## 1.2- LES CIMENTS ET LES CHAUX

### 1.2.1- LES CIMENTS

Le ciment est un liant hydraulique qui présente sous forme de poudres minérales, qui une fois additionnés d'eau, donne une masse dure, compacte, analogue à de la roche naturelle.

Le ciment est utilisé pour la fabrication de : mortier, béton, béton armé, béton préfabriqué, d'ouvrages en béton érigés et surface, sous terre, et sous l'eau.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Le mortier | Le béton | Le béton Armé | béton préfabriqué |

#### A- Principales caractéristiques

Le ciment se caractérise par un certain nombre de critères mesurés de façon conventionnelle, soit sur la poudre, soit sur la pâte.

#### A.1- Caractéristiques de la poudre

1- **La surface spécifique : (finesse Blaine)**

Permet de mesurer la finesse de mouture d'un ciment. Elle est caractérisée par la surface spécifique ou surface développée totale de tous les grains contenus dans un gramme de ciment (norme NF EN 196-6). Elle s'exprime en cm2/g, Suivant le type de ciment, cette valeur est variée entre 2800 et 5000 cm2/g.

2- **La masse volumique apparente**

Représente la masse de la poudre par unité de volume (vides entre les éléments inclus). Elle est de l'ordre de 1400 kg/m3 (1,4 kg par litre) en moyenne pour un ciment.

3- **La masse volumique absolue**

Représente la masse de la poudre par unité de volume (vides entre les éléments exclus). Elle varie de 2 900 à 3150 kg/m3 suivant le type de ciment.

#### A.2- Caractéristiques mesurées sur pâte

1- **Le début de prise**

Le début de prise est déterminé par l'instant où l'aiguille de Vicat – aiguille de 1 mm2 de section pesant 300 g – ne s'enfonce plus jusqu'au fond d'une pastille de pâte pure de ciment. Les modalités de l'essai font l'objet de la norme NF EN 196-3. Suivant les types de ciment, le temps de début de prise doit être supérieur à 45 minutes ou à 1 heure.

### 1- Les résistances mécaniques

Mesurées sur éprouvettes de mortier normal, caractérisent de façon conventionnelle la résistance du ciment définie par sa valeur nominale. Cette valeur est la limite inférieure de RC 28.

## B- Les principales catégories de ciment

### B.1- Classification des ciments en fonction de leur résistance

Les ciments courants sont classés en fonction de leurs résistances mécaniques à la compression, exprimées en MPA à 28 jours, la norme spécifiant une limite inférieure et une limite supérieure dont les valeurs sont présentées dans le tableau suivant :

| Classe de ciment | Résistance à la compression [MPa] | | |
|---|---|---|---|
| | | 28 JOURS | |
| | 02 JOURS | MIN | MAX |
| **32 ,5** | / | ≥ 32,5 | ≤ 52,5 |
| **32,5R** | ≥ 13,5 | ≥ 32,5 | ≤ 52,5 |
| **42,5** | ≥ 12,5 | ≥ 42 ,5 | ≤ 62,5 |
| **42,5R** | ≥ 20 | ≥ 42,5 | ≤ 62,5 |
| **52,5** | ≥ 20 | ≥ 52,5 | / |
| **52,5R** | ≥ 30 | ≥ 52,5 | / |

Les classes «R» rapides, présentent au jeune âge des caractéristiques plus élevées et trouve leur intérêt particulièrement aux certaines circonstances telles que bétonnage a froid, décoffrage rapide, préfabrication.

### B.2- Classification des ciments en fonction de leur composition

Selon la nature des ajouts, autre que le gypse, lors des opérations de fabrication, on obtient les différents types de ciment.

