

## I.1. Introduction :

Au cours des dernières années, les mortiers sont devenus de plus en plus complexes.

Aujourd'hui, ils associent des liants hydrauliques et de multiples adjuvants. Les mortiers d'enduit, les colles à carrelages et les mortiers de réparation représentent, en termes de ventes et de quantités produites, les applications les plus importantes de tous les mortiers utilisés.

Pour des mortiers mis en œuvre sous forme de couches d'épaisseur de l'ordre du centimètre, leur durabilité est intimement liée aux propriétés des supports qu'ils recouvrent.

Le retrait empêché par l'adhérence au support crée dans le mortier un état de contraintes susceptible, d'une part de provoquer une perte d'adhérence, et d'autre part de générer de la fissuration.

Les fabricants de mortiers, soient à la recherche d'essais qui leur permettent rapidement et de façon fiable de tester leurs produits, et ce dans des conditions représentatives du fonctionnement réel.

## I.2. Définition :

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. [1]



**Figure. I.1** : mélange de mortier[39].

Des compositions multiples de mortiers 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.

Les mortiers bâtards sont constitués par des mélanges de ciment et de chaux avec du sable, dans des proportions variables. Les chaux apportent leur plasticité, les ciments apportent la résistance mécanique et un durcissement plus rapide.

### **I.3. Les constituants des mortiers :**

#### **I.3.1. Le ciment :**

##### **I.3.1.1. Historique :**

Les Romains furent probablement les premiers à fabriquer des liants hydrauliques. En effet, ils mélangeaient de la chaux et des cendres volcaniques de la région de Pozzuoli au pied du Vésuve donnant naissance au ciment « Pouzzolanique » ; matériau capable de fixer la chaux en présence d'eau. Cependant, ce n'est qu'au XVIIIème siècle que fut inventé le ciment artificiel. En 1817, les travaux du Français Louis Vicat ont permis de déterminer les proportions de calcaire et de silice nécessaire pour constituer le mélange qui après cuisson à la température adéquate et broyage, donnera un véritable liant hydraulique fabriqué industriellement. Quelques années plus tard, en 1824, l'Écossais Aspdin dépose un brevet pour la fabrication d'une chaux hydraulique à prise rapide qu'il appelle commercialement le ciment « Portland » (car la couleur de son produit ressemble aux célèbres pierres de la péninsule de Portland située dans la Manche). [1]



**Figure. I.2 :** Cimenterie de m'sila [39].

### I.3.1.2 Définition du ciment :

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.

Elle est défini selon la norme NFP15301, comme une fine mouture inorganique qui gâchée avec l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit. Le ciment portland est constitué d'un mélange de clinker, de gypse et d'ajouts minéraux, le ciment est majoritairement composé de quatre phases anhydres [2].

**Tableau. I.1** : Composition chimique en oxydes d'un ciment ordinaire et notation cimenterie. [3]

Oxydes	CAO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Si O <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca SO <sub>4</sub>	Ca SO <sub>4</sub>	SO <sub>3</sub>
Composition en (%)	50-70%	5-10%	15-30%	5-10%	0-5%	0-2%	0-5%
Notation Cimenterie	C	A	S	F	CS	H	S

Le ciment usuel est aussi appelé liant hydraulique, car il a la propriété de s'hydrater et de durcir en présence d'eau car 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 [4]. L'expression de « pâte de ciment durcissant » sera utilisée pour désigner la pâte de ciment dans la transformation d'un état plus ou moins fluide en un état solide [5].

Le ciment ordinaire anhydre est constitué de clinker Portland, de gypse et éventuellement d'additions comme les fillers et fumée de silice [6].



**Figure. I.3:** Le ciment[39].

### I.3.1.3. Les différentes méthodes de fabrication de ciment :

IL existe quatre méthodes de fabrication du ciment [4] :

- Fabrication du ciment par voie humide (la plus ancienne).
- Fabrication du ciment par voie semi-humide (en partant de la voie humide).
- Fabrication du ciment par voie sèche (la plus utilisée).
- Fabrication du ciment par voie semi- sèche (en partant de la voie sèche).

### I.3.1.4. Principe de fabrication du ciment Portland :

Le ciment est produit à partir des roches facilement accessibles : calcaire, marbre et argile. De façon générale, un mélange renferme environ 80% de calcaire et 20% d'argile.

Le mélange finement broyé est porté à 1450°C dans un four rotatif pour produire le clinker.

Le ciment résulte d'un broyage très fin du clinker. Lors de la phase de broyage, du gypse (5% en poids) est ajouté pour mieux maîtriser le temps de prise. A ce niveau, éventuellement d'autres constituants minéraux associés, parmi ces substances figurent la pouzzolane naturelle, les cendres volantes, les laitiers de hauts fourneaux, le calcaire....etc.

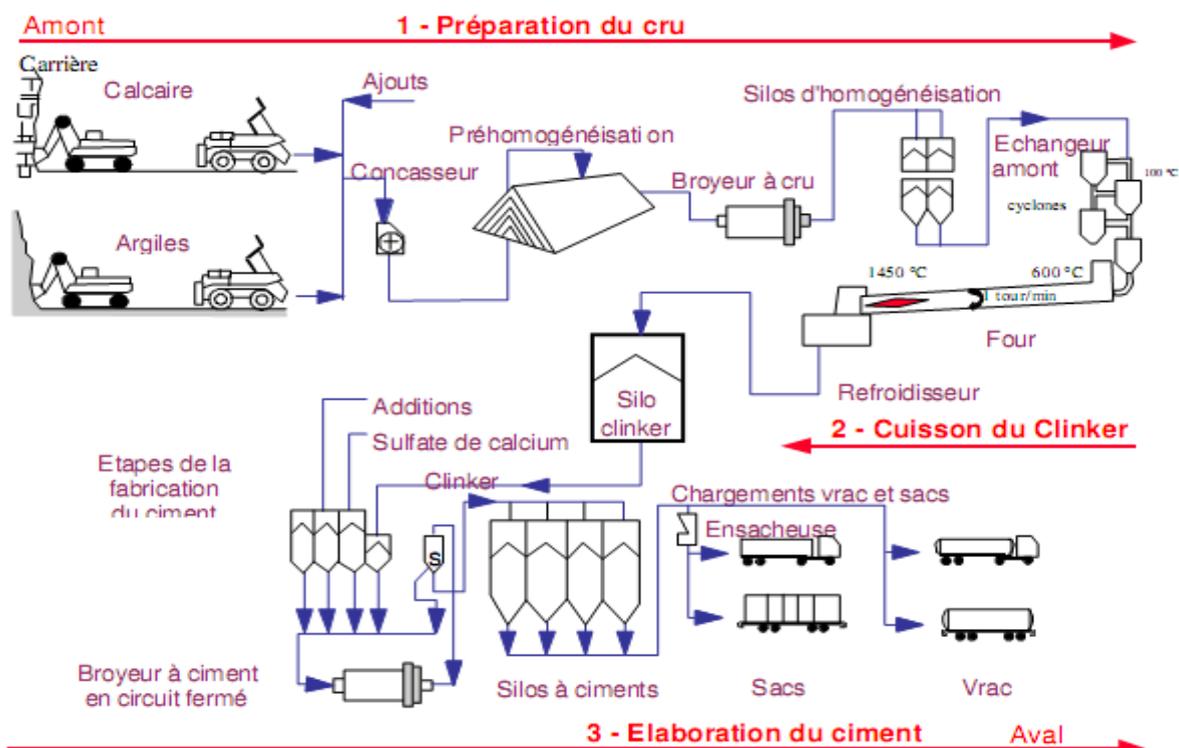


Figure. I.4 : étapes de fabrication des ciments[39].

### I.3.1.5. Les Constituants du ciment:

#### Le clinker :

C'est un produit obtenu par cuisson jusqu'à fusion partielle (Clinkirisation) du mélange calcaire + argile, dosé et homogénéisé et comprenant principalement de la chaux (Ca O) de la silice (SiO<sub>2</sub>) et de l'alumine (Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>).

