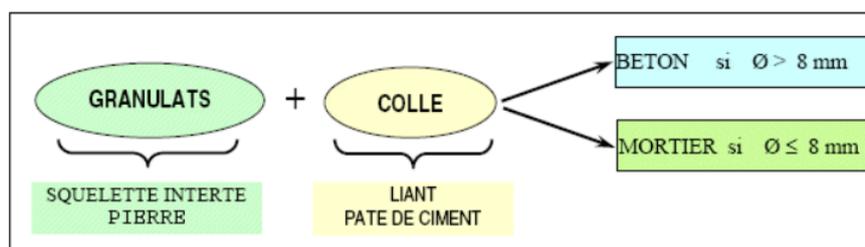


### III. Le béton, (Concrete), الخرسانة

#### III.1 Définition

Le mortier-béton est obtenu par le mélange des constituants suivants : granulats, liant hydraulique, eau et éventuellement des adjuvants. La figure suivante montre la différence entre le mortier et le béton.



La différence entre le béton et le mortier.

**Le béton hydraulique (Concrete)** : est un mélange (matériau composite) des constituants suivants : granulats, de liant (ciment), d'eau et éventuellement des adjuvants.

Tableau des pourcentages des constituants d'un béton courant.

|               | Eau   | Air | Ciment | Granulat | Adjuvant |
|---------------|-------|-----|--------|----------|----------|
| Volume en (%) | 14-22 | 1-6 | 7-14   | 60-78    |          |
| Poids en (%)  | 5-9   |     | 9-18   | 63-85    | < 1      |

**Dosage (composition) pour 1 m<sup>3</sup> de béton standard :**

- 350 kg de ciment
- 800 kg de sable (0/5)
- 1 050 kg de gravier (5/25).
- 175 L Eau de gâchage



#### III.2 Performances du béton

##### III.2.1 Bonne Résistance

Le béton a des **résistances** particulièrement importantes qui permettent de réaliser des structures toujours plus **hautes** et **complexes**.

##### III.2.2 Durabilité impressionnante

Elle est comparable à celle des ouvrages en **Pierre de taille** et en **moellons**. Elle est bien supérieure à celle de **l'acier**.

##### III.2.3 Isolation phonique

Le béton est un excellent isolant phonique. Plus un matériau sera **lourd et épais**, meilleure sera son isolation phonique.

### III.2.4 Isolation thermique

Le béton n'est pas un isolant de grande qualité thermiquement cependant, il possède une forte inertie thermique. Cette inertie lui confère la possibilité de capter la chaleur de la journée (et de l'été complet) pour la diffuser durant la nuit (et durant l'hiver).

### III.2.5 Résistance au feu (Fire resistance)

Le béton résiste très bien au feu. Il peut résister jusqu'à 6 heures dans le cas de certains bétons. Dont les avantages du béton :

- Il ralentit la propagation de la chaleur (très mauvaise conductivité thermique)
- Il ne fond pas et Il ne dégage pas de fumée
- Les structures en béton incendiées peuvent en général être réparées.

### III.2.6 Etanchéité

Le béton est naturellement étanche à l'air et à l'eau, c'est donc le matériau idéal pour les bâtiments.

### III.2.7 Apparence/Esthétique

Aujourd'hui, le béton offre des quantités de teintes indénombrables, des textures possibles qui ne sont limitées que par l'imagination et des formes incroyables.

## III.3 Formulation du béton

Le choix des proportions de chacun des constituants d'un béton afin d'obtenir les propriétés mécaniques et de mise en œuvre souhaitées s'appelle la **formulation du béton**.

La formulation de la majorité des bétons est généralement établie pour atteindre **trois objectifs principaux** :

- 1- Obtenir une résistance mécanique :
- 2- Garantir une durabilité
- 3- Conditions de mise en place

### Critères de base pour la formulation des bétons

Les critères de formulation des bétons peuvent être regroupés en **cinq classes** :

- ✓ L'environnement de l'ouvrage au cours de son fonctionnement ;
  - ✓ Les caractéristiques géométriques de l'ouvrage ;
  - ✓ Les caractères spécifiques du matériau frais, durcissant et durci ;
  - ✓ Les conditions de fabrication et de mise en œuvre du béton frais ;
  - ✓ Les matériaux à disposition localement.
- Le **ciment** : C'est le composant le plus onéreux du béton. En conséquence on cherchera souvent à en limiter la quantité.
  - L'**eau de gâchage**: Elle entre dans la réaction chimique avec le liant pour former les hydrates, mais est toujours largement excédentaire par rapport aux besoins du ciment. Ces excédents introduisent une porosité résiduelle dans le matériau qui dégrade l'ensemble des propriétés (durabilité, résistance...).

- Le **squelette** : Cette phase, généralement amorphe, occupe la majorité du volume. Elle participe aux propriétés générales du matériau frais et durci. Son coût réduit permet d'obtenir des bétons à des prix faibles.