| Désignation | Type de ciment | Clinker % | (%) un des constituants suivants : laitier-fumée de silice-cendre-calcaires-pouzzolane- schistes- | % matière secondaire | |
|---|---|---|---|---|---|
| CPA – CEMI | Ciment Portland | 95-100 | | 0-5 | Bétons armés |
| CPJ-CEMII/A | Ciment Portland composé | 80-94 | 6 à 20 % de l'un quelconque de constituant | 0-5 | Travaux de dallage, routes |
| CPJ-CEMII/B | | 65-79 | 21-35 % avec les mêmes restrictions ci-dessus | 0-5 | |
| CHF-CEMIII/A | Ciment haute fourneaux | 35-65 | 36 à 65 %de laitier de haut fourneau | 0- 5 | Travx peu soumis à une trop grande augmentation de chaleur |
| CHF-CEMIII/B | | 20-34 | 66 à 80 %de laitier de haut fourneau | 0-5 | |
| CHF-CEMIII/C | | 5- 19 | 81 à 95 % de laitier de haut fourneau | 0-5 | Travaux hydrauliques souterrains, ouvrages massifs, travaux en eaux agressives |

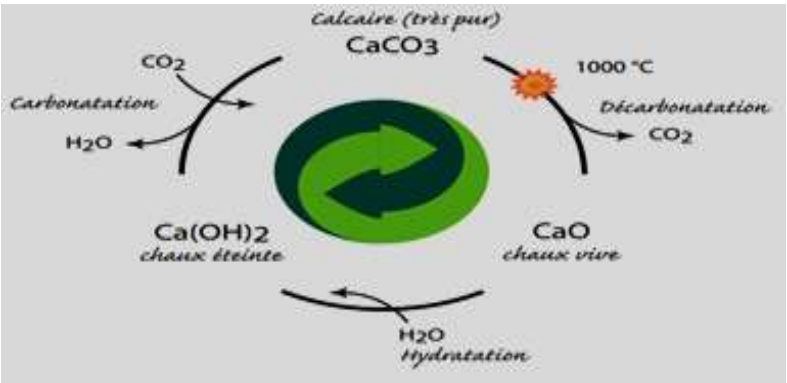
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CPZ-CEMIV/A | Ciment de haut fourneau | 65-90 | 10-35 % de pouzzolane, cendre siliceuse/fumée de silice, Ces derniers étant limités à 10 % | 0-5 | À éviter par temps froid |
| CPZ- CEMIV/B | | 45-64 | 36 à 55 % comme ci-dessus | 0-5 | |
| CLC- CEMV/A | Ciment au laitier et à la cendre | 40-64 | 17 à 30 % de laitier de haut fourneau et 18 à 30 % de cendre siliceuse ou pouzzolane | 0-5 | |
| CLC- CEMV/B | | 20-39 | 31 à 50 % comme ci-dessus | 0-5 | |

## 1.2. 2- LES CHAUX NATURELLES:

La chaux est un liant, et l'élément de base de la construction traditionnelle.

Elle est aussi utilisée pour toute une gamme de finitions, enduits, badigeons et peinture.

La chaux est un matériau minéral souple que l'on applique mélangé à divers agrégats pour enduire les murs intérieurs et extérieurs et pour jointoyer les pierres ou bien, simplement diluée dans de l'eau en lait ou en pâte, pour différentes techniques décoratives de peinture. La chaux se colore par les sables ou par adjonction de pigments.




## A- DÉNOMINATION DES CHAUX NATURELLES

Les chaux se divisent en deux catégories :

### II.1- Les chaux hydrauliques, qui font leur prisent avec l'eau.

La chaux hydraulique à base d'aluminates, de silicates et d'hydroxyde de calcium et contient entre 5 et 30% d'argile. Elle est principalement utilisée pour les gros enduits ou la maçonnerie.

On les classe par rapport à leur degré de résistance et les nomme ainsi NHL 2, NHL 3.5, NHL 5.

| | TYPE DE CHAUX | | RÉSISTANCE À LA COMPRESSION (MPa) | |
|---|---|---|---|---|
| | **Désignation** | **Notation** | **7 jours** | **28 jours** |
| **Chaux hydraulique** | Chaux hydraulique 2 | HL 2 | / | ≥ 2 à ≤ 7 |
| | Chaux hydraulique 3,5 | HL 3,5 | / | ≥ 3,5 à ≤ 10 |
| | Chaux hydraulique 5 | HL 5 | ≥ 2 | ≥ 5 à ≤ 15 |

**CARACTERISTIQUES ET FONCTION DES CHAUX HYDRAULIQUE :**

- Elle est principalement utilisée pour les gros enduits ou la maçonnerie.
- La chaux hydraulique est moins plastique que la chaux aérienne
- La chaux hydraulique a une prise plus rapide que la chaux aérienne, il sèche rapidement
- Elle s'utilise pour sa solidité et sa résistance aux chocs
- Elle est utilisée pour béton chaux chanvre

### II.2- La chaux aérienne

Dite aussi les **chaux grasse**, **fleur de chaux**, fait sa prise avec l'air.

