

Chapitre I Etude bibliographique

Le mortier

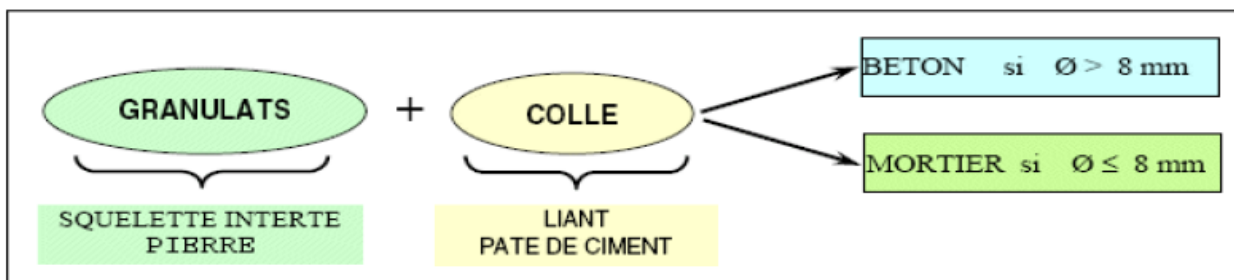
Introduction:

Les mortiers sont présents dans tous les secteurs d'activité du bâtiment et des travaux publics. A chaque domaine d'application correspond un type de mortier pouvant être dédié à :

- la protection et la décoration (sous-enduits, enduits de parement colorés, enduits monocouche).
- la pose des carrelages (mortiers colles et mortiers de joints).
- la préparation des sols (chapes, ragréages, enduits de lissage, d'égalisation).
- les assemblages (éléments de maçonnerie, fixation des éléments de cloisons et de doublage).
- l'isolation et l'étanchéité (systèmes d'isolation thermique par l'extérieur, d'imperméabilisation, D'étanchéité, d'isolation phonique, d'ignifugation).
- les travaux spéciaux (gunitage, réparations d'ouvrages d'art et de génie civil, scellement et calages, coulis d'injection, cuvelages).

I.1 Définition :

Le mortier est l'un des matériaux de construction que l'on utilise pour solidariser les éléments entre eux, assurer la stabilité de l'ouvrage, combler les interstices entre les blocs de construction. En général le mortier est le résultat d'un mélange de sable, d'un liant (ciment ou chaux) et d'eau dans des proportions données, différent selon les réalisations [1].



Fig(I.1): Constituants des mortiers.

I.2 Constituants des mortiers :

Les mortiers sont constitués par des mélanges de :

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

I.2.1 Le Liant :

On utilise généralement des liants hydrauliques qui peuvent être le ciment, cette dernière est une matière pulvérulente à base de silicate et d'aluminate, et de la chaux obtenue par la cuisson [1].

Généralement, on peut utiliser:

- ✓ Les cements normalisés (gris ou blanc).
- ✓ Les cements spéciaux (alumineux fondu, prompt,...).
- ✓ Les liants à maçonner.
- ✓ Les chaux hydrauliques naturelles.
- ✓ Les chaux éteintes.

I.2.2 Le Sable:

C'est une matière minérale siliceuse ou calcaire qui se présente dans le sol sous la forme de grains ou de poudre, suivant qu'il s'agit de sable grossier ou de sable fin. Les sables proviennent de la désagrégation des roches qui constituent l'écorce terrestre; suivant leur composition, ils sont blancs, jaunes, gris ou rougeâtres. On peut encore classer les sables d'après leur origine et distinguer les sables de carrière, les sables de mer et les sables de rivière. Le terrain dans lequel le sable grossier domine, manque d'homogénéité, sa trop grande perméabilité ne lui permet pas de retenir les engrais solubles, qui sont entraînés par les eaux avant d'avoir produit leur effet, amenant, en outre, l'assèchement rapide du sol. Des amendements sont nécessaires pour corriger les défauts des sols sableux; l'apport de marne argileuse donne de la cohésion aux terrains qui en manquent, mais le fumier de ferme, en augmentant l'humus, est dans tous les cas le meilleur des traitements: il apporte au sable grossier l'agglomérant dont il a besoin et au sable fin l'allègement et l'aération qui lui font défaut [2].

