



TP 3 : DÉTERMINATION DES CARACTERISTIQUES MÉCANIQUES DU CIMENT



DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU CIMENT

1. Introduction

La résistance mécanique du ciment durci est de loin la propriété dont on a le plus besoin lorsqu'il est utilisé pour construire des ouvrages. Les essais pour la déterminer ne sont pas faits sur la pâte pure du ciment en raison de la difficulté à confectionner des éprouvettes et de la dispersion des résultats, mais sur des éprouvettes en mortier normal. Il existe plusieurs types d'essai :

- La traction directe,
- la compression simple,
- la flexion.

L'essai de flexion détermine en fait la résistance à la traction par flexion car l'essai de traction directe (largement utilisé par le passé) est plutôt difficile à réaliser et donne des résultats dispersés. Par ailleurs, comme le ciment hydraté est beaucoup plus résistant en compression qu'en traction, alors c'est l'essai de résistance à la compression qui est déterminant.

Les essais normalisés (NF EN 196.1) sont les suivants :

1) Essai de traction par flexion

Il est réalisé sur des éprouvettes prismatiques (4 x 4 x 16) cm soumises à une charge concentrée, appliquée au milieu de l'éprouvette.

2) Essai de compression

Il est, en général, pratiqué sur les demi-prismes obtenus lors de l'essai de flexion des éprouvettes prismatiques ou sur des cubes en mortier normal d'arête égal à 5 cm.

2. Détermination des caractéristiques mécaniques du ciment

2.1. Résistance à la traction par flexion

2.1.1. But de l'essai

Il s'agit de déterminer les qualités de résistance à la traction du liant et de sa conformité aux spécifications des normes internationales.

2.1.2. Matériel et matériau nécessaires

Pour effectuer cet essai, il faut :

- 1 machine d'essai (flexion) avec une vitesse de mise en charge de (50 ± 10) N/s (Photo 1c).
- 3 éprouvettes prismatiques (4 x 4 x 16) cm.

2.1.3. Conduite de l'essai

Avant de commencer les essais, il faut :

- Sécher les surfaces des éprouvettes.
- Nettoyer les éprouvettes en enlevant les grains collés aux faces où les charges doivent être appliquées.
- Vérifier que ces faces sont planes et parallèles car une mauvaise planéité peut fausser les résultats des essais.
- Préparer les éprouvettes pour les essais en adaptant l'emplacement des appuis conformément à la Figure 1c_m.
- Placer l'éprouvette sur la machine d'essai de façon à ce que les trois rouleaux du dispositif de flexion soient en contact avec l'éprouvette (affiner avec le calibrage central).
- Pousser le bouton AVANT, le poids coulissera jusqu'à la rupture de l'éprouvette.
- Conserver les demi-prismes obtenus pour l'essai de compression.
- Relever la force de rupture F_F .
- Pousser le bouton ARRIERE, le poids reviendra à son point de départ.
- Répéter l'essai sur les deux autres éprouvettes.
- Remplir le document réponse 1c_m.

2.1.4. Calcul de la résistance à la traction

La rupture de chaque éprouvette en flexion a lieu suivant le schéma statique suivant :

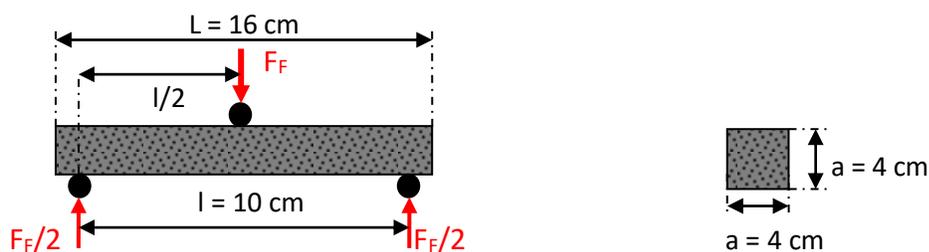


Figure 1c_m : Représentation schématique du dispositif d'essai de flexion

Si F_F est la charge de rupture de l'éprouvette en flexion, cela donne :