La chaux aérienne est obtenue à partir de calcaire très pur, une tolérance de 5% d'impuretés argileuse est tolérée. Elle est employée principalement dans la réalisation de finitions intérieures.

La chaux aérienne se trouve donc sous deux formes : en poudre ou en pâte.

**CARACTERISTIQUES ET FONCTION DES CHAUX HYDRAULIQUE :**

- La chaux aérienne est utilisée en enduit ou mortier souple
- Elle s'utilise pour des finitions intérieures ou les peintures
- Elle durcit lentement au contact de l'air. Sa prise à l'air par carbonatation (absorbtion du $CO^2$ contenu dans l'air ambiant) fait d'elle la chaux particulièrement adaptée aux milieux secs.
- Elle nécessite des conditions climatiques favorables (pas trop humide)
- Elle peut s'utiliser en extérieur seulement pour les finitions, pour des endroits non exposés aux intempéries et à l'abri vent
- Elle est recommandée pour les murs anciens en pierre ou en terre à l'intérieur

### B- CARACTÉRISTIQUES DE LA CHAUX

La chaux est un liant naturel est écologique. Elle offre des avantages tel que :

- La microporosité de la chaux permet la fabrication d'un mortier perméable à la vapeur d'eau. Elle permet donc d'éviter les condensations (تكاثف) d'expulser l'humidité. Elle génère ainsi une nette amélioration du confort intérieur.
- Elle est imperméable à l'eau de ruissellement et protège le gros œuvre des intempéries.
- Associée à d'autres matériaux (chanvre) elle a des vertus isolantes, aussi bien phoniques que thermiques.
- Elle assainit les supports grâce à ses vertus bactéricides.
- La chaux donne sur le plan décoratif un cachet sans égal à un mur ou une façade. Elle se patine et vieillit extrêmement bien.

## 1.3- LES ADJUVANTS

Les adjuvants sont des produits chimiques (liquide ou poudre) utilisés dans le cas des mortiers et bétons au moment du malaxage.

Ils modifient les propriétés des bétons et des mortiers auxquels ils sont ajoutés en faible proportion (environ 5% du poids de ciment au maximum) à l'état frais et/ou durci.

La qualité finale du béton dépend essentiellement des paramètres de composition et de mise en œuvre.

Les adjuvants contribuent donc à la maîtrise :

**Des caractéristiques finales d'un béton durable en influençant :**

- ✓ Sa résistance mécanique,
- ✓ Sa résistance aux chocs,
- ✓ Sa résistance à l'abrasion,
- ✓ Sa résistance au gel,
- ✓ Sa résistance chimique,
- ✓ Sa couleur et son esthétique,
- ✓ Son imperméabilité.

### 1.3.1- Les Adjuvants modifiant la maniabilité du béton :

#### a- Plastifiants réducteurs d'eau

Les plastifiants permettent de modifier la consistance, de réduire la teneur en eau du béton donné (Réducteur d'eau), ou, sans modifier la teneur en eau, d'augmenter l'affaissement / l'étalement ou de produire les deux effets à la fois.

Les Plastifiants sont normés selon la NF EN 934-2.

#### b- Super-plastifiants haut réducteurs d'eau :

Les super plastifiants permettent de réduire fortement la teneur en eau du béton donné (haut réducteur d'eau), ou , sans modifier la teneur en eau, d'augmenter considérablement l'affaissement/l'étalement ou de produire les deux effets à la fois.

Les super plastifiants sont normés selon la NF EN 934-2.

**Les plastifiants et les Super-plastifiants permettent :**

- ✓ D'augmenter la compacité du béton entraînant une amélioration des résistances,
- ✓ De faciliter la mise en place du béton,
- ✓ D'augmenter la maniabilité tout en réduisant l'eau de gâchage,
- ✓ De réduire la ségrégation,

### 1.3.2- Les Adjuvants modifiant la prise et le durcissement

#### A- Les accélérateurs de durcissement et la prise

Les accélérateurs de durcissement augmentent la vitesse de développement des résistances initiales du béton, avec ou sans modification du temps de prise.