I.2.3 Eau de gâchage:

L'eau joue un rôle important, elle sert à hydrater le ciment, elle facilite aussi la mise en œuvre du béton ou du mortier, ainsi elle contribue à son ouvrabilité. L'eau doit être propre et ne pas contenir d'impuretés nuisibles (matières organiques, alcalis). L'eau potable convient toujours le gâchage à l'eau de mer est à éviter, surtout pour le béton armé. Les caractéristiques des eaux requises pour la confection des mortiers et des bétons sont précisées dans la norme NA-442. Les mortiers devraient contenir la quantité d'eau maximale compatible avec une ouvrabilité optimale.

I.2.4 Les adjuvants:

Les adjuvants sont des produits chimiques que l'on utilise dans le cas des bétons et mortiers. 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 super plastifiants (haut réducteurs d'eau), les entraîneurs d'air, les modificateurs de prise (retardateurs, accélérateurs) et les hydrofuges [2].

I.3 Utilisation des mortiers:**I.3.1 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 [3].

I.3.2 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 réparation de façades. Les enduits remplissent plusieurs rôles :

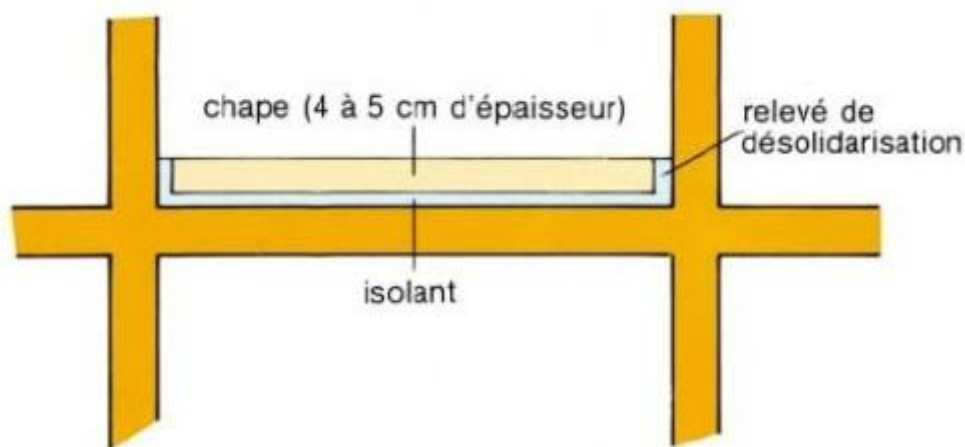
- ❖ un rôle de protection du gros œuvre contre les intempéries.
- ❖ un rôle d'imperméabilisation, tout en laissant « respirer » le support.
- ❖ un rôle esthétique (aspect et couleur).

Les enduits habillent le gros œuvre en le protégeant. Ils constituent la finition extérieure visible de la construction [3].

I.3.3 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.

Les chapes fig(I.2) doivent présenter une résistance suffisante pour assurer la transmission des ch 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 [3].



Fig(I.2): Les chapes.

I.3.4 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 [3].

I.4 Rôles du mortier :

En plus de la liaison et de la cohésion qu'il assure aux éléments de maçonnerie, de la protection des constructions (rôle d'enduit) contre l'humidité due aux intempéries ou remontant du sol, le mortier est matière première entrant dans la fabrication de blocs manufacturés. et c'est le principal constituant du béton, il remplit les vides laissés par les gros granulats [4].