### Les composants

Aux trois composants de base, viennent s'ajouter très souvent des produits d'origine minérale ou organique permettant de modifier les propriétés du béton. Ces produits définis dans la norme [EN 206-1/CN] sont désignés par les termes suivants.

- **Additions** : matériau finement divisé améliorant certaines propriétés ou conférant des propriétés particulières au béton.
- **Adjuvants** : Produit ajouté au béton durant le processus de mélange, en petites quantités par rapport à la masse de ciment, pour modifier les propriétés du béton frais et durci.
- **Air occlus** : (vides d'air dans le béton non intentionnellement créés) ou **entraîné** (bulles d'air microscopiques : 10  $\mu\text{m}$  à 300  $\mu\text{m}$ , intentionnellement incorporées au béton lors du malaxage).
- **Ajouts** : comme : fibres métalliques.

## III.4 Caractéristiques principales du béton frais

### Ouvrabilité du béton frais.

La caractéristique essentielle du béton frais est **l'ouvrabilité**, qui conditionne non seulement sa mise en place pour le remplissage parfait du coffrage, mais également ses performances à l'état durci.

Il existe un très grand nombre d'appareils de mesure de l'ouvrabilité du béton reposant sur des principes différents. Les plus couramment utilisés dans la pratique, On peut identifier :

- 1/ Pour des bétons ordinaires (BO), *l'ouvrabilité est mesurée par l'Essai d'affaissement au cône d'Abrams*, dont on trouve *05 classes de consistance*, La norme **NF EN 12350-2** décrit cet essai.



Cône d'Abrams

### Norme d'essai : EN 12350-2



S1

(10- 40 mm)



S2

( 50- 90 mm)



S3

(100- 150 mm)



S4

(160- 210 mm)

S5

(≥ 220 mm)

### Classes de consistance

| Classes de consistance | S1    | S2    | S3      | S4      | S5    |
|------------------------|-------|-------|---------|---------|-------|
| Affaissement (mm)      | 10-40 | 50-90 | 100-150 | 160-210 | > 220 |

S1 : Ferme, très secs et peu maniable

S2 : **Plastique, à humidité moyenne et à maniabilité moyenne**

S3 : Très plastique, très humide et à maniabilité élevée

S4 : Fluide, très humide et à maniabilité élevée

S5 : Très fluide, très humide et à maniabilité élevée.



2/ Pour des bétons autoplaçants (BAP), la fluidité est mesurée par « l'essai d'étalement ». *Trois classes de fluidité*, La norme **NF EN 12350-8** décrit cet essai.

**BAP**



Essai d'étalement : EN 12350-8

|                                  |     |                     |
|----------------------------------|-----|---------------------|
| <b>Etalement</b><br>(slump flow) | SF1 | <b>550 à 650 mm</b> |
|                                  | SF2 | <b>660 à 750 mm</b> |
|                                  | SF3 | <b>760 à 850 mm</b> |

### III.5 Caractéristiques principales du béton durci

Le béton c'est un matériau économique, maniable à l'état frais et résistant en efforts de compression une fois durci. En revanche, du fait de son hétérogénéité, il résiste mal aux contraintes de traction ou de cisaillement.

#### III.5.1 Résistances

Les résistances du béton sont mesurées sur des éprouvettes fabriquées à partir des moules normalisés de différentes **dimensions** et **matériaux** (plastique, métal et carton):



(16 x 32 cm<sup>2</sup>)

(15x15x15 cm<sup>3</sup>)

(7 x 7 x 28 cm<sup>3</sup>)

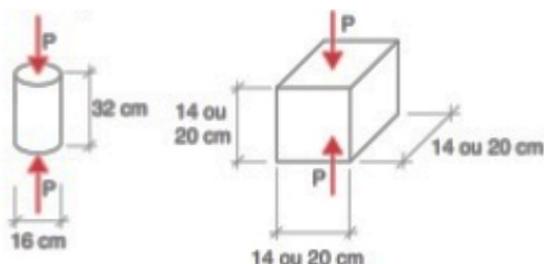
**Moules normalisées de béton: Cylindrique, Cubiques et Prismatique**



**Eprouvettes de béton: Cylindrique, Cubiques et Prismatique**

### Résistance en compression (Compressive strength), قوة الضغط

La résistance à la compression du béton est déterminée par des essais directs. Il y a deux types de résistance : la résistance mesurée sur **cylindres** (16/32 cm<sup>2</sup>) et la résistance mesurée sur **cubes** (15x15x15 cm<sup>3</sup>). Elle est exprimée en MPa ou en N/mm<sup>2</sup>.



