

Université Mohammed Boudiaf
Faculté de technologie
Département de Génie Civil

Cours PGC Procédés Généraux de Construction Partie03

Présenté par Docteur Menasri

Master 2

Année universitaire 2023-2024

LE COFFRAGE

1 GÉNÉRALITÉS

Le béton frais a l'aptitude d'épouser une forme appelée coffrage qui le moule lorsqu'il est encore à l'état pâteux. Le coffrage est donc une structure provisoire, utile pour mouler le matériau plastique, en attendant sa prise puis son durcissement. Le terme moule est souvent réservé aux coffrages utilisés, à poste fixe, pour la préfabrication d'éléments en usine.

Les coffrages outils, utilisés sur les chantiers, ils sont à chaque utilisation mis en place, et ils doivent être stabilisés et réglés en position nécessitant des opérations de manutention de coffrage

Puis, après exécution de l'élément souhaité, ils doivent être déplacés (opérations de décoffrage et manutention), en suivant un avancement (cyclage) respectant des phases d'exécution (modes opératoires) intégrant des mesures de prévention adéquates pour obtenir l'ouvrage projeté. Parmi les coffrages outils, on distingue deux grandes familles:

- les coffrages standardisés permettant de réaliser des ouvrages de dimensions différentes, avec le même outil (banche, poteau dit « en aile de moulin»),

- les coffrages ne pouvant servir que pour une (ou des) dimension(s) imposée(s) : * poteau", ou,

- * les coffrages conçus pour réaliser une petite série de pièces identiques, notamment en préfabrication.

- **Les coffrages manportables** (5 à 10 daN/m²), composés de petits panneaux (poids maximal d'environ 15 daN), susceptibles d'être manutentionnés à la main, en trouve sur le marché des panneaux type ILPA, DEKO...

- **Les coffrages traditionnels** (madrier, bastaing, chevron, planche ...) sont mis en œuvre, in situ, par exemple pour réaliser un ouvrage complexe, pour lequel la réalisation d'un moule réutilisable est trop coûteuse.

- **L'usage de coffrages perdus** (pas de réemploi possible) est limité à des formes simples (coffrage par poteaux Ø ou, pour lesquelles la réalisation d'un moule réutilisable peut être trop coûteux.)

Ils peuvent être collaborant : entrevous, prédalle....

2. PRINCIPAUX CONSTITUANTS

Quelle que soit la nature du coffrage, on retrouve les mêmes constituants. · **Une peau de coffrage** détermine l'aspect final (forme et texture) de la pièce moulée · **Une ossature** qui limite les déformations de la peau de coffrage, essentiellement dues à la poussée du béton frais pour les parois verticales, [au poids propre du béton frais, du coffrage et aux charges d'exploitation pour les parois horizontales]. Elle définit la surface à engendrer et transfère les efforts à une structure résistante, composée de raidisseurs, qui reportent les actions aux points d'appuis.

- Des tiges d'entretoise, des béquilles de stabilité, des étalements permettent le réglage en position des surfaces coffrantes.

- **Des éléments intégrés au coffrage** ou indépendants permettent au personnel de travailler en toute sécurité.

3. SOLUTIONS USUELLES

- Coffrages verticaux ,

· Coffrages particuliers (grimpants, glissants, tables, bacs acier, tunnel, coffrages gonflables, coffrages d'escaliers...)

4. DIMENSIONS FINIES DE L'OUVRAGE

Par suite de l'imprécision des moyens d'exécution, aucun ouvrage ou élément d'ouvrage ne peut être réalisé à la dimension exacte. On assigne à cette dimension deux limites, l'une maximale et l'autre minimale. La différence entre ces limites est appelée tolérance. Deux familles de tolérances sont à prendre en compte:

- l'une sur les dimensions et la position des ouvrages finis,
- l'autre sur l'état de surface des éléments en béton

Le fascicule n° 65 et la norme NF P 18-201 (DTU n° 21) donnent les tolérances suivantes pour tout ouvrage en béton armé ou précontraint:

- Tolérance sur toute dimension (fig1) mesurée entre:

* parements opposés,

* arêtes ou intersection d'arêtes.

- Défaut d'aplomb et d'horizontalité (fig. 2 et 3)

- Tolérances de rectitude d'une arête de longueur l :

* en élévation : $\max(\sqrt{l}/20 \text{ et } 1 \text{ cm})$,

* en plan: $\max(\sqrt{l}/10 \text{ et } 1 \text{ cm})$.

- Tolérances spécifiques à certains éléments :

* axes d'une trame: implantation à $\pm 1 \text{ cm}$,

* petites ouvrages (trémie, réservation, etc..) : implantation à $\pm 2 \text{ cm}$ (fig.4).

* parois à parements verticaux ayant le même plan axial (fig. 5):

$e_1 < \min \text{ de } (e/15 \text{ et } 3 \text{ cm})$, et $e_2 < 2 \text{ cm}$.

Le cumul des écarts sur la hauteur totale du mur doit être inférieur à 6 cm. * dallage :

· horizontalité ou pente: tolérance en cm = $0,8 \sqrt{L}$ avec L = longueur sur laquelle on effectue la mesure en m.

· épaisseur: moyenne des mesures > à 90 % de l'épaisseur prescrite; écart type < à 1,5 cm.