I.5 Les caractéristiques de mortier :

Elles sont fort nombreuses. A savoir :

- ❖ Résister à l'encasement en répartissant régulièrement les pressions.
- ❖ Être compact: pour éviter l'infiltration des eaux dans les ouvrages , et accroître la résistance mécanique.
- ❖ Être imperméable: pour obtenir un maximum d'étanchéité des joints de maçonnerie, Et des enduits.
- ❖ Adhérer aux matériaux: pour mieux transmettre les charges, ou créer un écran durable contre les intempéries.
- ❖ Conserver un volume constant pendant la prise et le durcissement pour éviter les tassements ou les dislocations des ouvrages.
- ❖ Résister aux agents agressifs d'une atmosphère ou d'un sol pollués.
- ❖ Être ouvrable, afin que l'exécutant puisse le mettre en place dans les meilleures conditions.
- ❖ Conserver tous ses qualités, et notamment la permanence de la résistance.
- ❖ De quoi dépendront toutes ces qualités Des constituants.
- ❖ De leur nature.
- ❖ De leur dosage [5].

I.6 Qualité du mortier :**I.6.1 Plasticité et ouvrabilité :**

Les mortiers doivent répondre aux besoins du chantier.

Pour améliorer la plasticité et l'ouvrabilité, l'introduction d'adjuvants p.ex. Plastifiants ou entraîneurs d'air est admise (consulter clauses techniques C.T. 8/75) [6].

I.6.2 Compacité et imperméabilité :

Les mortiers fortement sollicités de même que ceux qui doivent être imperméables à l'eau seront compactés au maximum par tout moyen approprié, notamment talochage et/ou pervibration.

L'introduction d'hydrofuges est admise (consulter clauses techniques C.T. 8/75) [6].

I.6.3 Résistance à la compression :

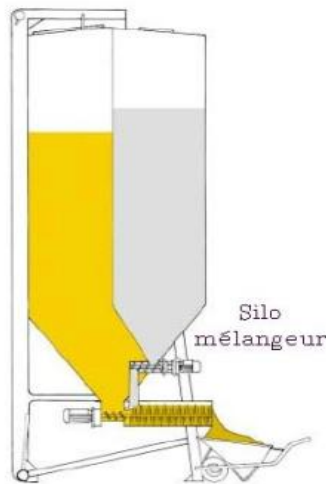
Les mortiers sont classés suivant leur résistance à la compression mesurée sur les prismes de 4 x 4 x 16 cm à l'âge de 28 jours en quatre catégories:

Catégorie	Résistance à la compression
I	Pas imposée
II	³ 2.5 N/mm ²
III	³ 10.0 N/mm ²
IV	³ 25.0 N/mm ²

Tableau (I.2) : Des valeurs supérieures peuvent être exigées pour des applications spéciales.

I.7 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 préposés (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. [7]



Fig(I.3): *silo mélangeur.*

I.8 Les différents type de mortier :

On utilise, comme pour les bétons, des formulations variées selon l'ouvrage à réaliser et les propriétés :

I.8.1 Mortier de ciment :

Composé de sable et de ciment, il est très résistant et prend rapidement. Sa richesse en ciment le rend peu perméable à la vapeur d'eau [2].

I.8.2 Mortier de chaux :

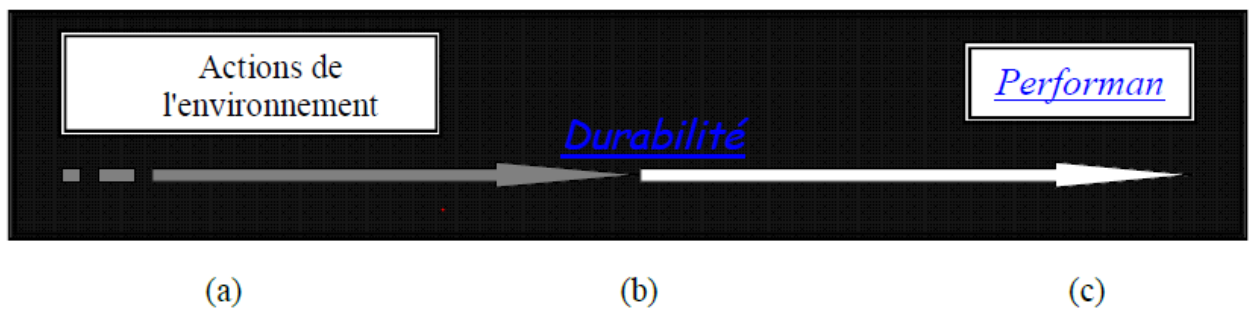
Constitué de sable et de chaux, c'est un mortier gras, très souple, qui laisse circuler la vapeur d'eau. Il durcit plus lentement que le mortier de ciment [2].

