

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Seddik Ben Yahia - Jijel
Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de génie civil et hydraulique



Master1 Structures (S1)

le support cours du module

Béton Arme 1

2020-2021

SOMMAIRE

LE CHAPITRE 01:	8
Généralité sur la structure du bâtiment	8
1. Définition des éléments de structure	9
2. Les différents types des planchers	9
3. Les charges	9
3.1. Les charges verticales	9
3.1.1. Les charges permanentes G	9
3.1.2. Les charges d'exploitation Q	10
3.2. Les charges horizontales	10
3.3. La disposition des charges	10
LE CHAPITRE 02 :	12
Calcule des poutres et des dalles	12
1. Les poutres	13
1.1. Définition	13
1.2. Le coffrage	13
1.3. Méthode de calcule	13
1.3.1. La méthode des trois moments	13
1.3.2. La méthode forfaitaire	18
1.3.3. La méthode de Caquot	21
2. Les dalles	24
2.1. Définition	24
2.2. Dalle pleine	24
2.3. Coffrage	24
2.3.1. Calcule des moments	24
2.4. Dalle en corps creux	26
2.4.1. Définition et coffrage	26
2.4.2. Calcule des moments	27
3. Transmission des charges des dalles aux poutres	29
references	31

CHAPITRE 01:
GENERALITÉ SUR LA STRUCTURE DU BATIMENT

1. Définition des éléments de structure

La structure comprend essentiellement :

- la fondation : on distingue le système superficiel (semelle isolées , filantes ou un
- radier général et le système profond (puits , pieux) .
- l'ossature : on distingue les éléments porteurs (poteaux , poutre ou voile) et les éléments secondaires (escalier , acrotère , planchers ...) .

2. Les différents types du planchers

Les planchers rencontrés dans les bâtiments de destination diverse ou dans les constructions industrielles se classent en quatre grandes catégories :

- planchers avec dalle, poutres secondaires (poutrelles) et poutres principales .
- planchers à poutrelles parallèles rapprochées ;
- planchers à 'hourdis creux' (ou à 'corps creux')
- planchers champignons et planchers-dalles.

Un plancher d'habitation ou d'usine est une aire généralement plane ,destinée à limiter les étages et à supporter les revêtements de sols , dont les eux fonctions principales sont :

- une résistance mécanique : il doit supporter son poids propre et les surcharges .
- une fonction d'isolation acoustique et thermique qui peut être assurée complétement par un faux plafond ou un revêtement de sol approprié.

Les planchers peuvent être préfabriqués ou coulés en place.

La méthode de calcule des planchers est la méthode des éléments finis .

3. Les charges

3.1. Les charges verticales

3.1.1. Les charges permanentes G

Les actions permanentes comprennent :

- le poids propre des éléments porteurs .

- le poids propre des éléments non porteurs tels que : cloisons, revêtements du sol.
- les pressions éventuelles exercées sur l'ouvrage par l'eau ou les remblais de terre.

Ces charges ont une intensité constante ou peu variable dans le temps.

3.1.2. Les charges d'exploitation Q

Les actions variables ou charges d'exploitation comprennent :

- les charges des personnes .
- les charges du mobilier et du matériel .
- les charges des matières de dépôt .

Les valeurs des charges permanentes et d'exploitation sont montrées dans le DTR BC 2.2 (le document technique réglementaire charges permanentes et charges d'exploitation) .

3.2. Les charges horizontales

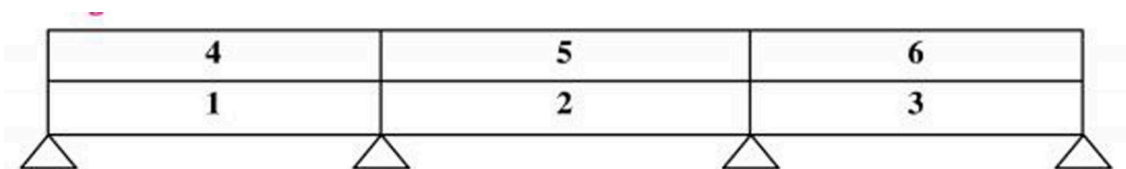
Les charges horizontales comprenant les charges climatiques comme le vent et la charge sismique .

Pour le calcul des dalles on considère seulement les charges verticales parce que on considère que les planchers supporte seulement les charges verticales et agit comme un diaphragme, sachant que le diaphragme transmette les forces horizontale au système de contreventement .