Les accélérateurs de durcissement sont normés selon la NF EN 934-2 d'Avril 1998.

**Rappel :**

La vie du béton passe par trois phases essentielles :

**- plastique :** fabrication, transport et mise en œuvre,

**- prise :** perte de maniabilité, faibles résistances mécaniques,

**- durcissement :** augmentation des résistances mécaniques.

Les accélérateurs de durcissement permettent d'accroître la vitesse de montée en résistance du béton.

**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.

### c- Les retardateurs de prise

Les retardateurs de prise permettent de retarder le début de prise du béton.

Les retardateurs de prise sont normés par la NF 934-2 d'avril 1998.

**Ils permettent** :

D'augmenter le temps de début de prise,

De réguler le dégagement de chaleur due à l'hydratation du ciment.

## 1.3.3- Les Adjuvants modifiant certaines propriétés du béton :

### a- Les entraîneurs d'air

Les entraîneurs d'air permettent : d'entraîner, à l'intérieur du béton, des microbulles d'air parfaitement réparties qui serviront de vase d'expansion dans le béton durci, d'améliorer la durabilité du béton soumis à l'action du gel...

Les entraîneurs d'air sont normés par la NF EN 934-2 d'avril 1998.

**Ils permettent :**

- ✓ D'entraîner, à l'intérieur du béton, des microbulles d'air parfaitement réparties qui serviront de vase d'expansion dans le béton durci,
- ✓ D'améliorer la durabilité du béton soumis à l'action du gel et des sels de déverglace,
- ✓ De faciliter la mise en œuvre du béton.

### b- Hydrofuge de masse

Les hydrofuges de masse permettent de limiter la pénétration de l'eau dans les pores et les capillaires du béton, sans altérer ses qualités plastiques et esthétiques.

Les hydrofuges de masse sont normés selon la NF EN 934-2 d'avril 1998.

**Rappel :** Ils se combinent à la chaux du ciment pour former des cristallisations complémentaires qui obstruent les capillaires du mortier ou du béton.

**Les hydrofuges de masse permettent :**

- ✓ De réduire la perméabilité et l'absorption capillaire du béton,
- ✓ De réduire l'apparition des efflorescences.

## 1.4- LES MORTIERS

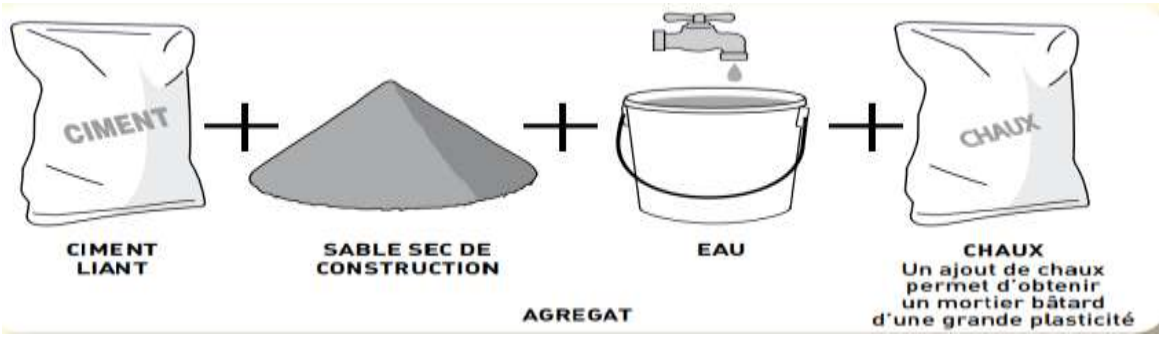
Une construction est généralement réalisée par éléments, dont il faut assurer la liaison ou qu'il faut protéger par un revêtement, on doit alors effectuer des scellements ou divers travaux de reprise, de bouchage, etc.



Toutes ces opérations se font à l'aide d'un liant 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.