Essai de compression avec une presse hydraulique



Repture des éprouvettes : dépassement de leur résistance

$$f_c (\text{cube}) = 1,25 f_c (\text{cylindre})$$

### Résistance caractéristique à 28 jours

La résistance caractéristique du béton est définie par une valeur de la résistance à la compression à l'âge de 28 jours ( $f_{c28}$ ). La nouvelle désignation de la classe de résistance du béton selon l'EC2 est: **C25/30**.

Avec :

- ✓ C → Concrete (béton) ;
- ✓  $f_{c28} (\text{BAEL}) = f_{ck} (\text{EC2}) = 25 \text{ MPa}$  : La résistance caractéristique à la compression sur cylindre ;
- ✓  $f_{c28, \text{cube}} (\text{BAEL}) = f_{ck, \text{cube}} (\text{EC2}) = 30 \text{ MPa}$  : La résistance à la compression sur cube.

Le choix le plus fréquent pour le **béton d'un bâtiment courant** est de résistance :

- ☛  $f_{c28} = 25$  jusqu'à  $40 \text{ MPa}$ , selon le BAEL,
- ☛ de classe : **C25/30** ( $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ ) , jusqu'à classe (**C50/60**) ( $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$ ) pour certains éléments très sollicités tel que : Poteaux ou voiles de contreventement, selon l'EC2.

### Résistance à la traction (Tensile strength), قوة الشد

La résistance à la traction du béton est déterminée par des essais de traction directe et généralement de manière indirecte (Par essai de fendage ou par essai de flexion "**le plus utilisé**").

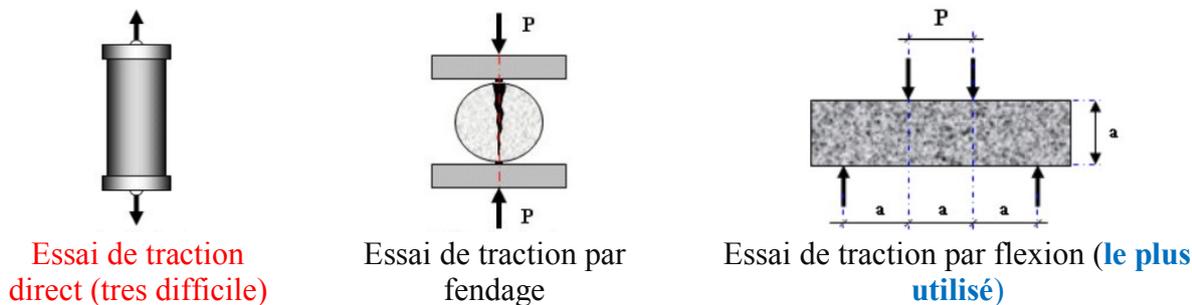


Figure III-1 Différents types d'essais de traction du béton

$R_c$  (compression)  $\cong$  10  $R_t$  (traction)

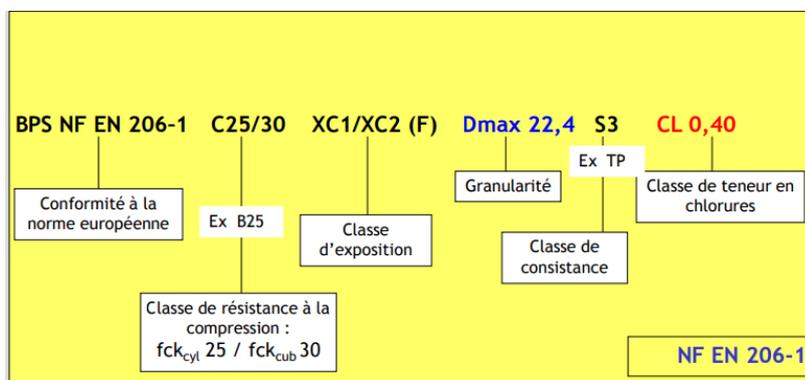
**Classes de résistance**

Les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds sont classés selon leur résistance à la compression, ce classement est de la forme **Cx/y**. Les classes de résistance normalisées sont :