I.8.3 Mortier bâtard :

Il est composé de sable et, à part plus ou moins égale, de ciment et de chaux. Il allie la résistance du ciment et la souplesse de la chaux. Son onctuosité le rend facile à travailler et limite le risque de fissuration [2].

I.9 La durabilité :

- ✓ La durabilité définit la durée de la persistance de certaines caractéristiques et allure de leur évolution dans le temps sous l'effet des agents agressifs de l'environnement.
- ✓ La performance décrit l'ensemble des caractéristiques physico-mécaniques, de la résistance aux agressions et de la durabilité vis-à-vis d'exigences imposées.
- ✓ La durée de vie décrit la période de temps après sa mise en oeuvre durant laquelle toutes les propriétés d'un matériau dépassent le seuil minimal acceptable. Un matériau a une durée de vie limitée car il subit graduellement des modifications chimiques, physiques et mécaniques qui réduisent sa performance [8].
 - Pour mieux assimiler ces définitions, l'auteur a proposé le schéma suivant:



- (a) Comprend tous les facteurs de dégradation affectant un matériau, traduit la résistance du matériau à la dégradation.
- (b) Déterminer les caractéristiques spécifiques à mesurer qui seront considérées comme indicateurs de dégradation.
- (c) Est une fonction qui décrit la variation dans le temps des propriétés spécifiques de mesure choisies.

I.10 La porosité :**I.10.1 Définition :**

La porosité d'un matériau caractérise l'importance des vides qu'il contient. Elle est défini par le rapport entre le volume des pores V_v et le volume total V_t .

La porosité comprend tous les pores du matériau, elle est généralement supérieure à 10 % pour un béton courant. Les pores forment des réseaux de vide plus ou moins.

La porosité dépend de plusieurs facteurs ; le rapport E/C (Eau sur Ciment), la compacité du béton frais, le volume des granulats et la Porosité des granulats [9].

Ces pores sont divisés en deux catégories:

- **La première:** représente le volume des pores capillaires qui dépendent principalement du rapport eau/ciment et le degré d'hydratation.
- **La deuxième:** représente les pores du gel. Quand l'hydratation augmente, la quantité et la distribution de la porosité entre les capillaires et les pores de gel change.

Initialement les pores sont des pores capillaires, une fois le processus d'hydratation a progressé le volume des pores est réduit car l'espace des capillaires se remplit avec le produit d'hydratation, d'où une croissance de la porosité due au gel, ce qui entraîne une réduction de la porosité totale.

I.10.2 Les types des pores :

❖ **les pores interconnectés** : ils forment un espace connecté dans le milieu poreux et participent au transport de matière à travers le matériau.

- ❖ **Les pores aveugles** : ils sont interconnectés d'un seul côté et peuvent être accessibles à un fluide extérieur mais ils ne participent pas au transport de matière.
- ❖ **Les pores isolés** : ils ne communiquent pas avec le milieu extérieur. La porosité ouverte, aussi appelée (porosité accessible), rassemble deux des catégories de pores précitées (pores interconnectés et aveugles). Dans le cas du béton, on néglige la proportion volumique est considérée comme égale à la porosité totale.
- ❖ La distribution des pores dans un béton couvre un large spectre de taille de pores : Capillaires, internes aux hydrates, bulles d'air et fissures dans le cas du béton, deux familles de taille de pores sont à considérer :
 - Les pores capillaires peuvent être détectés par porosimètre au mercure. Ils représentent les espaces inter granulaires et sont directement liés au rapport E / C du mélange de la pâte de ciment.
 - Les pores internes aux hydrates, intérêt intra cristallites (ou espaces inter feuillets) sont nettement plus petits que précédents, et sont intrinsèques à la formation des hydrates et

indépendants du rapport E/C . Cette porosité peut être observée à l'aide de l'adsorption gazeuse [9].