Le mélange est en général constitué à l'aide de produits naturels de carrière (calcaire, argile, marne..). C'est le clinker qui, par broyage, en présence d'un peu de sulfate de chaux (gypse) jouant le rôle de régulateur, donne des Portland [7].

Les éléments simples (Ca O, Si O<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> et Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>) se combinent pour donner les constituants minéraux suivants :

- Silicate tricalcique (C<sub>3</sub> S) : 3CaO.SiO<sub>2</sub> (Alite).
- Silicate bi calcique (C<sub>2</sub> S) : 2CaO.SiO<sub>2</sub> (Belite).
- Aluminate tricalcique (C<sub>3</sub> A) : 3CaO.Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>.
- Ferro aluminate calcique (C<sub>4</sub> AF): 4CaO .Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> .Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (Célite).

#### Le gypse(CaSO<sub>4</sub>) :

L'addition de gypse au clinker a pour but de régulariser la prise du ciment, notamment de ceux qui contiennent des proportions importantes d'aluminate tricalcique. Grâce à ce gypse, la prise du ciment, c'est-à-dire le début de son durcissement, s'effectue au plus tôt une demi-heure après le début de l'hydratation. Sans gypse, la prise serait irrégulière et pourrait intervenir trop rapidement.

### I.3.1.6. Classification des ciments courante :

On obtient les différents types de ciments définis par la norme NF EN 197 1. Le tableau (III.2) ci –dessous donne la liste des différents types des ciments courants normalisés avec indication, pour chacun d'eux, de leur désignation propre et des pourcentages respectifs de constituants qu'ils comportent.

**Tableau. I.2:** les différents types de ciment [8].

Désignations	Types de Ciments	Teneur en clinker	Teneur en% de l'un de constituants suivant : laitier- pouzzolanes- cendres- calcaires- schistes-fumées de silice	Teneur en constituants secondaires (filler)
C P A- CEM I	Ciment portland	95à100%		0 à 5%
C PJ-CEM II/A CPJ-CEMII/B	Ciment portland Composé	80à 94% 65 à79%	de 6à20% de l'un quelconque des constituants, sauf dans les cas où les constituant est des fumées de silice auquel cas la proportion est limitée à 10% -de 21à35% avec les mêmes restrictions que ci-dessus	0à5%  0à5%
CHF-CEM III/A CHF-CEM III/B CLK-CEMIII/C	Ciment de haut- Fourneau	35à64% 20à34% 5à19%	-35à65% de laitier de haute- fourneau -66à80% de laitier de haut- fourneau -81 à95% de laitier de haut- Fourneau	0à5%  0 à5%  0à5%
CPZ-CEMIV/A CPZ-CEMIV/B	Ciment Pouzzolanique	65à90% 45à64%	-10à35% de pouzzolanes, cendres siliceuses ou fumées de silice, ces dernières étant limitées à10%. -36à55% comme ci-dessus	0à5%  0à5%
CLC-CEM V/A CLC-CEM V/B	Ciment au laitier et aux cendres	40à64% 20à39%	-18à30% de laitier de haut- fourneau et 18 à30% de cendres siliceuses ou de pouzzolanes. -31 à50% de chacun des 2 constituants comme ci-dessus	0à5%  0à5%

### I.3.1.7. Caractéristiques chimiques du ciment :

#### I.3.1.7.1. Ciments courants :

D'une façon générale, les ciments doivent satisfaire au respect d'un certain nombre d'exigences, résumées dans le tableau (I.3) .ci-après, quant à leur composition chimique.

**Tableau. I.3 :** caractéristique chimique de ciment courante [8].

Propriété	Type de ciment	Classe de Résistance	Valeur maximale en% de la masse
Perte au feu	CPA-CEM I CHF-CEM III CLK-CEM III	toutes classes	$\leq 5$
Oxyde de Magnésium	CPA-CEM I	toutes classes	$\leq 5$
Résidu insoluble	CPA-CEM I CHF-CEM III CLK-CEM III	toutes classes	$\leq 5$
Sulfates SO 3 limite supérieure	CPA-CEM I et CPJ-CEM II (A et B)	32,5 32,5 R 42,5	$\leq 3.5$
	CPZ – CEM IV et CLC – CEM V CHF-CEM III	42,5 52,5 52,5 R toutes classes	$\leq 4$ $\leq 4$
Sulfates SO 3 limite supérieure	tous types de ciment (CHF- CEM III/A et B et les CLK- CEM III/C)	52.5 R	$\leq 0,05$
		toutes les autres classes	$\leq 0,10$

### I.3.1.8. Caractéristiques mécaniques des ciments courants :

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 les suivantes:

**Tableau. I.4:** caractéristique mécanique des ciments courants [8].

Classe de ciment	Résistance à 2 jours (MPa)	Résistance minimale à 28 jour(MPa)	Résistance maximale à 28 jours(MPa)
32,5	$\geq 13,5$	$\geq 32,5$	$\leq 52,5$
32,5R	$\geq 12,5$	$\geq 32,5$	$\leq 52,5$
42 ,5	$\geq 20$	$\geq 42,5$	$\leq 62,5$
42,5R	$\geq 20$	$\geq 42,5$	$\leq 62,5$
52,5	$\geq 30$	$\geq 52,5$	
52,5R		$\geq 52,5$	

Classes « R », rapides, présentent aux jeunes âges des caractéristiques mécaniques plus élevées et leur intérêt particulièrement dans certaines circonstances telles que bétonnage trouvant par temps froid, décoffrage rapide, préfabrication.

### **I.3.1.9. Propriétés des ciments courantes :**

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.

#### **a) 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.

#### **b) 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 [8]

#### **c) 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 C 3 A que l'on s'intéresse à les temps chaud.

#### **d) Finesse de mouture :**

La finesse de mouture, également appelée finesse Blaine, exprimée en  $\text{cm}^2/\text{g}$ , 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<sup>2</sup> /g, certains ciments prompts naturels « CNP » ont un Blaine supérieure à 4500 cm<sup>2</sup> /g [8].

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'éventement du Ciment sont accrus.

#### e) Expansion :

Les causes possibles de l'expansion proviennent de l'hydratation des oxydes de calcium ou de magnésium que peuvent contenir certains ciments sous forme de chaux ou de magnésie libres. Les ciments doivent être stables, car les risques d'expansion dans le temps peuvent provoquer des désordres importants par dislocation des maçonneries [9].

La stabilité se détermine par l'essai Le Chatelier, qui consiste à mesurer l'écartement de deux aiguilles solidaires d'un moule rempli de la pâte de ciment à tester, et conservé dans de l'eau bouillante. La valeur de l'expansion mesurée doit être inférieure à 10mm pour tous les types de ciments courants.

#### I.3.1.10. Désignation normalisés des ciments :

La désignation des ciments, ainsi que les indications complémentaires figurant sur les sacs ou sur les bons de livraisons, fournissent les indications nécessaires pour un bon usage de ciment.

La désignation normalisée des ciments courants comporte dans l'ordre systématiquement :

- Le type.
- La classe de résistance normale.
- La classe de résistance au jeune âge, quand le ciment appartient à la classe élevée R.
- Et éventuellement les notations complémentaires, PM, ES, CP, cette dernière avec indication de la classe de teneur en sulfate, CP1, CP2.

#### Exemple :

CPA-CEM I 42.5 : ciment portland de classe 42.5 (résistance normal à 28 jours), sa classe résistance au jeune âge est ordinaire (ce qui se voit à l'absence de la lettre R après 42.5 [9]).

**I.3.1.11. Domaine d'utilisation de ciment :**

- 1) Stabilisation des sols.
- 2) Maçonnerie.
- 3) Travaux en grande masse comme les barrages.
- 4) Produits préfabriqués.
- 5) Béton routier. [10]

**I.3.2. Le sable :****I.3.2.1. Définition :**

Le sable est le constituant du squelette granulaire qui a le plus d'impact sur le mortier [11]. Il joue un rôle primordial en réduisant les variations volumiques, les chaleurs dégagées et le prix de revient des bétons. Il doit être propre et ne pas contenir d'éléments nocifs



**Figure. I.5 :** échantillon de sable.[39]

### **I.3.3. Eau de gâchage:**

C'est la quantité d'eau totale ajoutée au mélange sec de mortier. Elle est nécessaire pour l'hydratation du liant, le mouillage des granulats et la facilité de mise en place du mortier.