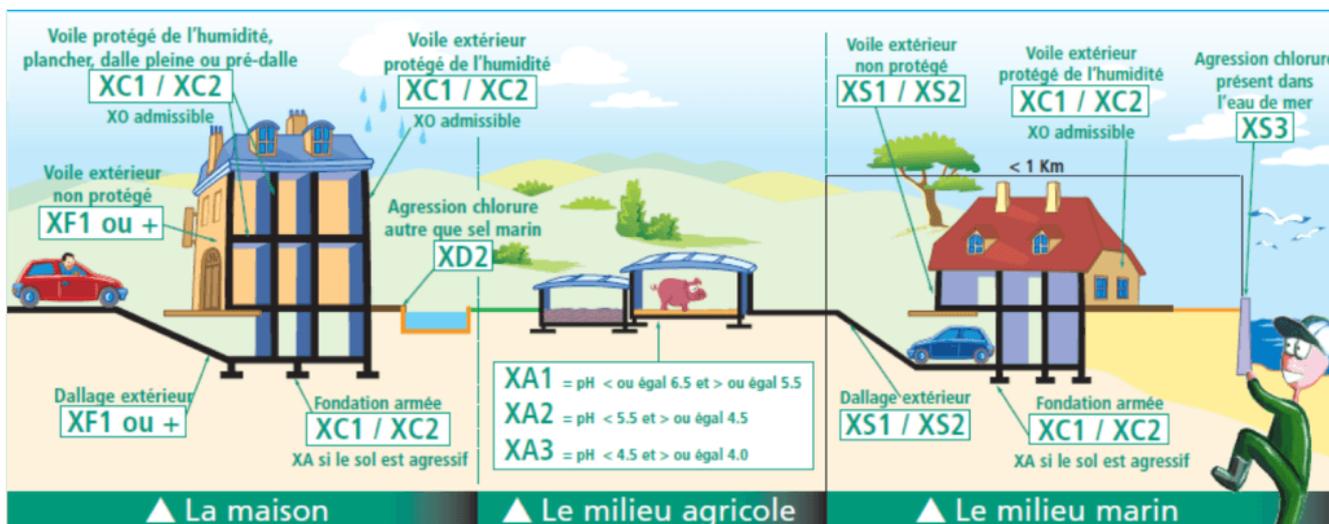
- C8/10, C12/15, C16/20, C20/25, C25/30, C30/37, C35/45, C40/50, C45/55, C50/60, C55/67, C60/75, C70/85, C80/95, C90/105 et C100/115.

**III.6 Nomenclature du béton, التسمية:**

Selon la norme NF EN 206-1 / CN depuis le 14 décembre 2012.



La norme précise 18 classes + 03 classes d'exposition réunies en fonction du risque de corrosion ou d'attaques étant fonction conditions extérieures auxquelles est soumis le béton



### III.7 Familles des bétons

Avec les nouveaux moyens technologiques, la famille des bétons est en constante *évolution*. Le béton est un matériau dont la composition peut évoluer. On peut adapter son dosage et ses constituants en fonction des *performances recherchées*. En répondant aux normes de sécurité et s'adaptant aux envies des hommes, le béton, sous ses différentes formes, répond à nos besoins.

Les bétons peuvent être classés selon plusieurs critères:

#### III.7.1 Selon la nature du liant

| Types de béton      | Nature du liant | Exemple  |
|---------------------|-----------------|--|
| Béton de terre      | Argile (pisé)   |    |
| Béton silicate      | Chaux           |   |
| Béton bitumineux    | Bitume          |  |
| Le béton de chanvre | Chanvre         |  |
| Béton hydraulique   | Ciment          |  |

### III.7.1 Selon le dosage du ciment

Béton de propreté : 150 kg/m<sup>3</sup> de ciment ;



Gros béton (fondations) : 250 kg/m<sup>3</sup> de ciment ;



Béton structurel : 350 kg/m<sup>3</sup> de ciment.



### III.7.2 Selon les résistances

Classification des bétons selon les résistances mécaniques en compression à 28 jours :

- ✓ **BFC** : Béton Fabriqué sur Chantier : 25 à 50 MPa;
- ✓ **BPE** : Béton Prêt à l'emploi, préfabriqué en usine : jusqu'à 60 MPa ;
- ✓ **BHP** : Béton Hautes Performances : jusqu'à 80 MPa ;
- ✓ **BUHP** : Béton Ultra Hautes Performances: 120 MPa.
- ✓ **BFUHP** : Béton Fibré à Ultra Hautes Performances : supérieur à 150 MPa.

### III.7.3 Selon la masse volumique ( $\rho$ ):

La masse volumique du béton durci dépend en grande partie du type des granulats utilisés.

| Masse Volumique (Kg/m <sup>3</sup> ) | Type du Béton |
|--------------------------------------|---------------|
| 800 – 2000                           | Béton léger   |
| 2000 – 2600                          | Béton Normal  |
| > 2600                               | Béton lourd   |

### III.7.4 Selon le type d'ouvrage

#### *Béton armé coulé sur place*

Cette méthode de mise en œuvre utilise des coffrages disposés à l'avancement du chantier et permet de construire des ouvrages monolithiques de très grandes dimensions, reprenant de fortes charges: structures, murs, poteaux, poutres, dalles et planchers.



### Béton préfabriqué

Cette méthode de construction consiste à réaliser rapidement, en usine, des éléments en béton avec des formes et des parements complexes.



### III.7.5 Selon la mise en place

|               |   |                   |   |
|---------------|---|-------------------|---|
| Béton Vibré   |  | Béton Compacté    |  |
| Béton Extrudé |  | Béton pompé       |  |
| Béton Projeté |  | Béton autoplaçant |  |

### III.7.6 Selon son Aspect (bétons décoratifs)

En plus de répondre à de nombreux besoins dans le monde de la construction, le béton est un matériau également devenu très *tendance* en matière de décoration. Pour l'intérieur ou l'extérieur, il apparaît sous différentes formes, ce qui entraîne un certain nombre de méthodes pour l'appliquer. Leur composition évolue en fonction des caractéristiques recherchées.