- La porosité d'un matériau peut être caractérisée par :
 - La densité.
 - Le pourcentage volumique des pores.
 - La taille moyenne des pores.
 - La distribution dimensionnelle des pores.
 - La surface développée des pores.
 - La continuité ou la discontinuité des pores [4].

I.11 La porosité accessible à l'eau :

La mesure de la porosité totale accessible par l'eau a été réalisée selon la norme RILEM 84, qui prévoit une saturation par de l'eau distillé désaérée en régime monophasique. Après le séchage des échantillons. Ils sont pesés secs, puis placés dans une cloche à vide ou ils sont soumis à un vide primaire pendant 24h. Parallèlement l'eau prévue pour leur saturation est dégazée. La saturation par le fluide mouillant qui est l'eau se fait en immergeant l'échantillon après les 24h. Tout l'espace poreux connecté à l'intérieur du matériau est envahi par l'eau [10].

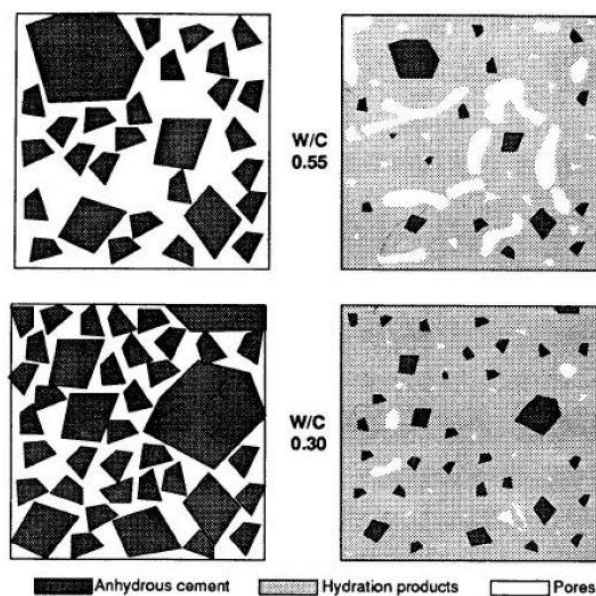
I.12 Quantification de la porosité :

Les difficultés d'observation et de quantification des porosités dans leur ensemble est un des facteurs limitant pour l'étude de leur formation et de leur influence. Ceci est vrai pour tous les types de matériaux composites : les matériaux composites organiques, céramiques ou métalliques. La recherche bibliographique sur ce point a mis en évidence de nombreuses méthodes d'analyse de la porosité. Cependant, seules quelques-unes peuvent être utilisées pour quantifier ces interstices fermés, c'est à dire inaccessibles par des agents extérieurs (mercure, azote, argon...). Les plus utilisées sont la microtopographie, les ultrasons, la dégradation chimique, et l'analyse d'image [11].

I.13 L'influence de rapport E/C sur la porosité :

Le rapport eau/ciment exerce une grande influence sur la porosité de la pâte de ciment hydraté car il gouverne directement l'espacement initial entre les grains de ciment en suspension dans l'eau de gâchage. Sur la figure (1), on voit clairement que plus le rapport E/C est faible, plus, initialement, les grains de ciment sont rapprochés les uns des autres [8].

- Les espaces à combler entre les grains de ciment sont moins grands et il y a moins de chance d'avoir un grand vide ne pouvant pas être complètement rempli par les hydrates.



Fig(I.4): Représentation schématique de la pâte de ciment à l'état frais et à l'état durci.

Même une très faible quantité d'hydrates peut permettre de combler les espaces intergranulaires. C'est en partie ce qui explique que les bétons avec E/C faible développent très rapidement leur résistance.