Cette eau est d'une grande importance, elle est soumise à certaines exigences. On conçoit donc, en premier lieu, les impuretés nocives comme les chlorures, Les sulfates, Les matières organiques, Les nitrates, Les sels de sodium (Na) et de potassium (K)...etc. La qualité de l'eau de gâchage peut avoir une influence sur le temps de prise, le développement des résistances du mortier. Ce qui nécessite une analyse chimique pour déterminer les impuretés qui s'y trouvent. Et aussi L'acidité ((pH) doit être supérieure à 4).

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 NF P 18-303 [12].

### **I.3.4. Les adjuvants :**

#### **I.3.4.1. Historique :**

Dès les origines de la fabrication du béton de ciment Portland, commencent les recherches sur l'incorporation de produits susceptibles d'améliorer certaines de ses propriétés. On cherche à agir sur les temps de prise, les caractéristiques mécaniques et de mise en œuvre, l'étanchéité.

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

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

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

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

Le contrôle des adjuvants est vite devenu une nécessité. En 1964, est créée la COPLA (Commission Permanente des Liants hydrauliques et des Adjuvants du béton). Elle était chargée de l'agrément et du contrôle des adjuvants ayant une réelle efficacité et pouvant être employés en toute sécurité et d'en établir la liste officielle.

Le développement des normes d'adjuvants à partir de 1972 a abouti en 1984 à la mise en place d'une certification par la marque NF Adjuvants, véritable label de qualité. La liste des adjuvants bénéficiant de la marque NF est publiée régulièrement par l'AFNOR.

Il faut enfin préciser que les adjuvants vont permis des progrès considérables en matière de bétons et d'étendre leur champ d'application.

#### **I.3.4.2. Le rôle des adjuvants :**

Ainsi que le définit la norme NF EN 934-2, un adjuvant est un produit dont l'incorporation à faible dose inférieure à 5 % de la masse de ciment) aux bétons, mortiers ou coulis lors au malaxage ou avant la mise en œuvre, provoque les modifications recherchées de telle ou telle de leurs propriétés, à l'état frais ou durci. Sont donc exclus du domaine des adjuvants au sens de la norme, les produits ajoutés au moment du broyage du clinker ou les produits dont le dosage dépasserait 5 % du ciment (poudres pouzzolaniques par exemple).

L'emploi d'un adjuvant ne peut entraîner une diminution de certaines caractéristiques du mortier que dans les limites précisées par la norme. Chaque adjuvant est défini par une fonction principale et une seule, caractérisée par la ou les modifications majeures qu'il apporte aux propriétés des bétons, des mortiers ou des coulis, à l'état frais ou durci.

L'efficacité de la fonction principale de chaque adjuvant peut varier en fonction de son dosage et des composants du mortier. Un adjuvant présente généralement une ou plusieurs fonctions secondaires qui sont le plus souvent indépendantes de la fonction principale. L'emploi d'un adjuvant peut aussi entraîner des effets secondaires non directement recherchés.

Ainsi un adjuvant réducteur d'eau peut avoir une fonction secondaire de retardateur de prise.

#### **I.3.4.3. Les type des adjuvants : [13]**

Il y a plusieurs adjuvants on peut classer selon les types suivants :

- Les plastifiants
- Les réducteurs d'eau
- Les accélérateurs de prise

- Les accélérateurs de durcissement
- Les entraîneurs d'air
- Les fluidifiants
- Les hydrofuges de masse

Les normes françaises P 181-03 et P 183-31 et suivantes donnent les définitions et les caractéristiques des différents adjuvants. Elles sont rappelées ci-après :

**a- Plastifiants :**

Adjuvants dont la fonction principale est, pour une même teneur en eau, d'apporter sans ségrégation une augmentation de l'ouvrabilité d'un béton, mortier ou coulis.

**b- Réducteurs d'eau :**

Adjuvants, dont la fonction principale est, à même ouvrabilité, d'apporter une réduction de la teneur en eau d'un béton, mortier ou coulis.

Ces deux types d'adjuvants possèdent parfois des fonctions secondaires, complémentaires. C'est ainsi que des plastifiants peuvent être réducteurs d'eau, et que des réducteurs d'eau peuvent également être plastifiants.

Leur emploi est intéressant car ils permettent dans une certaine mesure d'augmenter la compacité finale du mélange et la résistance mécanique tout en facilitant la mise en œuvre du béton dans les moules.

Toutefois, il faut noter qu'ils peuvent dans certains cas modifier les temps de prise et de durcissement et que pour certains d'entre eux des surdosages entraînent par exemple des retards de prise importants.

**c- Accélérateurs de prise :**

Adjuvants dont la fonction principale est de diminuer les temps de début et de fin de prise du ciment dans le béton, mortier ou coulis. Un effet secondaire peut être de modifier le développement des résistances du béton, mortier ou coulis.

**d- Accélérateurs de durcissement :**

Adjuvants dont la fonction principale est d'accélérer le développement des résistances initiales du béton, mortier ou coulis. Un effet secondaire peut être de modifier la durée de prise.

Pour ces deux types d'adjuvants, l'accélération recherchée s'accompagne presque toujours d'une chute de résistance mécanique à moyen et long terme par rapport au témoin Il est donc nécessaire de s'assurer par des essais de convenance effectués suffisamment tôt avant l'ouverture du chantier (des essais à 90 jours devant être exigés) que les résistances finales obtenues sont acceptables.

#### **e- Entraîneurs d'air :**

Adjuvants dont la fonction principale est d'entraîner la formation dans le béton, mortier ou coulis, de microbulles d'air restant uniformément réparties dans la masse.

Ces adjuvants améliorent l'ouvrabilité, permettent une réduction de l'eau de gâchage et diminuent la ségrégation.

### **I.4. Les mortiers peuvent être :**

- préparés sur le chantier en dosant et en mélangeant les différents constituants, adjuvants compris.
- préparés sur le chantier à partir de mortiers industriels secs pré dosés (il suffit d'ajouter la quantité d'eau nécessaire).
- livrés par une centrale : ce sont des mortiers prêts à l'emploi, dont les dernières années, les mortiers retardés stabilisés, ont un temps d'emploi supérieur à 24 heures.

Les mortiers industriels se sont beaucoup développés ces dernières années, permettant d'éviter le stockage et le mélange des constituants sur des chantiers Le marché du bricolage a profité du développement des mortiers pré mélangés. Aujourd'hui, on peut trouver dans les surfaces de bricolages des mortiers répondant à tous les besoins non seulement par la nature du produit, mais aussi par son conditionnement plus adapté : sacs de 5 à 25kg.

### **I.5. Les mortiers de chantier et les mortiers prêts à l'emploi :**

#### **I.5.1. Les mortiers fabriqués sur le chantier :**

L'entreprise qui fabrique sur le chantier son mortier doit choisir correctement le liant en fonction de son type et de sa classe, le ou les sables, la teneur en eau (pour obtenir la plasticité désirée) et les adjuvants adaptés à la destination du mortier.

Les sables utilisés sont généralement siliceux ou (silico-calcaires) ; leur granulométrie est de préférence continue. 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 volume du sable humide (foisonnement).

Les mortiers peuvent comporter différents types d'adjuvants.

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

Le dosage en liant, (ciment ou chaux, ou mélange des deux) le plus généralement employé est de 300 à 400 kg/m<sup>3</sup> de sable. Pour un sable courant et un ciment Portland utilisé au dosage de 400 kg/m<sup>3</sup> de sable, la quantité d'eau de gâchage nécessaire pour obtenir un bon mortier d'usage courant est de l'ordre de 200 litres au maximum, qu'on a intérêt à diminuer par l'emploi de réducteur d'eau ou de plastifiant.

