

# Travaux Pratique Matériaux de Construction 2

*TP2 : Confection et essais sur mortiers*



Au profit des étudiants 3<sup>ème</sup> année licence

Cycle LMD

Spécialité Génie Civil

.....  
Dr.BENMAMMAR Mohammed

Maître Assistant

University Abou Bekr Blkaid

Département Génie Civil - Faculté Technologie

Email : mohamme.benmammar@gmail.com

# Table des matières



<b>Objectifs</b>	3
<b>Introduction</b>	4
<b>I - Carte Conception Mentale</b>	5
<b>II - Connaissances préalables recommandées :</b>	6
<b>III - Connaissance de prés -requis</b>	7
<b>IV - Test de prés requis</b>	8
1. Exercice .....	8
<b>V - Confection et essais sur mortiers.</b>	9
1. Mortier Normal .....	9
2. Principe .....	9
3. Matériel .....	9
4. Mode d'opérateur .....	10
5. Essai sur le mortier .....	11
5.1. à l'état frais: Mesure la consistance des mortiers .....	11
5.2. Mesure du temps de prise sur mortier (NF P15-431) .....	11
5.3. A l'état durci : mesure la résistance à la compression et à la traction (EN 196-1) .....	14
<b>VI - Test de sortie</b>	21
1. Exercice .....	21
<b>VII - Mode d'évaluation</b>	24
<b>Glossaire</b>	25
<b>Références</b>	26
<b>Bibliographie</b>	27
<b>Index</b>	28

# Objectifs

A la fin de ce **TP** vous allez **capable** de :

- **Savoir** ce qu'est-ce qu'un **mortier normal**
- **Confectionner** un **mortier normal** sur des éprouvettes **prismatiques** (4\*4\*16) cm
- **Déterminer** la **classe** vraie de **ciment** à partir d'**écrasement** de ces éprouvettes à l'âge de 02,07 et 28 jours ;
- **Évaluer** la **consistance** d'un **mortier** de ciment ;
- **Mesurer** le **temps de prise** sur mortier ;
- **Déterminer** les **résistances** à la **compression** et à la **traction** d'un **mortier** de ciment .

# Introduction



Le **mortier** est un mélange constitué le plus souvent de **liant hydraulique** (ciment ou chaux), de sable, d'eau de gâchage et d'adjuvants éventuels.

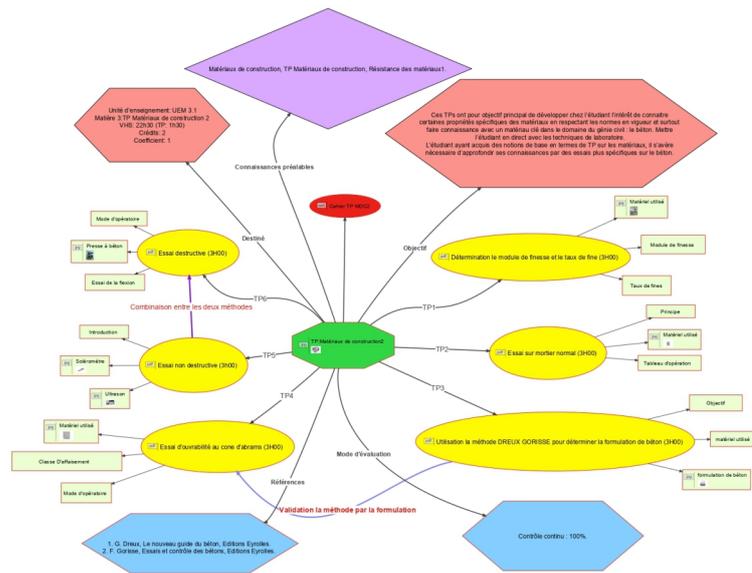
Les mortiers s'utilisent pour assurer la liaison et la cohésion des éléments, protéger les constructions contre l'humidité, constituer des chapes et servir de matière première dans la fabrication des éléments manufacturés Larcher, J. L., & Gelgon, T. (2012)<sup>\*\*\*</sup>. Il existe les **mortiers de chaux**, les **mortiers de ciment**, les **mortiers bâtards** (ils ont réalisés avec deux liants, chaux et ciment, à parts égales ou avec une quantité plus ou moins grande de l'un ou l'autre), les mortiers spéciaux (**le mortier** de ciment blanc, le **mortier rapide** et le **mortier réfractaire**) et les présentations commerciales (le mortier préparé sur le chantier, le **mortier** industriel sec pré mélangé, le **mortier prêt à l'emploi**, le **mortier de fibre**) Larcher, J. L., & Gelgon, T. (2012)<sup>\*\*</sup>