I.14 Rapport E/C :

G. ghanvillard et p.laplante, mentionnent que la résistance est en relation directe avec la porosité de la pâte de ciment. Cette porosité dépend principalement de la valeur du rapport E/C ainsi la résistance à la compression est directement liée au rapport E/C.

Il faut toutefois être prudent quant au rôle de ce paramètre sur la résistance à court terme, c'est à dire, que la résistance est d'autant plus élevée que le rapport E/C diminue. C'est pour cela que le rapport E/C est considéré comme un critère génial de durabilité [4].

I.15 Dosage en ciment :

Le moyen d'accroître les résistances à court terme d'une matrice ciment. Peut être d'augmenter son dosage en ciment. En effet, pour augmenter la résistance et diminuer la porosité, cela conduit à diminuer le rapport E/C, c'est à dire augmenter le dosage en ciment [4].

I.16 La perméabilité :

La perméabilité du béton est un autre paramètre fondamental contrôlant la durabilité des structures. Est l'aptitude d'un corps à se laisser pénétrer et traverser par l'air, par la vapeur d'eau ou par l'eau à l'état liquide. Elle est directement liée aux caractéristiques du réseau poreux (forme, dimension, distribution, sinuosité, etc.) [8].

La perméabilité des matériaux cimentaires varie avec la progression de l'hydratation. Un écoulement de cette eau capillaire interstitielle apparaît lorsque le matériau subit une dessiccation ou lorsqu'il est soumis à un gradient de pression ou de concentration [8].

I.17 Le ciment Portland :

Le ciment est un produit moulu du refroidissement du clinker qui contient un mélange de silicates et d'aluminates de calcium porté à 1450-1550 °C, température de fusion . Le ciment usuel est aussi appelé liant hydraulique, car il a la propriété de s'hydrater et durcir en présence d'eau, et par ce que cette hydratation transforme la pâte liante, qui a une consistance de départ plus ou moins fluide, en un solide pratiquement insoluble dans l'eau. Ce durcissement est dû à l'hydratation de certains composés minéraux, notamment des silicates et des aluminates de calcium [12].



Fig(I.5): *Poudre de ciment.*

I.18 Les constituants du ciment Portland :

Le ciment Portland est un mélange de clinker et de sulfate de calcium. Le clinker est obtenu à la suite de réactions chimiques qui se produisent à haute température (environ 1450°C) et qui transforment la matière première constituée essentiellement de calcaire (80%), d'argile (20%) et de fer en silicates et en aluminates de calcium. Les silicates et les aluminates de calcium proviennent de la combinaison de la chaux (CaO) avec la silice (SiO₂), l'alumine (Al₂O₃) et l'oxyde de fer (Fe₂O₃). Le calcaire (CaCO₃) apporte essentiellement le CaO et l'argile comble le manque en oxydes SiO₂, Al₂O₃ tandis que le fer Fe₂O₃ manquant est apporté par le fer [13].

I.19 Fabrication du ciment :**I.19.1 Extraction et concassage :**

Le calcaire est extrait par explosif dans des carrières généralement près de la cimenterie. L'argile, plus meuble, est extraite par des engins mécaniques et transportée en cimenterie. Le concassage, fait sur les lieux de l'extraction, réduit la granulométrie des matériaux à environ 50 mm [14].

I.19.2 Préparation de cru :

Un mélange homogène d'argile et de calcaire est réalisé. Les proportions sont déterminées selon leurs compositions chimiques et sont toujours proches de 80 % de calcaire et 20% d'argile. Le mélange est broyé en une poudre de granulométrie inférieure à 200 microns. La poudre obtenue est homogénéisée par un mélangeur pneumatique ou mécanique. Le produit obtenu est appelé « le CRU » [14].

I.19.3 Cuisson :

Réalisée dans des fours rotatifs à une température maximale d'environ 1450°C, la cuisson permet la transformation du cru en clinker (forme de grains de 0,5 à 4 cm de diamètre). A la sortie du four, le clinker est refroidi rapidement (à une température de 50 à 250°C) pour éviter une forte cristallisation [14].