**Applications !** Murs, terrasses, dalles, allée, trottoirs

### III.7.6.1 Bétons décoratifs d'extérieur

#### **Le béton désactivé :**

Type de granulat utilisé (galet, gravier), sa couleur et sa taille. Appliquer un produit retardateur de prise lorsque le béton frais vient d'être mis en place et enlever la couche de mortier superficiel présente en surface du béton encore frais.

#### **Le béton lavé :**

Une fois le béton posé, contrairement au béton désactivé, la surface est directement rincée avec de l'eau à forte pression afin de supprimer la couche de laitance et révéler la couche de granulat.

#### **Le béton imprimé :**

Application des motifs sur la surface du béton à l'état frais.

#### **Le béton coloré :**

Ajout d'additifs et de pigments (poudre), il s'applique en 2 couches directement sur le béton.



**Béton désactivé**



**béton lavé**



**Béton imprimé**



**Béton coloré**

### III.7.6.2 Bétons décoratifs d'intérieur

**Le béton ciré :** Application gel liquide au rouleau sur le béton.

**Le béton poli :** Application un polissage au diamant sur la surface du béton.



**Béton ciré**



**Béton poli**

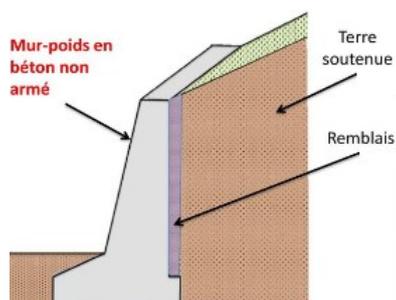
## IV. Variétés des bétons

### IV.1 Le béton non armé

Utilisé en tuyauterie (buses), Blocs béton (bordures) ou comme ouvrage de soutènement.



*Tuyauteries en béton non armé*



*Ouvrage de soutènement*

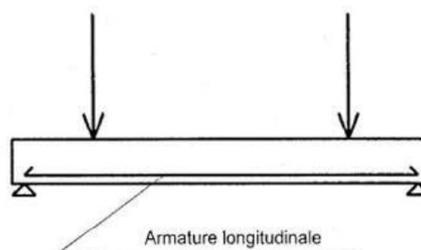
*Domaine d'utilisation du béton non armé*

## V. Le béton armé (Reinforced concrete)

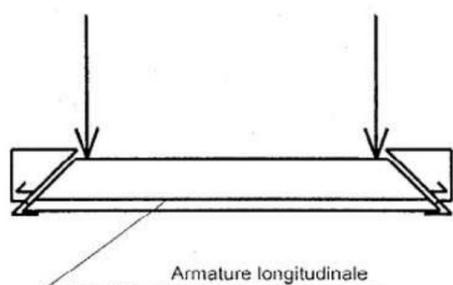
Le béton armé (B. A.) est un matériau obtenu en ajoutant au béton des barres en acier. Ces barres en acier sont généralement appelées **armatures**. Il possède des caractéristiques de **résistance** et de **ductilité** suffisantes pour réaliser des structures **porteuses**.



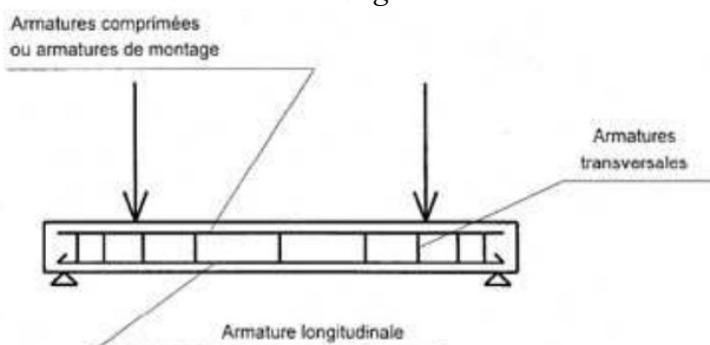
*Poutre en béton non armé*



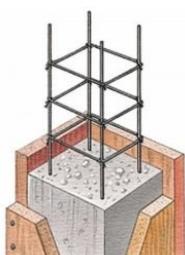
*Poutre armée longitudinalement*



*fissures à 45° se créent au niveau des deux zones d'appuis*



*Poutre armée longitudinalement et transversalement*



*Figure V-1 Photos de béton armé (poteau ; poutre)*

**Béton** → Il résiste aux contraintes de compression, cependant il résiste mal à la traction.

**Acier** → Il résiste bien à la traction comme à la ou compression, (200 MPa à 500 MPa).

## V.1 Masses volumiques

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Masse volumique du béton ordinaire (courant): | 2200 – 2400 Kg/m <sup>3</sup> |
| Masse volumique de l'acier:                   | 7850 Kg/m <sup>3</sup>        |
| Masse volumique du béton armé:                | 2500 Kg/m <sup>3</sup>        |

## V.2 Propriétés de l'acier d'armature

L'acier est un matériau **homogène** et **isotrope**, possédant d'excellentes capacités de résistances tant en **traction** qu'en **compression** mais il est **cher**.