La qualité du **mortier** peut être évaluée en fonction de ses propriétés qui sont les suivantes : **l'ouvrabilité** (la facilité de mise en œuvre ou la **consistance**), le **temps de prise**, la **résistance** à la **compression** et à la **traction**, la **compacité**, la **porosité**, **l'imperméabilité**, **l'adhérence** aux matériaux, la **résistance** aux agents extérieurs, le **retrait** et le **gonflement**.

# Carte Conception Mentale



Le programme de TPMDC2 pour la promo des étudiants licence L3 génie civil résumé sur la carte mentale selon le canevas retenue par le département de génie civil



Carte Conception Mentale



# Connaissance de prés - requis



Matériaux de construction, **TP** Matériaux de construction, **Consistance** de ciment, **début** et la **fin de prise** de ciment

# Test de prés requis

IV

## 1. Exercice

Exercice

---

Citer la valeur référentiel de la consistance de ciment

Exercice

---

Citer la masse de ciment pour préparer le mortier

Exercice

---

Donner nous la masse de sable normalisé utilisé pour confectionner le mortier normal

Exercice

---

le rapport de E/C utilisé pour un mortier

- 0.26
- 0.28
- 0.30

# Confection et essais sur mortiers.

V

## 1. Mortier Normal

Le mortier normal est un mortier qui sert à définir certaines caractéristiques des ciments et notamment la résistance à la compression. Ce mortier est réalisé conformément à la norme NF EN 196-1\*

Le mortier normal est le mélange d'éléments secs 1 :3 avec un rapport E/C = 0,5

## 2. Principe

L'essai consiste à préparer un **mortier normal** à l'aide d'un sable normalisé. Ce sable est **conditionné** en sac **plastique** en dose de **1350 ± 5 g**. Sa courbe granulométrique doit se situer à l'**intérieur** du fuseau indiqué sur le **tableau 1 fixé par la norme EN 480-2**.\* \*

Tamis carrées (mm)	Passant cumulées		
	courbe moyenne	BS 1377-9	ASTM-D1556
4	100	4	100
2	94 à 100	2	94 à 100
1	77 à 87	1	77 à 87
0,5	60 à 70	0,5	60 à 70
0,25	39 à 49	0,25	39 à 49
0,125	13 à 23	0,125	13 à 23
0,063	0 à 2	0,063	0 à 2

Tableau1 : La granularité du sable pour mortier à maçonner est fixée par la norme EN 480-13.

## 3. Matériel

- Une balance ;
- Un malaxeur normalisé (figure 1), il doit comporter essentiellement :
- Un récipient en acier inoxydable d'une capacité de 5 litres environ.
- Un batteur en acier inoxydable