### **I.5.2. 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 par le fabricant, ce qui constitue pour l'utilisateur une sécurité.

Les autres avantages présentés par ces produits sont les suivant :

- Pré dosage de composition constante, garant de régularité et de qualité.
- Pas d'approvisionnement et de stockage sur place des constituants (sables, liant, adjuvants).
- Perte de temps limitée (appréciable dans le cas de travaux à effectuer rapidement et lorsque la place fait défaut).
- Chantiers plus propres.

Les producteurs proposent de nombreuses formules standard répondant à la plupart des besoins. Ils peuvent également étudier des composite de mortier adapté, donnant les performances optimale requise pour chaque usage. Ces mortiers reçoivent le plus souvent un ou plusieurs adjuvants en poudre, afin de modifier les propriétés rhéologique, les temps de prise, la durabilité, l'aspect (mortier colorés) ou leur adhérence grâce à l'ajout de résines vinyliques ou acryliques. Ils sont conditionnés en sac. Ces dernières années, il est apparu des sacs de 10 et 25 Kg pour les petits travaux et le bricolage.

### **I.5.3. Les mortiers frais retardés, stabilisés, prêts à l'emploi :**

Depuis quelques années sont apparus une nouvelle génération de mortiers livrés par les centrales de béton prêt à l'emploi : les mortiers frais retardés et stabilisés. Du fait qu'ils sont retardés, ces mortiers peuvent être livrés et stockés en quantité importante. On peut les utiliser dans un délai allant jusqu'à 24 heures sans avoir le souci de préparer de nombreuses petites gâchées. Très maniables et homogènes, ils possèdent des résistances très largement suffisantes pour les travaux auxquels ils sont destinés : maçonnerie et jointoiement.

Lorsqu'ils sont étalés en couche mince, la prise de ces mortiers est accélérée (effet d'absorption d'eau par le support et perte par évaporation).

Ces mortiers permettent, comme le béton prêt à l'emploi, de simplifier et d'améliorer les conditions de travail, en évitant les pertes de temps. Ils sont en général livrés dans des auges ou des bacs non absorbants, de 250 à 500 litres de capacité. Ces bacs restent sur le chantier, ce qui fournit un stockage commode et une complète disponibilité.

### **I.5.4. Les mortiers de fibres :**

L'incorporation de fibres de verre ou de polypropylène permet d'obtenir des mortiers présentant une cohésion supérieure et moins fissurables. Ce sont soit des mortiers pré mélangés, livrés en sac, soit des mortiers prêts à l'emploi, livrés par certaines centrales.

## **I.6. Les emplois des mortiers :**

### **I.6.1. Les enduits :**

Ce domaine d'application, qui constitue l'un des plus vastes débouchés des mortiers, Rappelons simplement qu'à côté des enduits traditionnels en trois couches décrits dans la norme NF P 15-201, se développent aujourd'hui les enduits monocouches épais, ainsi que les enduits isolants considérés encore comme non traditionnels.



**Figure. I.6 :** les enduits.

### **I.6.2. 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 doivent présenter une résistance suffisante pour assurer la transmission des charges au support, et parfois résister à l'abrasion ou au poinçonnement (sols industriels). Adhérente ou flottante, la chape peut également avoir une fonction thermique ou acoustique.



**Figure. I.7:** les chapes.

### I.6.3. 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 une compacité suffisante pour être étanche. On a généralement intérêt à utiliser des mortiers ne présentant pas un module d'élasticité trop élevé, de façon à pouvoir s'adapter aux variations dimensionnelles des éléments qu'il lie sans fissurer.

Les mortiers de joints constituent donc un maillon important de la maçonnerie, qui doit être bien étudié et bien mis en œuvre pour assurer la fonction qui lui est dévolue. C'est notamment le cas de la maçonnerie apparente. La norme XP P 10-202-1 « DTU 20.1. Ouvrage en maçonnerie de petits éléments. Parois et murs. » Fournit des indications sur les dosages préconisés pour les mortiers de jointoiement, ainsi que les préconisations pour leur mise en œuvre.



**Figure. I.8 :** les joints de maçonnerie

#### I.6.3.1. Réparer les joints dégradés sur les murs en pierre :

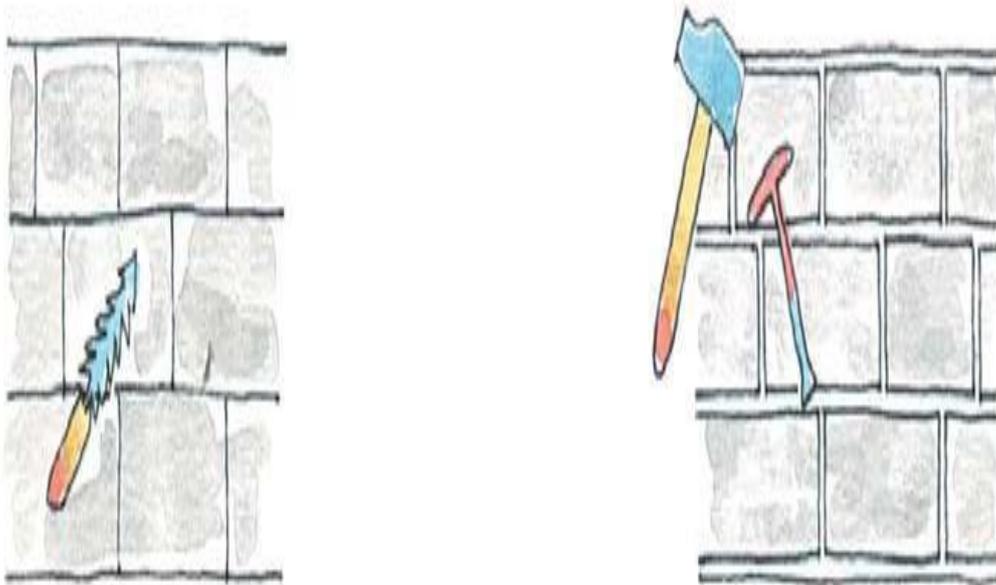
Les murs de pierre sont les éléments structurels les plus fréquents dans les constructions anciennes. Constitués de lits de pierres taillées, de moellons équarris ou bruts, ils sont exceptionnellement liaisonnés au plomb dans le cas des appareillages en taille noble ou le plus

souvent calés par un lit de mortier de ciment. Dans ce dernier cas, deux types de joints pourraient être identifiés: les joints « vifs », étroits (inférieurs à 5 mm) et peu profonds et les joints larges.

Les joints de mortier des murs de pierres sont vulnérables aux intempéries et notamment à l'eau. Leur exposition permanente provoque leur usure en profondeur, une désagrégation du mortier qui peut être accentuée par des mouvements liés à des problèmes structurels (bouffement, déversement, fissuration...), et /ou à la pousse de végétation.

#### I.6.3.1.1. Méthode de réparation :

La méthode consiste à nettoyer puis remplir le vide des joints par un mortier de ciment. Après la phase de préparation (nettoyage et humidification des supports), il s'agit de distinguer les deux types de joints pour ce qui concerne la composition des mortiers et les outils d'application.



**Figure. I.9** : nettoyage des joints vifs [39].

#### a) La préparation des supports :

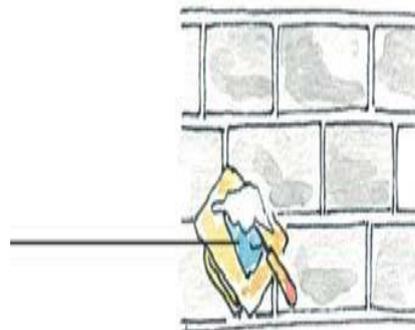
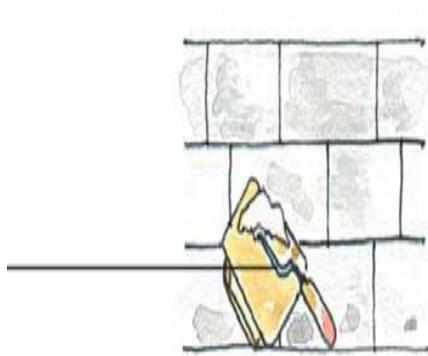
1. Enlever les parties endommagées du mortier. Pour le nettoyage des joints vifs, on utilise de préférence un outil fin, de type lame, lame de scie. Pour dégager le mortier sur des joints plus larges, on peut aussi utiliser avec soin un ciseau ou un burin avec un marteau. Le joint obtenu doit avoir une profondeur et une surface d'accroche suffisantes pour

assurer la bonne tenue du nouveau joint : environ 20 mm de profondeur pour les joints vifs, environ 50 mm pour les joints larges.