I.19.3 Broyage :

Le Clinker Portland est additionné de gypse et éventuellement d'ajouts cimentaires (Laitier, pouzzolane, calcaire,...) et est broyé en poudre fine d'une granulométrie inférieure à 80 μm , c'est le ciment Portland [14].

I.20 Ajouts cimentaires :

C'est des poudres fines actives ou inertes ajoutées au ciment pour réduire le coup de production, diminuer les émissions de CO_2 et améliorer les propriétés du béton. En peut citer :

I.20.1 Le Laitier de haut fourneau :

Matériaux issu de l'industrie de la fonte dans les hauts fourneaux. Il est composé principalement de chaux (45-50%), de silice (30-35%), d'alumine (10-15%) et de magnésie (7-10%) [15].

I.20.2 Pouzzolane naturelle :

Produits d'origine volcanique, présentant des propriétés pouzzolaniques. Elles sont essentiellement composées de silice réactive, d'alumine et d'oxyde de fer [15].

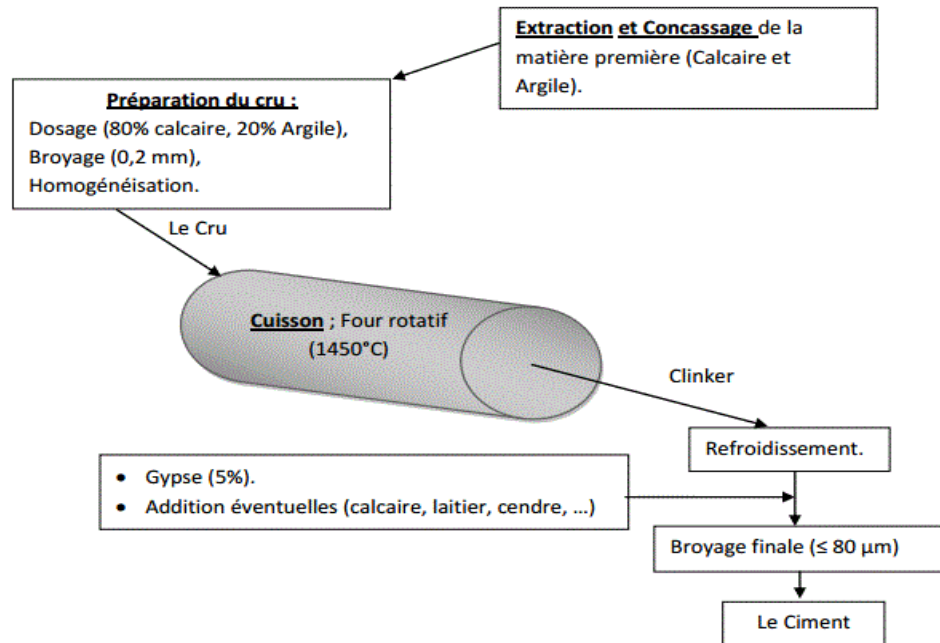
I.20.3 Fumée de silice :

Particules sphériques très fines ayant une très haute teneur en silice ($\geq 85\%$), issue de l'industrie de fabrication du silicium ou des alliages à base de silicium [15].

I.20.4 Calcaire:

Lorsqu'ils sont utilisés dans une proportion excédant 5 %, en masse (constituant principal), les calcaires doivent satisfaire aux spécifications suivantes :

- ✓ teneur en calcaire $\text{Ca CO}_3 \geq 75\%$ en masse.
- ✓ teneur en argile (adsorption de bleu de méthylène) $\leq 1,20 \text{ g/100 g}$.
- ✓ teneur en matières organiques $\leq 0,50\%$ en masse [15].



Fig(I.6): Schéma de la fabrication du ciment Portland.