figure 1 : malaxeur normalisé

#### 4. Mode d'opérateur

- Mélanger le **sable normalisé** avec le ciment à tester et l'eau dans les proportions suivantes : **450 ± 2 g** de ciment, **1350 ± 5g** de sable normalisé et **225 ± 1 g** d'eau.
- Avant d'être utilisé pour l'identification de caractéristiques physique et/ou mécanique, ce mortier est malaxé pendant **4 minutes** conformément aux prescriptions de la **norme**
- Introduire **l'eau** en premier dans la cuve du malaxeur ; y verser ensuite le **ciment** ; aussitôt après, mettre le malaxeur en **marche** à vitesse **lente**.
- Après **30 s** de malaxage introduire régulièrement le sable pendant les **30s** suivantes. Mettre alors le malaxeur à sa vitesse **rapide** et continuer le malaxage pendant **30s** supplémentaires.
- Arrêter le malaxeur pendant **1 min 30 s**. Pendant les **15** premières secondes enlever au moyen d'une raclette tout le **mortier** adhérent aux parois et au fond du récipient en le **repoussant** vers le milieu de celui-ci.
- **Reprendre** ensuite le malaxage à **grande** vitesse pendant **60 s**.
- Ces opérations de malaxage sont récapitulées dans le **tableau 2**.

Operation	Introduction de l'eau	Introduction de ciment	Introduction du sable	Lagrange de la cuve		
Duré			30 s	30 s	15s	1 min et 15 s
Etat du malaxeur	Arrete		Vitesse lente		Arrete	
						Vitesse rapide

Tableau 2 : Opérations de malaxage du mortier normal

Cf. ""

## 5. Essai sur le mortier

### 5.1. à l'état frais: Mesure la consistance des mortiers

La **consistance** est une mesure de la fluidité et/ou de l'humidité du mortier frais et donne une mesure de la déformabilité du mortier frais lorsqu'il est soumis à un certain type de **contrainte**.

Le mortier prêt, le verser dans des moules **prismatiques** 4x4x16 cm. La mise en place est réalisée par vibration. Figure 2



Figure 2 : Prismatique de mortier 4x4x16

### 5.2. Mesure du temps de prise sur mortier (NF P15-431)

Les essais de prise peuvent être effectués sur **mortier**. Lorsque l'essai a lieu sur mortier normal, il est gouverné par la norme NF P15-431\*. L'appareil utilisé est toujours l'appareil de Vicat\* (figure 3), mais **surchargé** par une masse additionnelle de 700 g. L'aiguille de 1,13 mm de diamètre qui pénètre le mortier est alors soumise à une charge de 1000 g (masse de 700 g + la masse de la partie mobile ou **coulissante** qui pèse 300 g). La procédure d'essai est la même que celle décrite pour la pâte de ciment. Le début de **prise** est défini comme le moment où l'aiguille cesse de s'enfoncer sous l'effet de ce chargement et s'arrête à une distance  $d$  du fond du moule de 2,5 mm. Note : L'essai de détermination du temps de prise du mortier, avec ou sans **adjuvants**, est gouverné par la norme EN 480-2\*.



*figure3 Appareil de vicat*



*Figure 4 : Presse de compression de ciment avec son dispositif de compression*

### 5.3. A l'état durci : mesure la résistance à la compression et à la traction (EN 196-1)

#### 5.3.1. Objectif

Il s'agit de déterminer les **résistances** à la **compression** et à la **traction** d'un mortier de ciment.

#### 5.3.2. Principe

L'essai consiste à étudier les **résistances** à la **traction** et à la **compression** d'éprouvettes de **mortier normal**. Dans un tel mortier la seule variable est la nature du **liant hydraulique** ; la **résistance** du mortier est alors considérée comme **significative** de la résistance du liant utilisé.

#### 5.3.3. Laboratoire et équipement

- Le laboratoire où a lieu la préparation des éprouvettes doit être maintenu à une température de  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et à une humidité relative supérieure ou égale à 50 %.
- La chambre humide (ou la grande armoire) pour la **conservation** des éprouvettes dans le moule doit être maintenue d'une manière continue à une température de  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  et à une humidité relative supérieure ou égale à 90 %.
- La température de l'eau dans les récipients de conservation doit être maintenue à  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ .  
Un malaxeur normalisé (figure 1) ;
- Des moules **normalisés** (figure 2) : les moules doivent comporter trois compartiments **horizontaux** permettant la préparation **simultanée** de trois éprouvettes prismatiques de section **transversale** de 40 mm × 40 mm et de 160 mm de longueur (ces éprouvettes sont appelées « éprouvettes **4 x 4 x 16** ») ;
- Une hausse en métal (figure 7) bien ajustée avec des parois verticales de 20 mm à 40 mm de hauteur. Elle doit être utilisée pour faciliter le remplissage du moule ;