### V.2.1 Généralités

Les armatures classiques utilisées pour le béton armé sont caractérisées par:

**A.** Leur type :

- Fils,
- Barres,
- Treillis soudés.

**A/ Leur géométrie :**

- Les dimensions (diamètre, ...)
- L'état de surface.

**B.** Leur mode de fabrication :

- Aciers laminés à chaud,
- Aciers étirés ou écrouis à froid,
- Aciers subissant un traitement thermique (aciers trempés auto-revenu).



### V.2.2 Différentes formes d'armature

Les aciers pour béton armé se présentent sous plusieurs formes :

**A. Les barres**

Les barres laminés à chaud sous forme de barres, couronnes ou treillis soudés:

- Ronds lisses bruts de laminage (le type « lisse » **n'existe plus selon l'EC2**);
- Barres à haute adhérence à surface latérale munie de nervures obliques régulièrement espacées (barres HA). On peut trouver des barres de longueur variant de 6 m à 14 m (souvent **12 m**) pour les diamètres normalisés "norme **NF EN 10080-1** : 2005" suivants (en mm):

6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50.



Figure V-2 Photos des Barres HA

Gamme des diamètres nominaux (mm)

|                          |     |   |     |   |     |   |   |   |   |    |    |    |                                |    |    |    |    |    |    |   |
|--------------------------|-----|---|-----|---|-----|---|---|---|---|----|----|----|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|
| 3                        | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14                             | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |   |
| •                        | •   | • | •   | • | •   | • | • | • | • | •  | •  | •  | ← Treillis soudés H. Adhérence |    |    |    |    |    |    |   |
| Barres Doux et lisse →   |     |   |     |   |     | • |   | • |   | •  |    | •  | ← Barres Doux et lisse         |    |    |    |    |    |    |   |
| Barres Haute Adhérence → |     |   |     |   |     | • | • | • | • | •  | •  | •  | •                              | •  | •  | •  | •  | •  | •  | • |

A/ Les fils

Les armatures sous forme de fils sont stockées sur des bobines. Les fils en couronnes servent principalement à la réalisation de treillis soudés, de cadres, d'épingles et d'étriers en usine de façonnage d'armatures. Elles se sont généralement des aciers à haute adhérence (fils HA).



A/ Les treillis soudés (TS)

Les TS sont utilisés pour ferrailer rapidement des éléments plans, tels que les voiles, dalles et dallages. Ils sont disponibles en rouleaux ou en panneaux et sont composés de barres d'aciers à haute adhérence (HA).



TS en rouleaux (2,4 x 25 m<sup>2</sup>)



TS en panneaux (2,40 x 6 m<sup>2</sup>)

V.2.3 Types d'acier

Trois types d'acier utilisés en armatures de béton armé,

☛ D'après l'EC2, ils sont classés selon leurs ductilités :

- Classe A (type I) "B500A": Aciers à ductilité normale, Couronnes, Treillis soudés, Limite d'élasticité ( $f_{uk} = 500 \text{ MPa}$ ).
- Classe B (type II) "B500B": Aciers à haute ductilité, Barres, Couronnes, Treillis soudés, Limite d'élasticité ( $f_{uk} = 500 \text{ MPa}$ ).
- Classe C (type III) "B500C": Aciers à très haute ductilité, Barres, Treillis soudés, Limite d'élasticité ( $f_{uk} \geq 500 \text{ MPa}$ )

### V.2.4 Désignation des aciers

Les aciers longitudinaux reprennent généralement les efforts de traction et les aciers transversaux résistent à l'effort tranchant. Leur désignation est la suivante Selon L'EC2 :

Exemple: **HA B500A**

**HA**: Haute adhérence

**B**: Acier à béton

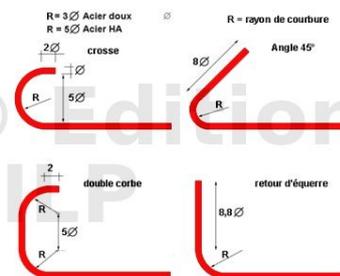
Limite élastique:  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Classe de ductilité : **A** (ductilité normale)

### V.2.1 Façonnage des aciers

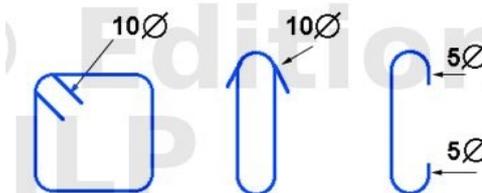
#### Barre longitudinales :

Découpage et codage



#### Barre transversales :

Cintrage des barres



Cadre ; Epingle et Crochet

## V.3 Mise en œuvre du béton armé

La mise en œuvre du béton armé c'est une étape fondamentale de la construction au cours de laquelle le béton (dans son état plastique ou fluide) est déversé à l'intérieure du coffrage.