1) Un moment à la rupture M_F

$$M_F = \frac{1}{4} F_F \times l$$

2) Une contrainte de traction correspondante R_t

$$R_t = \frac{M \times v}{I}$$

Sachant que :

$$v = a/2$$

$$I = a^4/12$$

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

On obtient :

$$R_t = \frac{M \times v}{I} = \frac{3}{2} \times \frac{F_F \times l}{a^3} = \frac{1,5 F_F \times l}{a^3}$$

$$R_t = \frac{1,5 F_F \times l}{a^3} = \frac{1,5 F_F \times 100}{40^3} = 2,34 \times 10^{-3} F_F$$

$$R_t \text{ (MPa)} = 2,34 \times 10^{-3} F_F \text{ (N)}$$

Où,

F_F : force de rupture, en newton

R_T : résistance à la traction en MPa

2.2. Résistance à la compression

2.2.1. Principe de l'essai

La classe de résistance d'un ciment est désignée suivant la rupture par compression de *cubes* de mortier, de 4 cm d'arête, obtenus à partir d'éprouvettes prismatiques de dimensions (4 x 4 x 16) cm d'abords soumises à la flexion afin de les rompre en deux. Les demi-prismes obtenus sont ensuite soumis à la compression.

2.2.2. Matériel et matériau nécessaires

Pour réaliser cet essai, il faut :

- 1 machine d'essai de traction d'acier avec une vitesse de mise en charge de (2400 ± 200) N/s.
- 1 dispositif de compression (Figure 2c_m).
- 6 demi- prismes obtenus après l'essai de traction par flexion.

2.2.3. Mode opératoire

Pour réaliser l'essai de compression, il faut :

- Positionner le dispositif de compression sur le piston de la machine de traction d'acier.

- Placer un demi-prisme sur le dispositif de compression (Figure 2c_m).
- Vérifier la vitesse de mise en charge de l'éprouvette : (2400 ± 200) N/s.
- Noter la force de rupture pour chaque demi-prisme.
- Remplir le document réponse 1c_m.

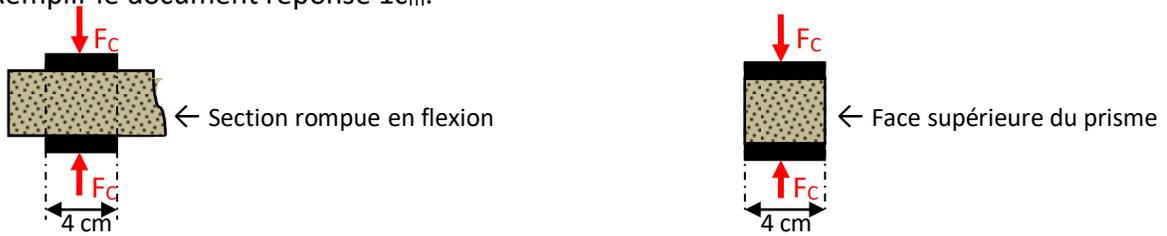


Figure 2c_m : Représentation schématique du dispositif d'essai de compression

2.2.4. Calcul de la résistance à la compression

Les demi-prismes obtenus après rupture par flexion des éprouvettes prismatiques, sont soumis à la compression comme il est indiqué sur la Figure 2c_m.

Si F_C est la force de rupture en compression, la contrainte correspondante vaut :

$$R_C = \frac{F_C}{a^2}$$

Cette contrainte est appelée résistance à la compression, et vaut :

$$R_C \text{ (MPa)} = \frac{F_C \text{ (N)}}{1600}$$

Où,

F_C : force de rupture, en newton

R_C : résistance à la compression en MPa

Remarque

1) Si en calculant la moyenne des résultats obtenus pour les 6 demi-prismes, on constate qu'un des 6 résultats s'éloigne de ±10 % de cette moyenne, il est rejeté. Après quoi, il faut recalculer la moyenne en ne considérant que les 5 résultats retenus. Et, si à nouveau, un des 5 résultats s'éloigne de ±10 % de cette nouvelle moyenne, l'ensemble des résultats obtenus pour ce mortier est rejeté. Il va falloir rechercher les raisons de cette dispersion (malaxage, mise en place, conditions de conservation, etc.).

Si, au contraire, le résultat est satisfaisant, la moyenne ainsi obtenue représente la résistance du ciment à j jours.

2) La résistance dite *résistance normale* pour un ciment donné est celle mesurée à l'âge de 28 jours. C'est cette résistance qui définit la classe du ciment.

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DU CIMENT

DOCUMENT REPONSE 1c_m

Résistance à la traction sur prismes 4 x 4 x 16

Référence des éprouvettes	Date de fabrication	Date de l'essai	F _t (N)	M _t (N.mm)	R _t (MPa)
Moyenne					

Résistance à la compression sur demi-prismes

Référence des éprouvettes	Date de fabrication	Date de l'essai	F _c (N)	R _c (MPa)
Moyenne				