Figure 5 Hausse de moule

- Deux **spatules** et une règle métallique plate du type montré à la figure 6 pour étendre et araser le mortier

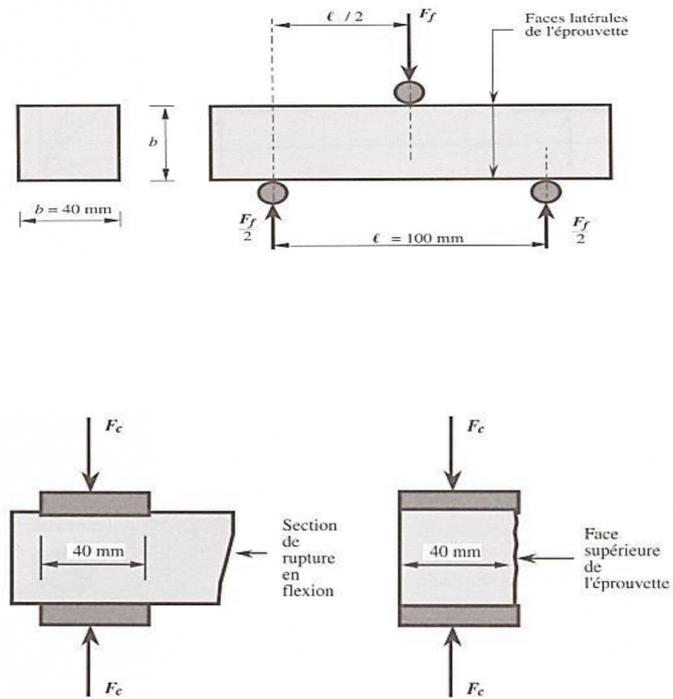


Figure 9 : Dispositif de rupture en compression (Dupain et Saint-Arroman, 2009).

- Un **appareil à chocs** (figure 7) : il permet d'appliquer **60** chocs aux moules en les faisant chuter d'une hauteur de **15 mm ± 0,3 mm** à la fréquence d'une chute par seconde pendant **60 s** ;



*Figure 7 : Appareil à chocs.*

- Une machine d'essais de **résistance à la flexion** permettant d'appliquer des charges jusqu'à **10 kN** avec une vitesse de mise en charge de **50 N/s  $\pm$  10 N/s**. La machine doit être pourvue d'un dispositif de flexion tel que celui schématisé sur la figure 8 ;

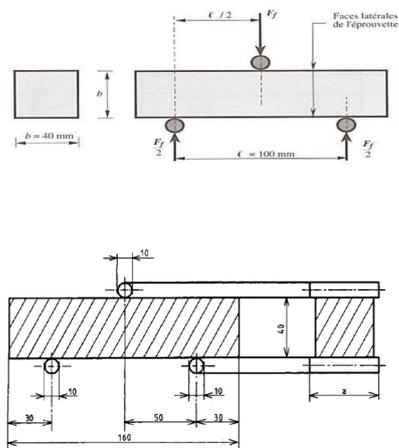


Figure 8 : Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion.

Une machine d'essais à la **compression** permettant d'appliquer des charges jusqu'à **150 kN** (ou plus si les essais l'exigent) avec une vitesse de mise en charge de **2400 N/s  $\pm$  200 N/s**. Cette machine est équipée d'un dispositif de **compression** tel que celui schématisé sur la figure 4.