Les différentes étapes de la mise en œuvre sont :

1- Coffrage

- 2- Ferrailage
- 3- Malaxage et coulage du béton.
- 4- Serrage
- 5- Décoffrage
- 6- Cure

### V.3.1 Coffrage

Les formes utilisées pour le moulage du béton sont des coffrages. Le coffrage a pour but de maintenir et de contenir le béton frais jusqu'à son durcissement et de lui conférer la forme souhaitée.

#### *Conception des coffrages*

Les coffrages doivent être :

- Sécurisé, Stable et bien positionné
- Suffisamment rigides et Indéformable
- Non absorbant et Etanche, utilisation des joints souples et couvre joints.
- Etat de surface propre et ne contient aucun défaut
- Décoffrable (appliquer une huile de décoffrage sur les parois du moule).
- Humidifié avant emploi.

Le choix du coffrage dépend de l'ouvrage et son délai de réalisation, de la complexité de la forme à réaliser et du nombre de ses réemplois, principe d'étaieement, etc.

#### *Coffrages en bois*

Le bois est l'un des premiers matériaux utilisé pour la réalisation des coffrages.

Il est le plus couramment utilisé à cause de sa texture et de ses possibilités d'assemblages.

Il permet la réalisation de bétons apparents de qualité, présentant des textures variées.



#### *Coffrages métalliques*

Les coffrages métalliques se sont beaucoup développés en particulier dans le bâtiment. Les moules en acier permettent de réaliser des **ouvrages répétitifs** (voiles, planchers, poteaux, poutres, mur de soutènement, etc.). Ils permettent de rationaliser la mise en œuvre du béton et d'optimiser les cycles de coffrage/décoffrage. L'utilisation de raidisseurs permet la réalisation d'éléments de grandes surfaces.

*Rapide, mais lourd, cher*

**Ce type de coffrages a su évoluer en fonction des besoins :**

- Coffrages modulaires
- Coffrages repliables pour le transport
- Coffrages glissants, grimpants, à géométrie variable

- Coffrages tunnels
- Banches support de prédalles...



*Moule de poutre,*

*Coffrage mixte bois métal*



*Coffrage banche,*



*Coffrage tunnel*

Ils sont composés d'une ossature métal (aluminium ou acier) et d'une face coffrante en panneaux de contreplaqué de coffrage.

Ces moules sont modulaires et disposent d'une grande souplesse d'assemblage.

Légers, ils sont manportables voire nécessitent un petit engin de levage pour être mis en place.



### *Coffrages plastiques : Leger, rapide, et moins cher*

Le plastique est utilisé pour réaliser des coffrages modulaires de petites dimensions pour réaliser les murs, les poteaux, les poutres, etc...

Faciles à assembler, ces éléments sont parfaitement adaptés aux **petits chantiers** car ils sont facilement manipulables à la main sans engin de manutention.



*Pour Poteau*



*Pour mur Panneau*

### **V.3.2 Ferrailage :**

Découpage, façonnage et assemblage et mise en place dans les coffrages.



**Façonnage** : Manuellement ou fabriqué en usine



**Pose** : Manuel avec des engins

### **Enrobage des armatures :**

L'enrobage des armatures est nécessaire pour protéger les aciers aux phénomènes de corrosion.

Pour cela on utilise des **cales à béton** fixés aux armatures en contact avec le coffrage.



**Cale en béton**



**Cale en plastique**

### **V.3.3 Malaxage et Bétonnage (Coulage) du béton**

On mélange les composants à la main, à la pelle, ou au moyen d'engins mécaniques (bétonnière). Pour des grands travaux le béton est fabriqué dans une centrale qui mélange automatiquement les constituants selon une composition programmée à l'avance pour avoir un béton homogène.



**Pelle**



**Bétonnière**



**Central à béton**

Les constituants et surtout les dosages ont une influence directe sur les caractéristiques physiques et mécaniques du béton. Ainsi les conditions atmosphériques :

### Bétonnage par temps chaud

- limiter les temps d'attente avant le bétonnage.
- Inclure un retardataire de prise.
- Employer un ciment de faible chaleur d'hydratation ou d'eau refroidie.
- Protéger le béton par un traitement de cure.
- Bétonner en fin de journée.