**Donc :**

Le mortier est un mélange de liant – chaux ou ciment –, de sable, d'eau et éventuellement d'adjuvants.




### A- Formulation et performances

Selon les performances souhaitées, on utilise des formulations variées, notamment en ce qui concerne les liants.

#### A.1- Les mortiers de ciment

Les mortiers de ciment, très résistants, prennent et durcissent rapidement. De plus un dosage en ciment suffisant les rend pratiquement imperméables.

Les dosages courants sont de l'ordre de 300 à 400 kg de ciment pour 1 m3 de sable.

#### A.2- Les mortiers de chaux

Les mortiers de chaux sont gras et onctueux. Ils durcissent plus lentement que les mortiers de ciment, surtout lorsque la chaux est calcique.

#### A.3- Les mortiers bâtards

Le mélange de ciment et de chaux permet d'obtenir conjointement les qualités de ces deux liants. Généralement, on utilise la chaux et le ciment par parties égales ;mais on mettra une quantité plus ou moins grande de l'un ou de l'autre suivant l'usage et la qualité recherchée.

| | |
|---|---|
| **Plus grande plasticité** | → **Plus de chaux** |
| **Plus grande résistance** | → **Plus de ciment** |

### B- Caractéristiques des composants

Les sables utilisés sont généralement siliceux ou silico-calcaires ; leur granulométrie est de préférence continue.

Les mortiers peuvent comporter différents types d'adjuvants selon la caractéristique recherchée : plastifiants, entraîneurs d'air, retardateurs de prise, hydrofuges.

L'incorporation de fibres de verre ou de polypropylène permet d'obtenir des mortiers présentant une cohésion supérieure et moins fissurables.

### C- Mortiers de chantier

#### 1- Les mortiers fabriqués sur le chantier



C'est encore le cas très souvent pour des menus travaux ; le plus grand soin doit être apporté tant au stockage qu'au mélange des constituants qui seront choisis en fonction de l'ouvrage à réaliser : type et classe du liant, nature et granulométrie du sable, dosage en eau, nature des adjuvants.

#### 2- Les mortiers industriels secs pré mélangés

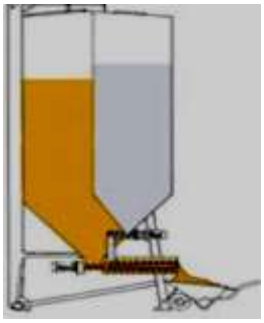
Comme la plupart des produits industriels, ces mortiers font l'objet de contrôles à tous les stades de leur élaboration, ce qui constitue pour l'utilisateur une sécurité. Les avantages présentés par ces produits sont :

- ✓ Un pré dosage de composition constante, garant de régularité et de qualité ;
- ✓ un gain de temps pour préparer le mortier ;
- ✓ des chantiers plus propres.

Les producteurs proposent de nombreuses formules standard répondant à la plupart des besoins.

#### 3- Les mortiers frais retardés, stabilisés, prêts à l'emploi





Les mortiers frais retardés et stabilisés sont élaborés et livrés par des centrales, comme le Béton Prêt à l'Emploi.

Du fait qu'ils sont retardés, ces mortiers peuvent être livrés et stockés en quantité importante sur le chantier, on peut les utiliser dans un délai allant jusqu'à 36 heures.

### D- Emplois des mortiers

#### D.1- Le hourdage de maçonnerie

La construction réalisée en éléments maçonnés (blocs de béton, pierre de taille, briques), nécessite leur assemblage avec un mortier qui doit présenter des caractéristiques mécaniques suffisantes pour assurer la transmission des charges et une compacité suffisante pour être étanche.

### D.2- Les enduits



Ce domaine d'application constitue l'un des plus vastes débouchés des mortiers. À côté des enduits traditionnels en trois couches se développent aujourd'hui des enduits monocouches épais, ainsi que des enduits isolants.

### D.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. Elles peuvent aussi constituer le support d'un revêtement de sol.

### D.4- Les scellements et les calages

La multiplicité des problèmes de scellement et de calage a conduit les producteurs de mortiers industriels à mettre au point des produits spécifiques adaptés aux travaux à réaliser : scellements d'éléments de couverture, d'éléments de second œuvre, de mobiliers urbains, de regards de visite.