### 5.3.4. Conservation des éprouvettes

#### a) Manutention et magasinage avant démoulage

- Enlever le **résidu** de mortier restant sur le **périmètre** du moule par suite de l'arasement.
- Poser une plaque plane de verre de 210 mm × 185 mm et de 6 mm **d'épaisseur** sur le moule. Une **plaque** en acier ou tout autre matériau **imperméable** de dimensions **semblables** peut être utilisé.
- Placer chaque moule **couvert, convenablement** identifié, sans retard sur un support horizontal dans la chambre ou **armoie** humide.
- Chaque moule est **extraît** de la **chambre** de conservation à l'heure prévue pour son démoulage.

**Note :** Les moules ne doivent pas être empilés les uns sur les autres où l'air humide doit pouvoir accéder à tous les côtés du moule.

#### b) Démoulage des éprouvettes

- Effectuer le **démoulage** avec toutes les précautions requises à l'aide de marteaux en **plastique** ou en **caoutchouc** ou des dispositifs spéciaux.

Le démoulage est **effectué** :

au plus tôt 20 min avant l'essai pour les essais à **24 h** ;

entre **20 h** et **24 h** après le moulage pour les essais au-delà de l'échéance de 24 h.

**Note :** Le démoulage peut être retardé de 24 h si le mortier n'a pas acquis une résistance suffisante à 24 h pour être manipulé sans risque de dommage. Ce retard de démoulage doit être noté dans le rapport d'essai.

- Après **démoulage**, conserver les éprouvettes à essayer à 24 h (ou 48 h quand ce délai de démoulage est nécessaire) recouvertes d'un linge humide jusqu'à ce qu'elles soient **essayées**.
- Marquer **convenablement** les éprouvettes à conserver dans l'eau, pour l'identification ultérieure, par exemple avec une encre ou un crayon résistant à l'eau.

#### c) Conservation des éprouvettes dans l'eau

- Immerger sans retard les **éprouvettes** marquées, de manière convenable, soit horizontalement, soit verticalement, dans l'eau à  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  et dans des récipients **adéquats** (la lame d'eau entre les éprouvettes ou les couvrants ne peut être inférieure à 5 mm).
- Les éprouvettes, devant être essayées à des **échéances** particulières (autres que 24 h ou 48 h dans le cas de retard du démoulage), doivent être retirées de l'eau au maximum **15 min** avant que l'essai soit exécuté.
- Enlever tout dépôt sur les faces d'essai.
- Recouvrir les éprouvettes d'un linge humide jusqu'au moment des essais.

#### d) Âge des éprouvettes pour les essais de résistance mécanique

Compter l'âge des éprouvettes à partir du moment du malaxage du ciment et de l'eau, jusqu'au début de l'essai.

Les essais de résistance doivent être effectués à différents âges dans les limites suivantes :

24 h ± 15 min ; 48 h ± 30 min ; 72 h ± 45 min ; 7 jours ± 2 h ; 28 jours ± 8 h.

### 5.3.5. Essai des éprouvettes

#### a) Résistance à la flexion

- Placer le prisme dans un **dispositif** de flexion (figure 2) avec une face latérale de moulage sur les **rouleaux** d'appui et son axe **longitudinal perpendiculaire** à ceux-ci.
- Appliquer la charge **verticalement** par le rouleau de chargement sur la face **latérale opposée** du **prisme** et l'augmenter sans à-coups à raison de  $50 \text{ N/s} \pm 10 \text{ N/s}$ , jusqu'à rupture.
- **Conserver** les demi-prismes humides jusqu'au moment des essais en **compression**.
- Calculer la **contrainte de traction** (la résistance à la **flexion**) **Rf** (en  $\text{N/mm}^2$ ) en utilisant la formule suivante :

$$R_f = \frac{1,5 \cdot F_f \cdot l}{b^3}$$

Où : Rf est la résistance à la flexion, en  $\text{N/mm}^2$  ;

b est le côté de la section carrée du prisme, en mm ;

Ff est la charge appliquée au milieu du prisme à la rupture, en N ;

l est la distance entre les appuis, en mm.