2. Nettoyer et dépoussiérer les joints (par exemple avec une brosse dure).
3. Arroser les joints avec de l'eau jusqu'à saturation, pour une meilleure prise du mortier.

#### b) L'application des mortiers :

1. Dans le cas des joints larges, projeter le mortier à la truelle jusqu'à remplir les joints au nu du parement. Si le volume à remplir est trop important, il peut s'avérer utile de ficher des morceaux de pierre dans le joint afin de réduire le volume de mortier à utiliser. Toutefois, il faut faire attention à ce que les morceaux ne dépassent pas de la surface du mur.
2. Dans le cas des joints vifs, remplir les joints en utilisant une spatule en prenant soin de garnir le joint jusqu'au fond, sans laisser de vides.
3. Après une prise minimale du mortier, on peut, dans un souci esthétique contemporain, choisir de nettoyer les pierres par brossage à sec, puis avec une éponge humide rincée régulièrement.
4. Une tendance à la mode consiste à dégager la pierre en creusant les joints, pour un résultat esthétiquement pauvre.



**Figure. I.10 :** Rejointoiement des joints vifs.[39] **Figure. I.11 :** Rejointoiement des Joints larges.[39]

**Remarque :**

L'utilisation des mortiers au ciment ou à la chaux artificielle. Trop durs et insuffisamment poreux, ils sont sujets au décollement, et provoquent la dégradation de la pierre autour des joints. On peut faire le choix de détruire soigneusement les joints en ciment pour les remplacer avantageusement par des joints en mortier de chaux blanche.

**I.6.4. 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.
- Scellements d'éléments de second œuvre.
- Scellements de mobiliers urbains.
- Scellements de regards de visite.
- Assemblage d'éléments préfabriqués.

**I.7. Les techniques particulières de mise en œuvre :**

Il y a deux techniques qui intéressent de nombreuses applications: la projection et l'injection.

**I.7.1. La projection :**

Fabriqués sur chantier, ou plus généralement pré dosés, les mortiers projetés comportent, outre le liant et le sable habituels, des adjuvants spécifique améliorant l'adhérence, des charges (silice, carbonate, etc.), et parfois des fibres (verre, polypropylène ou acier).

Projeté à l'aide de machines le plus souvent à air comprimé, le mortier est plus compact, adhère mieux au support et se prête bien à son application sur des parties d'ouvrages difficiles d'accès et de forme irrégulière. La suppression de manipulations délicates et pénibles, ainsi que les gains de productivité, expliquent le succès du mortier projeté dans de nombreuses applications:

- enduits monocouches.
- enduits isolants.
- revêtements de voûtes, en galeries, consolidation de talus.
- travaux de réparation, etc.

### **I.7.2. L'injection des mortiers :**

L'injection de mortier n'intéresse que certains types de travaux où les cavités à remplir sont suffisamment larges. Il est nécessaire que le diamètre maximum des grains de sable les plus gros ne dépasse pas le 1/5 des vides les plus fins à remplir.

S'il n'en était pas ainsi, il faudrait utiliser des coulis d'injection, comme dans le cas des coulis de ciment, le mortier d'injection doit être constitué de façon à être le plus « injectable » possible: grande fluidité pour un ressuage modéré (et, partant, une bonne stabilité, peu de ségrégation).

Les applications de l'injection sont essentiellement le remplissage de cavités, gaines, enveloppes diverses, ou plus généralement les vides d'accès difficile. L'injection est généralement pratiquée pour certains travaux sous l'eau, avec des formules de mortier étudiées pour éviter le délavage.

## **I.8. Qualités d'un bon mortier :**

### **I.8.1. Pendant la mise en œuvre :**

#### **a) Homogénéité :**

Sable et liant doivent former une pâte compacte et bien homogène sans trace de ségrégation

#### **b) Ouvrabilité :**

Le mortier doit pouvoir se mettre en œuvre facilement. Cette qualité est liée à la précédente.

**c) Prise assez lente :**

Le mortier doit pouvoir être utilisé pendant un temps assez long. La prise du liant ne peut commencer qu'au moins une heure après le gâchage. L'emploi d'un mortier bâtard donne lieu à des temps de prise plus longs que ceux qui correspondent au ciment considéré seul.

**d) Adhérence :**

Le mortier doit bien adhérer aux éléments à enlier. Dans de nombreux cas, il est intéressant, voire nécessaire de mouiller les briques ou blocs de manière qu'ils n'aspirent pas l'eau du mortier. Un mortier trop sec n'accroche pas bien ; Les blocs de béton cellulaire peuvent poser de sérieux problèmes à cet égard.

**I.8.2. Après la mise en œuvre :****a) Faible retrait, hydraulique :**

Le retrait est lié à la quantité d'eau de ciment employé, au rapport E/C et aux conditions dans lesquelles s'effectuent la prise et le durcissement. Un important retrait hydraulique est source de fissuration et nuit fort à l'imperméabilité de la masse durcie ; Éventuellement recourir au mortier bâtard et, dans tous les cas, éviter tout départ prématuré de l'eau.

**b) Imperméabilité :**

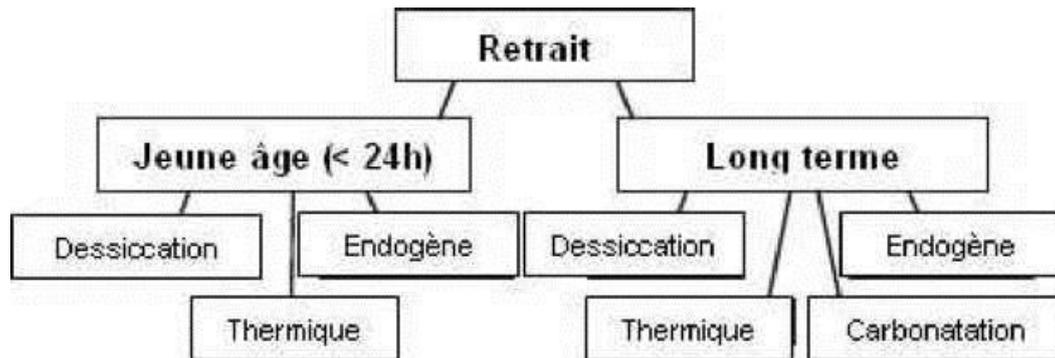
Les mortiers ne sont pas parfaitement imperméables mais, s'ils ont été dosés et mis en œuvre de manière à ce que l'homogénéité soit bonne et le retrait hydraulique faible, cette perméabilité peut être réduite)

**c) Résistance la compression :**

Sous cet angle, il n'y a généralement pas de gros problème car, dans la pratique, les mortiers sont très rarement soumis à d'importantes sollicitations.

**I.9. Caractérisations mécaniques des mortiers :****I.9.1Retrait :**

A partir de la prise du mortier, le retrait est le raccourcissement spontané du matériau non chargé. Le retrait peut être divisé en plusieurs types présentés dans la Figure suivante :



**Figure. I.12** : différents types de retrait. [14]

### **I.9.1.1. Différents types de retrait : [14]**

### **I.9.2. Quelques définitions sur quelques types des retraits : [15], [16]**

#### **I.9.2.1 Retrait d'autodissociation (ou deuxième retrait) :**

La réaction du ciment et de l'eau s'accompagne, dans la pâte de ciment durcie, d'une dessiccation sans départ d'eau vers l'extérieur. Cette auto dessiccation peut provoquer un retrait tout comme la dessiccation proprement dite. Il est induit par la contraction Le Chatelier et par l'hydratation. La contraction Le Chatelier provient du fait que le volume des produits hydratés est inférieur à la somme des volumes de ciment anhydre et de l'eau consommée. [17]

#### **I.9.2.2. Retrait endogène :**

Il représente la somme du retrait d'auto dessiccation et de la contraction Le Chatelier mais ces deux effets ne sont pas entièrement dissociables.