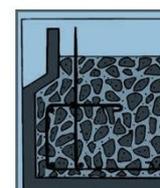
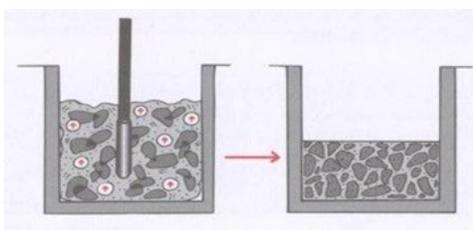
### Bétonnage par temps froid

- Avoir un dosage en eau le plus faible possible.
- Employer un ciment à prise et durcissement rapide.
- Chauffer les granulats et l'eau.
- Inclure un accélérateur de prise.

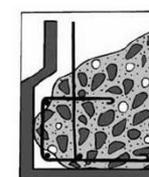
#### V.3.4 Serrage

Le serrage du béton facilite la mise en place du béton, le remplissage du coffrage et l'enrobage des armatures par l'évacuation de l'air enfermé dans le béton.

Il confère une meilleure **compacité** et améliore les caractéristiques mécaniques.



Béton vibré



Béton non vibré

Le serrage est obtenu par vibration : interne (aiguille vibrante) ou externe (règle vibrante).



Béton non vibré

#### V.3.5 Décoffrage

Il ne peut être effectué que lorsque la résistance mécanique du béton est capable de répondre aux sollicitations immédiates imposées à l'ouvrage, après 28 jours.

Pour éviter l'adhérence du béton sur le coffrage on utilise des huiles de démoulage.



#### V.3.6 Cure du béton

La cure se réalise soit par la limitation de l'évaporation, soit par un apport d'eau à la surface du béton.

La cure doit être appliquée immédiatement après le décoffrage. Elle doit être continue et homogène.

- Application un produit de cure béton (surfaces horizontales).



**Bâtiment**



**Ouvrage hydraulique**

Figure V-3 Domaine d'utilisation du béton armé

<https://www.infociments.fr/betons/beton-arme>

<https://www.youtube.com/watch?v=bSLKdHEtrks>

<https://www.youtube.com/watch?v=jQGP6huV68M>

## 2.2 Normes armatures

**XP A 35-014** : Aciers pour béton armé – Barres, fils machine et fils en acier inoxydable

**NF A 35-015** : Armatures pour béton armé – Ronds lisses soudables

**NF A 35-016** : Armatures pour béton armé – Barres et couronnes soudables à verrous de nuance FeE500 : Treillis soudés constitués de ces armatures

**NF A 35-017** : Armatures pour béton armé – Barres et fils machine non soudables à verrous

**NF A 35-019-1** : Armatures pour béton armé – Armatures constituées de fils soudables à empreintes – Partie 1 : Barres et couronnes

**NF A 35-019-2** : Armatures pour béton armé – Armatures constituées de fils soudables à empreintes – Partie 2 : Treillis soudés

**NF A 35-020-1** : Produits en acier – Dispositifs de rabouillage ou d'ancrage d'armatures à haute adhérence pour le béton – Partie 1 : Prescriptions relatives aux performances mécaniques

**NF A 35-024** : Aciers pour béton – Treillis soudé constitués de fils de diamètre inférieur à 5 mm

**NF A 35-027** : Produits en acier pour béton armé – Armatures

**FD A 35-029** : Armatures pour béton armé – Assemblages soudés – Qualification d'un mode opératoire de soudage. Qualification des soudeurs

**XP A 35-031** : Armatures pour béton armé – Barres soudables à verrous de diamètre supérieur à 40 mm

## V.4 Normes :

1/ **Béton de structure** : NF EN 206-1 / CN , le 14 décembre 2012. **Référence** normative pour tous les bétons de structure.

Cette norme indique le rôle de tous les intervenants sur un chantier :

- le prescripteur
- le producteur
- l'utilisateur

La norme identifie **trois types** de bétons :

- **BPS** : Bétons à Propriétés Spécifiées
- **BCPN** : Bétons à Composition Prescrite dans une Norme
- **BCP** : Bétons à Composition Prescrite

La norme précise **18 classes** d'exposition réunies en fonction du risque de corrosion ou d'attaques étant fonction conditions extérieures auxquelles est soumis le béton. On associe à cette classe d'exposition une spécification prenant en compte les exigences que le béton doit respecter.

### **Bétons hors application EN 206-1/CN**

- ☛ Béton de remplissage
- ☛ Béton de calage,
- ☛ Béton de tranchée
- ☛ Béton très léger :  $M_v < 800 \text{ kg/m}^3$
- ☛ Béton poreux (caverneux)
- ☛ Béton aéré
- ☛ Béton mousse
- ☛ Béton/Granulats non-minéraux
- ☛ Béton réfractaire.

**Béton préfabriqué** : NF EN 13369, Avril 2018 : Règles communes pour les produits préfabriqués en béton.