- Calculer la moyenne de trois contraintes de traction

#### b) Résistance à la compression

Les demi-prismes obtenus dans l'essai de **flexion** doivent être essayés en compression sur les faces **latérales** de moulage sous une section de  $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ .

- Essayer les demi-prismes en **compression** sur les faces **latérales** de moulage comme indiqué sur la figure 3.10.
- Centrer chaque demi-prisme latéralement par rapport aux plateaux de la machine à  $\pm 0,5 \text{ mm}$  près et longitudinalement de façon que le bout du prisme soit en porte-à-faux par rapport aux plateaux ou aux plaques auxiliaires d'environ  $10 \text{ mm}$ .
- Augmenter la charge sans à-coups à la vitesse de  $2400 \text{ N/s} \pm 200 \text{ N/s}$  durant toute la durée d'application de la charge jusqu'à la rupture.
- Calculer la résistance à la compression Rc (en  $\text{N/mm}^2$ ) au moyen de la formule suivante :

$$R_c = \frac{F_c}{1600}$$

Les résultats obtenus pour chacun des 6 demi-prismes sont arrondis à  $0,1 \text{ MPa}$  près

- Calculer la moyenne arithmétique de six déterminations de la résistance à la compression effectuées sur une →série de trois prismes et exprimer cette moyenne arrondie à  $0,1 \text{ N/mm}^2$  près.

**Note :** Si un résultat parmi les six déterminations varie de plus de  $\pm 10 \%$  de la moyenne des six valeurs, écarter ce résultat et calculer la moyenne des cinq valeurs restantes. Si un nouveau résultat parmi ces cinq déterminations varie de plus de  $\pm 10 \%$  de la moyenne de ces cinq déterminations, écarter toute la série de mesures.

→Lorsque le résultat est satisfaisant, la moyenne obtenue est la résistance du ciment à l'âge considéré.

### c) Résistance normale

La résistance dite **résistance normale** pour un ciment donné est la résistance ainsi mesurée à l'âge de 28 jours. C'est cette résistance qui définit la classe du ciment : si un ciment a, à 28 jours, une résistance normale de 52 MPa, on dira que sa classe vraie est de 52 MPa.

Note : la classe commerciale, celle qui est indiquée par le fabricant, peut s'éloigner notablement de cette classe vraie, car les normes NF P 15-301 et EN 197-1 autorisent une variation de 20 MPa au-dessus d'une valeur spécifiée.

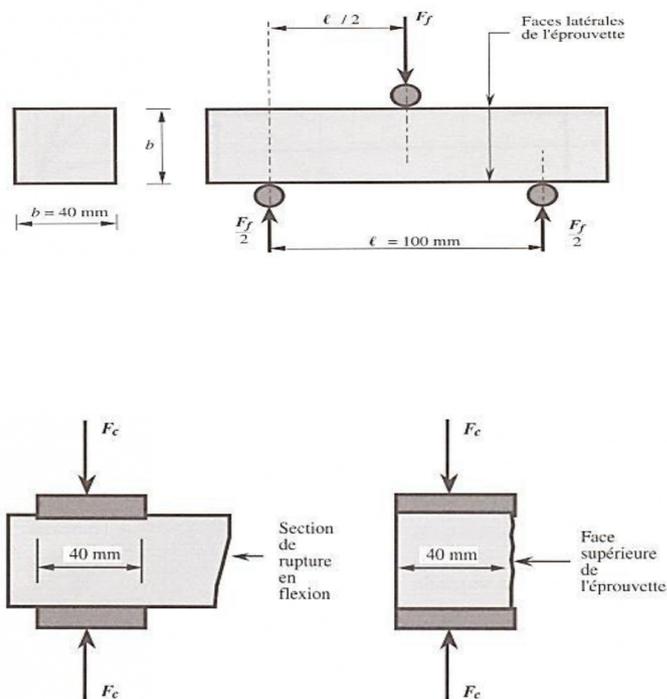


Figure 9 : Dispositif de rupture en compression (Dupain et Saint-Arroman, 2009).