#### **I.9.2.3. Retrait thermique après prise :**

La prise du ciment s'accompagne d'un dégagement de chaleur et, dans les zones massives ou isolées thermiquement, d'un échauffement du mortier. Après la prise, ce dégagement de chaleur ralentit et le mortier durcit. Le retrait thermique après prise est la contraction du mortier due à ce refroidissement.

#### **I.9.2.4. Retrait de dessiccation :**

Il est dû au déséquilibre hygrométrique entre la pâte de ciment et le milieu ambiant essentiellement lié au départ de l'eau du mortier par évaporation.

#### **I.9.3. Gonflement après prise :**

Il apparaît dans des mortiers conservés sous eau et est lié à la structuration de la pâte de ciment par hydratation.

#### **Remarque :**

Dans notre étude, comme on s'intéresse à des éléments de 1 cm d'épaisseur environ, le retrait thermique pourra être considéré comme négligeable.

### **I.10. Déformations du mortier au jeune âge :**

#### **I.10.1. Ressuage :**

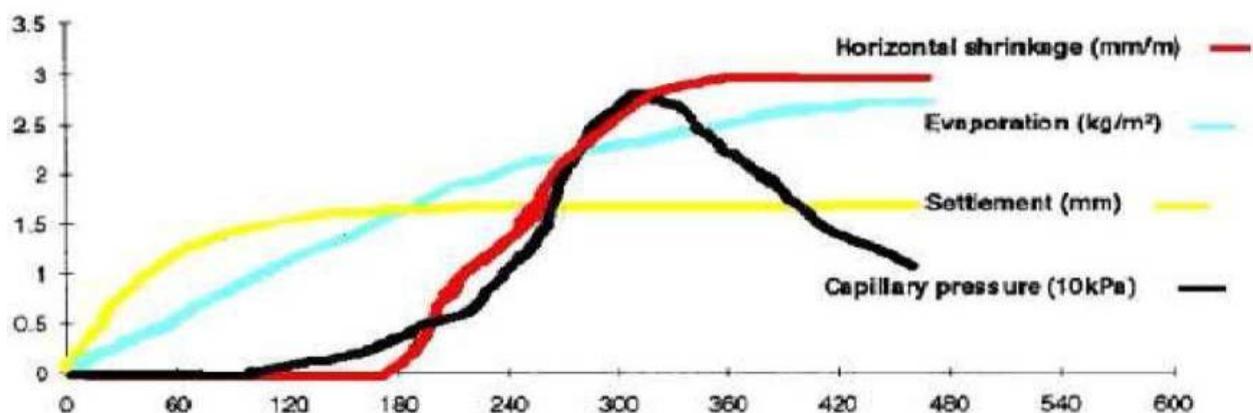
##### **I.10.1.1. Définition :**

Le ressuage est une forme de ségrégation du mortier frais. On entend par ressuage ou séparation et rejet d'eau, la propriété de sédimentation du mortier frais entre le moment du compactage et le début de prise. En raison de cette sédimentation, une quantité d'eau importante est amenée à la surface, surtout lorsque le rapport E/C est élevé, ce phénomène se manifestant aussitôt après la mise en place du matériau et jusqu'au début de la prise. Ce tassement a pour résultat une contraction du mortier sur lui-même que l'on assimile à un retrait. La mesure de la quantité d'eau de ressuée est une bonne indication de ce type de retrait. Il génère une détérioration de l'homogénéité du mortier, étant donné que l'eau de gâchage refoulée contient de fines particules de ciment et de sable. La solution aqueuse constituée de ciment et « d'eau de ressuage » stagne à la surface. La réaction chimique entre l'hydroxyde de calcium dissous, cette eau et le dioxyde de carbone contenu dans l'air, provoque un dépôt calcaire à la surface (carbonatation). Les dépôts (calcaire, ciment et sable très fin), également appelés laitance, sont reconnaissables par leurs colorations grise ou blanche visibles à la surface du mortier et indiquent une résistance inférieure à celle d'une surface en mortier standard. A cause de ce phénomène, il peut également subsister des poches d'eau entre le support et le mortier. Le ressuage dépend, non

seulement de la composition du mortier, de sa fabrication, de sa mise en œuvre mais également de la géométrie des composants et des conditions environnantes. [15]

### I.10.1.2. Retrait plastique (ou premier retrait ou retrait capillaire) :[18][19][20]

C'est le retrait du mortier frais ou en cours de prise lorsqu'il est dans son état le plus déformable. La déformation apparaît dès que la surface est exemptée d'eau de ressuage. Le début de la période de retrait plastique coïncide avec le début de prise qui est aussi la fin du ressuage, en phase plastique, d'où son nom de retrait « plastique ». Le retrait plastique horizontal, c'est-à-dire dont la mesure est effectuée de manière horizontale, est engendré par les forces capillaires dues au ménisque d'eau de la face séchant. Une faible pression capillaire peut engendrer un retrait non négligeable. Si le développement de la pression capillaire est suffisamment retardé, le retrait horizontal peut être considérablement diminué. Cet auteur ajoute que le début de prise du matériau est important car à partir de ce moment le mortier est capable de résister aux forces capillaires, on observe alors un plateau dans la courbe du retrait. Les variations de pression qui s'établissent dans les premières heures dépendent de l'humidité relative, de la température, de la vitesse du flux d'air, du tassement de la couche de mortier et de la perméabilité. Ce retrait se manifeste vis-à-vis d'éléments dont la surface est importante par rapport à l'épaisseur. Il dépend avant tout de la vitesse d'évaporation de l'eau, elle-même sensible au flux d'air et à l'humidité ambiante. [21]



**Figure. I.13:** retrait horizontal, évaporation, affaissement et pression capillaire en fonction du temps au jeune âge, pour un mortier. [20]

**Tableau.I.5** :Les différentes composantes du retrait au jeune âge sont représentées en volume.

Eau libre		Retrait horizontal & affaissement
Ciment & eau d'hydratation	Évaporation	Eau
		Ciment hydraté
Air entraîné Réseau poreux	Contraction (hydratation)	Air entraîné Réseau poreux
Gravillons		Gravillons