5. PAREMENT DES ÉLÉMENTS EN BÉTON (NF P 18-503)

Les surfaces de béton des ouvrages du bâtiment ou des travaux publics, en béton, coulé en place ou préfabriqué utilisées dans le bâtiment ou les travaux publics présentent des caractéristiques différentes liées à :

- la planéité de la surface (lettre P),

- la texture (lettre E) représentative du bullage de la surface,

- la teinte du béton (lettre T).

5-1. Planéité (P)

Elle est définie par la flèche maximale : mesurée en déplaçant une règle de 2 m (fig. 1 a) et un réglet de 20 cm (fig. 1 b) en tous sens sur la surface considérée (fig. 2) :

$$f_{\max} = a - b$$

Pour les dalles, planchers et dallages, on utilise une autre classification donnée figures 4 et 5.

5-2. Texture, aspect (E)

Elle prend en compte trois critères:

- le bullage moyen,
- l'existence ou non de zones de bullage concentrées,
- les défauts localisés, chacun des critères étant noté de 0 à 4.

5-3. Teinte (T)

Elle est appréciée par référence à une échelle de gris définissant sept niveaux.

5-4. Exemples de désignation

- P (1), E (1-1-0), T (0) correspond au parement ordinaire du DTU n° 21
- P (3), E (3-2-2), T (3) correspond au parement fin du fascicule n° 65.

6. CONCEPTION D'UN COFFRAGE

· **Objectif:** respecter les formes, l'aspect et les dimensions, exigées dans les Plans d'Exécution des Ouvrages (PEO : AFNOR DTU P 18-201) et les autres pièces du marché (Cahier des Clauses Techniques Particulières ...).

Un coffrage, pour être économique, doit être démontable, léger, simple, modulaire...

L'aspect final du béton mis en œuvre dépend de nombreux paramètres parmi lesquels en trouve:

- l'interface peau-béton moulé: la peau de coffrage doit être propre, préservée de tout défaut (épaufrures, chocs, aspérités) et soigneusement huilée à chaque usage,
- l'étanchéité entre panneaux de coffrage ou aux contacts avec les parties déjà coulées : il faut éviter que des fuites de laitance, en permettant que la pâte de ciment s'échappe, laissent apparaître des granulats au moment du décoffrage ou créent une hétérogénéité d'aspect,
- la rigidité du coffrage, vis-à-vis des actions mécaniques appliquées pour respecter les dimensions finies de l'ouvrage et les tolérances de planéité.

7. POUSSEE DU BETON FRAIS SUR LE COFFRAGE

· Les éléments de coffrage verticaux ou inclinés subissent, de la part du béton frais, une poussée perpendiculaire à la face coffrante.

Les facteurs influençant la pression exercée sur le coffrage sont: - le poids volumique du béton: γ en kN/m³,

- l'ouvrabilité mesurée au cône d'Abrams : A en cm,
- la hauteur de béton frais: h en m,

- la dimension minimale du coffrage: d en mm,
- la vitesse de remplissage ou vitesse de levée du béton: v en m/h.

Nota: la pression n'est jamais supérieure à 150 kPa.

7.1 CALCUL DES PRESSIONS

Trois phénomènes sont à prendre en compte. La poussée P à retenir est la plus faible des trois valeurs :

$$p = \min \text{ de } (p_1, P_2, P_3).$$

7.1.1. Poussée hydrostatique P_1 (fig. 1)

En considérant le béton frais comme un fluide, la répartition de la pression P_1 est triangulaire. Elle vaut: $P_1 = \gamma \times h$ avec $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ et $P_1 < 150 \text{ kPa}$

7.1.2. Effet de voûte P_2 (fig. 2)

Entre les deux parois du coffrage, un effet de voûte peut se produire quand l'affaissement du béton A est inférieur à 7,5 cm et

Quand il n'y a pas de vibration externe. Cet effet est fonction de c ; la plus petite dimension du coffrage d et de la vitesse de levée du béton v .

7.1.3. Effet de la prise du béton P_3 (fig. 3)

Le durcissement progressif du béton provoque une poussée caractérisée par le paramètre P_3 . Les valeurs sont données pour une température du béton la plus défavorable ($< 5^\circ \text{C}$).

7.3.1 EXEMPLES D'UTILISATION

Poussée sur une banche utilisée pour couler un voile de bâtiment d'épaisseur 16 cm, de hauteur 2,75 m, avec un béton d'affaissement au cône de 7,5 cm.

La vitesse de remplissage (bâtiment courant) est de l'ordre de 10 m/h.

- poussée hydrostatique $p_1 = 68,75 \text{ kPa}$,
- effet de voûte $p_2 = 61 \text{ kPa}$,
- effet de prise $p_3 = 150 \text{ kPa}$.

On obtient alors la répartition de la poussée dessinée figure 4.

· Poussée sur le coffrage d'un poteau de bâtiment 30 x 30 cm, de hauteur 3,5 m, avec un béton d'affaissement au cône de 7,5 cm.

La vitesse de remplissage: 15 m/h.

- poussée hydrostatique $p_1 = 87,5 \text{ kPa}$,
- effet de voûte $p_2 = 90 \text{ kPa}$,
- effet de prise $p_3 = 150 \text{ kPa}$.

La répartition de la poussée est donnée par le dessin de la figure 5.