# Test de sortie

VI

## 1. Exercice

### Exercice

---

Le mortier normal est un mortier qui sert à définir

- certaines caractéristiques des ciments
- la résistance à la compression.
- certaines caractéristiques des ciments et notamment la résistance à la compression.

### Exercice

---

Le mortier normal est le mélange d'éléments secs

- 1 /3 de ciment et 2/3 de sable normalisé avec un rapport E/C = 0,5
- 2 /3 de ciment et 1/3 de sable normalisé avec un rapport E/C = 0,5
- 450 g de ciment et 1390 g de sable normalisé avec un rapport E/C = 0,5

### Exercice

---

La **consistance** est une mesure de

- la fluidité du mortier frais
- l'humidité du mortier frais
- la fluidité et/ou de l'humidité du mortier frais

### Exercice

---

Le mortier prêt, le verser dans des moules **prismatiques**?

- prismatiques** 4x4x16 cm
- prismatiques** 160x160x320 cm
- prismatiques** 100x100x400 cm

### Exercice

---

Les essais de résistance doivent être effectués à différents âges dans les limites suivantes :

- 7 jours  $\pm$  2 h ; 28 jours  $\pm$  8 h.
- 28 jours  $\pm$  8 h.
- 24 h  $\pm$  15 min ; 48 h  $\pm$  30 min ; 72 h  $\pm$  45 min ; 7 jours  $\pm$  2 h ; 28 jours  $\pm$  8 h.

Exercice

---

Le **mortier** est un mélange constitué le plus souvent de :

**Les liants**

- aériens**
- liant hydraulique**
- liant organique**

Exercice

---

La résistance dite résistance normale pour un ciment donné est la résistance ainsi mesurée à l'âge à :

- à 2 jours
- 7 jours
- à 28 jours

Exercice

---

La valeur de résistance à la compression sur mortier normal est 40 MPa, cette valeur signifie quoi ?

Exercice

---

La masse de ciment utilisé sur l'essai de mortier normalisé est

- 500 g
- 400 g
- 450 g

Exercice

---

citer la masse de sable normalisé utilisé sur le mortier normal

Exercice

---

le rapport E/C utilisé pour préparer un mortier normal

Exercice

---

Qu'elle est le nom de appareil utilisé pour déterminer la prise de ciment





# Glossaire



## **Appareil de Vicat**

a pour but la détermination du temps de prise d'un ciment, d'un mortier ou d'un plâtre



# Références



*EN 480-2.*

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-4802/adjuvants-pour-beton-mortier-et-coulis-methodes-dessai-partie-2-determinati/fa137431/28392>

*Larcher, J. L., & Gelgon,*

*T. (2012)*

Larcher, J. L., & Gelgon, T. (2012). Aménagement des espaces verts urbains et du paysage rural : Histoire – Composition – Eléments construits (4e édition), 608 pages.

*NF EN 1015-3 (octobre*

*1999).*

Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 3 : détermination de la consistance du mortier frais (avec une table à secousses).

*NF EN 196-1*

NF EN 196-1 (septembre 2016). Méthodes d'essais des ciments - Partie 1 : détermination des résistances

*NF EN 196-1 (septembre*

*2016).*

NF EN 196-1 (septembre 2016). Méthodes d'essais des ciments - Partie 1 : détermination des résistances.

*NF P15-431.*

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-p15431/liants-hydrauliques-technique-des-essais-determination-du-temps-de-prise-su/fa029725/10572>

# Bibliographie



. Granulats, sols, ciments et bétons - Caractérisation des matériaux de génie civil par les essais de laboratoire, 4ème édition, 240 pages.

Aménagement des espaces verts urbains et du paysage rural : Histoire – Composition – Eléments construits (4e édition), 608 pages.



# Index



sable normalisée-Ciment-  
Appareil de vivat- malaxeur  
normalisé-  
p. 4