### I.11. Moyens de mesure :

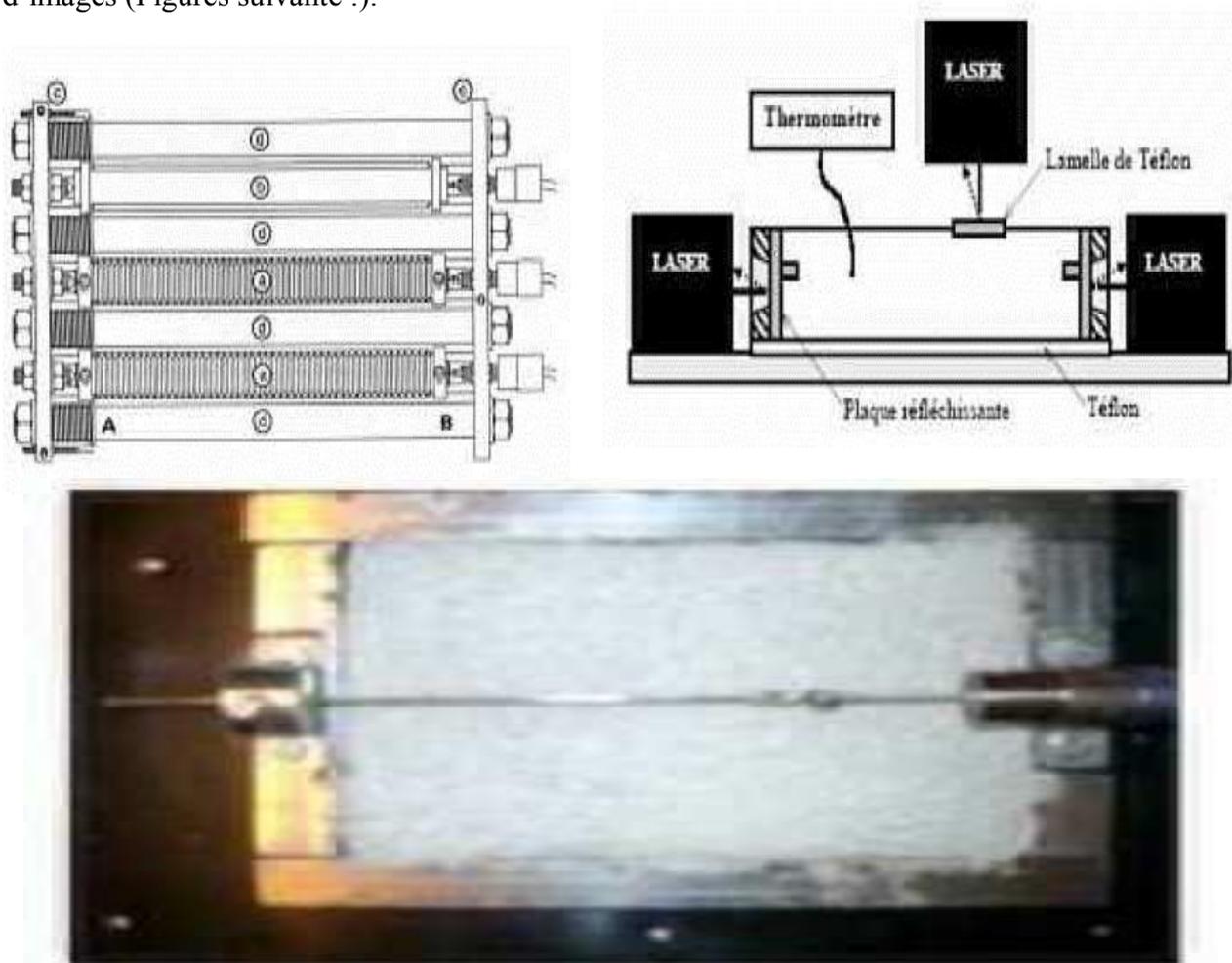
La mesure du retrait peut se décomposer en deux parties en considérant la mesure du retrait au jeune âge lorsque le matériau est frais et la mesure du retrait du mortier durci. La distinction entre les deux est ainsi faite car au jeune âge et à l'état durci, le mortier n'a pas les mêmes propriétés, il n'est pas dans le même état physique.

#### Il existe divers types de mesures de retrait :

- Linéique. [22]
- Surfaique. [23]
- Volumique et gravimétrique. [24]

Les valeurs de retrait mesurées avec les méthodes volumiques sont supérieures à celles mesurées avec les méthodes linéiques. Les mesures volumiques sont surtout utilisées dans le cas de la mesure du retrait endogène par pesée hydrostatique d'un mortier placé dans une membrane plastique. Cette méthode permet de mesurer un retrait isotrope dès le début de l'hydratation du mortier. Par contre, elle ne permet pas de mesurer l'effet des échanges avec un support ou avec l'extérieur. Pour notre étude, nous allons donc nous concentrer sur les méthodes permettant d'effectuer des mesures de retrait du mortier appliqué sur un support et/ou au contact avec l'atmosphère, c'est-à-dire les méthodes linéiques et surfaiques. En effet, nous utiliserons dans

notre étude une méthode de mesure linéique dimensionnelle d'une couche de 1 cm d'épaisseur de mortier appliquée ou non sur un support poreux. Il faut distinguer les mesures verticales effectuées après prise, à l'aide de capteurs dimensionnels numériques ou de comparateurs par l'intermédiaire de plots collés et les mesures linéiques horizontales, qui autorisent la mesure du retrait du mortier frais au jeune âge. La mesure du retrait peut se faire par l'intermédiaire de plots noyés dans le mortier et de capteurs LVDT, par des capteurs laser, ou plus récemment par analyse d'images (Figures suivante :).



**Figure. I.14 :** appareil de mesure du retrait. [25] [26]

## I.12. Pathologies des mortiers, cas pratique :

### 1) Cas d'enduit de façade, enduit monocouche [27] [28]

Dans cette partie, nous n'allons pas traiter des défauts d'aspects, comme le nuançage, les spectres de réapparition des joints de hourdage, les efflorescences ou encore les salissures dues aux micro-organismes. Un enduit monocouche est un enduit s'appliquant en deux temps, la

seconde couche juste après une couche encore fraîche. La fissuration et la perte d'adhérence sont les deux principales pathologies observées. Elles coexistent dans la plupart des cas.

### **I.12.1. La fissuration :**

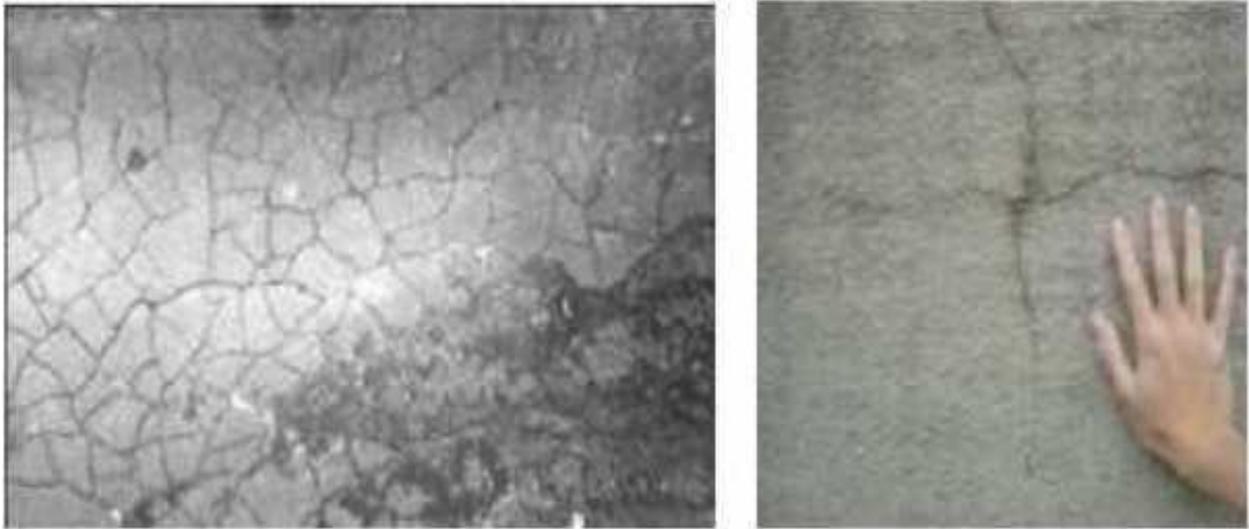
#### **I.12.1.1. Généralités :**

Lorsqu'un mortier est appliqué sur un support, la couche de mortier est soumise au retrait. La succion et la dessiccation sont des facteurs responsables du retrait. Pour une couche mince de 1 cm environ, ces deux facteurs en sont les causes premières. Or, ce retrait est gêné par l'adhérence au support, créant ainsi des contraintes dans la couche de mortier. Lorsque le retrait empêché est trop important, les contraintes internes deviennent plus grandes que la résistance en traction du mortier et génèrent de la fissuration. La capacité de déformation du mortier est aussi à prendre en compte. Cette fissuration peut surgir au moment de la phase plastique du mortier ou dans les jours suivant la prise et le durcissement de ce dernier. La température, les conditions de cure, la vitesse du vent, la nature du ciment et des ajouts minéraux, le rapport E /C influencent ce phénomène de fissuration.