I.21 Propriétés des ciments :

I.21.1 Comportement physico –chimique de la pâte :

- ✓ Silicate tricalcique : C3S
- ✓ Silicate bicalcique : C2S
- ✓ Aluminate tricalcique- : C3A
- ✓ Aluminoferrite tétracalcique : C4AF

Une fois la poudre de ciment mélangée à l'eau, les réactions d'hydratation se développent, il se produit alors une cristallisation qui aboutit à un nouveau système de constituants hydratés stables avec formation de cristaux en aiguilles plus ou moins enchevêtrées produisant la prise. Cette réaction chimique accompagne d'un dégagement de chaleur plus ou moins important selon les ciments et la rapidité de prise [12].

I.21.2 Prise :

La prise du ciment c'est-à-dire le passage de la pâte de ciment (ciment + eau) d'une consistance fluide à un état solide est une phase essentielle dans la fabrication du béton ou mortier puisqu'elle donne sa cohésion au matériau. La norme spécifie, suivant les ciments, un temps de prise minimal de : 1h30 pour les ciments des classes 32,5 et 32.5R. 1h pour les ciments des classes 42,5-42,5R- 52,5-52,5R. D'une façon générale les temps de prise sont supérieurs à ces valeurs minimales, l'ordre de grandeur étant de 2h 30 à 3h30 pour la grande majorité des ciments, ces valeurs s'entendant pour une température ambiante de 20°C [12].

I.21.3 Durcissement :

Une fois la prise amorcée, le phénomène d'hydratation se poursuit, c'est la période de durcissement rapide qui se poursuit pendant des mois voire des années au cours desquelles les résistances mécaniques continuent de croître. Lorsqu'on désire un durcissement rapide, on choisit des ciments de classe élevée et de préférence de classe « R » c'est-à-dire ayant la caractéristique complémentaire. « Rapide ».il est également possible d'utiliser du ciment alumineux fondu CA, qui après quelques jours a atteint la quasi-totalité de sa résistances [12].

I.21.4 Chaleur d'hydratation :

La dissolution des différents constituants est exothermique et, selon leurs pourcentages relatifs, le dégagement de chaleur est donc plus ou moins important, c'est le cas par exemple des ciments riches en C3A que l'on intérêt à les temps chaud. Suivant les ciments, cette chaleur est comprise à 12 heures, approximativement, entre 65 j/g par exemple pour certains CHF-CEM III/B et 300 j/g pour certains CPA-CEM I [12].

I.21.5 Finesse de mouture :

La finesse de mouture, également appelée finesse Blaine, exprimée en cm^2/g , représente la surface spécifique ou surface développée d'une masse de 1kg de ciment .elle est, d'une façon générale, comprise entre 3000 et 3500 cm^2/g , certains ciments prompts naturels « CNP » ont un Blaine supérieure à 4500 cm^2/g [3]. Plus la finesse est grande, plus les résistances sont précoces et élevées, mais par contre, plus les risques de retrait et par conséquent de fissuration ainsi que d'événement du Ciment sont accrus [12].

I.21.6 Retrait :

Lorsque l'élément du béton ou mortier se trouvera dans une atmosphère ayant une humidité relative inférieure à celle d'équilibre de l'élément, les dimensions de ce dernier diminuent ; c'est le retrait.

On mesure le retrait sur des éprouvettes prismatiques de mortier de 16 cm de longueur et d'unesection droite de 4×4cm, conservées dans l'air à une température de 20°C et une hygrométrie de 50%.

La norme impose les valeurs limites, à 28 jours, de :

- 800 $\mu\text{m}/\text{m}$ pour les ciments portland CPA-CEM I ET CPJ-CEMI de classe 32 ,5R.
- 1000 $\mu\text{m}/\text{m}$ pour des types de ciment identique mais des classes 32,5R-42,5 et 42,5R.

Les principaux paramètres agissant sur le retrait sont :

- la nature du ciment.
- la finesse de mouture.
- le dosage en ciment, dans le béton.
- le dosage en eau.
- la propreté et nature des granulats [12].

I.21.7 Gonflement :

Si l'élément se trouve dans une atmosphère à humidité relative supérieure à celle d'équilibre de l'élément, les dimensions de ce dernier augmentent ; c'est le gonflement. Ce qui entraîne l'apparition des tensions internes [12].