#### **I.12.1.2. Les types des fissurations :**

on peut décomposer plusieurs types de fissures :

- Le faïençage,
- Fissuration de surface en forme de toile d'araignée,
- Les microfissures mesurant moins de 0,2 mm d'ouverture,
- Les fissures mesurant entre 0,2 et 2 mm de largeur,
- Les lézardes supérieures à 2mm



**Figure. I.15 :** faïençage (à gauche) et fissures (à droite).[39]

### **I.12.1.3. Les cause des fissurations :**

La cause de la fissuration peut être liée au support, dans ce cas on parle de fissuration structurelle, le problème provient du gros œuvre et du terrain et du fluage du béton. A l'origine des fissurations, les mauvaises conditions d'applications sont essentielles :

Un rapport E/C trop élevé augmente le retrait du mortier qui peut générer des microfissures. La quantité d'eau de gâchage doit être contrôlée, La teneur en liant ne doit pas être trop faible. Si l'enduit est appliqué en plusieurs passes, ces teneurs doivent être sensiblement les mêmes, Le module élastique du produit ne doit pas être trop élevé. Un temps de malaxage insuffisant augmente le module élastique ce qui modifie sa déformabilité et sa capacité à résister aux contraintes internes, L'épaisseur de l'enduit trop importante peut provoquer un phénomène de tassement favorisant la fissuration, Les variations d'épaisseurs de l'enduit dues à l'irrégularité du support génèrent des concentrations de contraintes favorisant la fissuration, Le degré de saturation en eau du support conditionne le retrait, une humidification insuffisante du support provoque une dessiccation de l'enduit trop importante du fait de la succion du support,

La présence de polluants comme les sulfates des matériaux à base de plâtre n'entraîne pas obligatoirement la formation d'espèces expansives mais perturbe l'hydratation de l'enduit, Les conditions de cure influent sur le retrait, l'hydratation et donc les caractéristiques mécaniques du mortier. Une application par temps chaud et vent sec sont donc préjudiciables. Dans ce cas, une ré-humidification de l'enduit est nécessaire, Les chocs thermiques du fait de variations de

température atteignant 50°C peuvent provoquer des déformations brutales de dimension et générer ainsi de la fissuration si notamment l'adhérence et les caractéristiques mécaniques de l'enduit sont faibles.

### **I.12.2. La perte d'adhérence :**

Elle est conditionnée par les mêmes facteurs que ceux décrits ci-dessus, auxquels on peut ajouter les suivants :

La rugosité du support est un facteur important dans l'adhérence du mortier. Par exemple, des parois en béton banché trop lisses rendent difficile l'accrochage de l'enduit. L'absence d'une couche d'accrochage (gobetis) ou de fixation (repiquage) du support peut nuire à l'adhérence, La présence de polluants comme l'huile de décoffrage ou la poussière peuvent empêcher l'établissement de l'adhésion par contact, Le degré de saturation en eau du support, comme pour la fissuration, est important dans l'adhésion de l'enduit. Une humidification insuffisante de l'enduit provoque son grillage et au contraire, un support gorgé d'eau peut empêcher l'adhésion du mortier.

### **Cas de mortier colle pour revêtement de façade : [29]**

Les pathologies observées sont dans le cas des enduits de façade, la perte d'adhérence par le décollement des matériaux de revêtement et la fissuration suivant les joints. Le décollement peut avoir lieu au niveau de l'interface mortier carreau, mais aussi dans le support. Dans ce cas, on parle de délaminage. Comme dans le cas des enduits, les déformations structurelles, les contraintes climatiques sont par exemple des facteurs favorisant le décollement de carrelages. Dans ce cas, les infiltrations d'eau apparaissent essentielles ; en effet, le délavage du mortier colle est néfaste à l'adhérence. Il faut donc une bonne qualité de joint entre les carreaux pour assurer une bonne pérennité du collage. Dans les conditions de mise en place, on peut ajouter que la pose ne doit pas s'effectuer par temps trop froid. D'un point de vue de la mise en œuvre, le double encollage permet une meilleure adhérence du carrelage par exemple. Le temps d'utilisation du mortier colle est aussi important dans la création de l'adhérence. Si le « temps ouvert » est trop long, le mortier colle se rigidifie et forme une peau en sa surface empêchant l'adhésion. Les facteurs régissant le collage sont les mêmes que ceux des enduits pour façade. Cependant, l'adhérence doit être plus grande du fait de leur utilisation et les formulations des deux types de produits sont donc différentes, une étant faite pour l'esthétique et la protection du mur, l'autre pour coller des éléments. Le décollement peut donc provenir d'une déformation différentielle

entre le support et le revêtement. L'adhérence initiale est bonne mais les contraintes sont anormalement élevées. La seconde raison provient des conditions de mise en œuvre défavorables. Les contraintes sont faibles mais l'adhérence initiale est anormalement faible.



**Figure. I.16:** décollement de Figure carreaux. [30]



**Figure. I.17 :** fissuration au niveau des joints. [30]

### **Cas des mortiers de réparation et de finition :**

Les ingénieurs de génie civil décrivent les pathologies de mortiers de réparation et de finition. Ces ingénieurs donnent les causes de ces pathologies pour différents types de mortier et la méthode pour améliorer l'adhérence (Tableau (I.2)). Aux causes décrites dans les deux

paragraphes précédents sont ajoutés la formation de bulles d'air à l'interface et le type de filler utilisé. Comme solutions principales, l'ingénieure propose divers traitements de surface du support et l'utilisation de filler adaptés. Il évoque aussi le rapport P/C et la bonne dispersion de l'agent filler. [31]

**Tableau. I.6 :** Pathologies pour différents types de mortier. [31].

Type de matériaux de réparation ou de finition	Type de support	Causes de la faible adhérence au support	Type d'endommagement	Technique pour améliorer l'adhérence
Mortier ordinaire	Ciment, béton ou mortier Armature	Grillage Formation de poches d'air à l'interface Retrait de dessiccation Contraintes à l'interface	Perte d'adhérence Fissuration Délaminage	Ajout d'une dispersion de polymère Application sur le support d'une pâte de ciment modifié polymère comme agent d'accroche
Mortier modifié Filler	Ciment, béton, mortier Armature	Mauvais choix du type de polymère ou de P/C		Traitement de surface du support, autres choix de polymère ou de P/C
Mortier filler	Ciment, béton, Mortier	Taux d'imprégnation en eau du support, retrait		Application d'un primaire d'accroche, utilisation d'un agent réducteur de retrait

## **I.13. Adhérence :**

### **I.13.1. Définitions, paramètres influents [32]**

On peut définir l'adhérence comme la force qu'il faut fournir au système adhérent pour séparer deux constituants. Il faut distinguer l'adhérence de l'adhésion. En effet, l'adhésion est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques qui sont responsables de la formation et de la cohésion des interfaces entre deux corps. Dans le domaine des mortiers appliqués sur un support, l'adhésion est liée à plusieurs facteurs:

L'adhésivité qui est l'aptitude à créer des forces d'interactions entre le support et le mortier, L'état de surface et la nature du support (porosité, rugosité, absorptivité, état de propreté), La mouillabilité qui réside dans l'aptitude du mortier à créer un contact avec le support sur lequel il est appliquée.

### **I.13.2. L'adhésion peut être divisée en deux types :**

L'adhésion chimique qui est la capacité à créer des liaisons chimiques fortes ou « physiques » faibles, L'adhésion mécanique (ancrage mécanique) qui est la capacité du mortier à « pénétrer » dans le support au travers de la porosité ou de la rugosité par exemple.

## **I.14. Conclusion :**

Le mortier est l'un des matériaux de construction le plus utilisée dans le monde grâce à leur différent domaine d'application.

L'étude de quelque propriété et quelque pathologie des mortiers tels que le retrait le ressuage et les fissures donnent une idée générale sur leur qualité et comment on peut modifier et améliorer leurs caractéristiques mécaniques, chimiques, et physiques.

Le type de ciment est un paramètre de toute première importance. Il n'est pas aisé de déterminer les caractéristiques du ciment (finesse, ...) qui ont une influence sur le couple filler et super plastifiant. Donc L'étude des composantes des mortiers aide nous pour obtenir une bonne qualité de mortier.