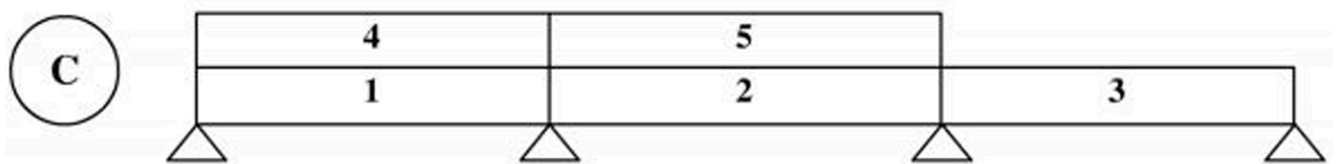
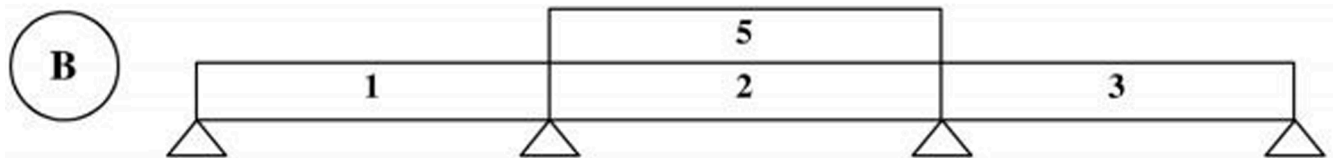
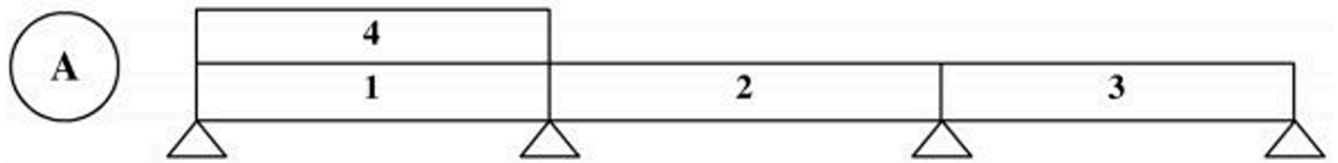
3.3. La disposition des charges

Le terme 'dispositions des charges' fait référence aux dispositions des charges d'exploitation qui génèrent les efforts internes les plus importants dans un élément ou dans une structure.

Les chargements unitaires dans une poutre sont :



Les cas possibles de chargement sur la poutre continue sont :



Après le calcul du moment fléchissant de chaque cas des charges en trace le diagramme du moment enveloppe .

Les courbes enveloppes correspondant aux différents cas de chargements envisagés peuvent être tracées en supposant que le moment sur appui d'un chargement unitaire est proportionnel au moment isostatique du même chargement .

LE CHAPITRE 02 : PLANCHERS

CALCULE DES POUTRES ET DES DALLES

1. Les poutres

1.1. Définition

Une poutre est un solide à ligne moyenne droite à section rectangulaire en T ou en I , dont la portée est prise entre nus des appuis .

1.2. Le coffrage

selon BAEL 91 :

$$L_{max}/15 < h < L_{max} \quad \text{avec :}$$

- L_{max} : est la portée maximal de la poutre , selon le plan de portique.
- h : hauteur de la poutre .
- b : largeur de la poutre .

la vérification d'apres RPA99-2003 :

$$b > 20 \text{ cm} \quad h > 30 \text{ cm} \quad h/b < 4 \text{ cm} .$$

1.3. Méthode de calcule

1.3.1. La méthode des trois moments

a. La méthode voir RDM

La formule appliquée dans cette méthode pour calculer les moments sur appuis est

$$\frac{b}{i} M_i + \frac{c+a}{i+1} M_{i+1} + \frac{b}{i+1} M_{i+2} = w_{i+1} - w_i$$

avec

- M_i est le moment dans l'appui 'i'
- a, b et c sont les constantes mécaniques de la poutre , pour $EI=\text{constante}$ on a :

$$a=c=2b=l/(3EI)$$
- w_i est la rotation de l'appui gauche du travée 'i' .

le moment en travée est donné par la relation suivante :

$$M(x) = \mu(x) + M_g(1-x/l) + M_d x/l$$

avec $\mu(x)$ est le moment dans la poutre isostatique associée .

l'effort tranchant est donné par la relation suivante:

$$T(x) = d\mu(x)/dx + M_d - M_g/l$$

pour une poutre simplement appuyée sous une charge uniformément répartie :

$$\mu(x) = ql/2 \cdot x - qx^2/2 \quad \text{avec : } d\mu(x)/dx = ql/2 - qx$$

b. Application numérique de la méthode

Les calculs se font seulement à l'état limite ultime ELU, sous les charges suivantes :

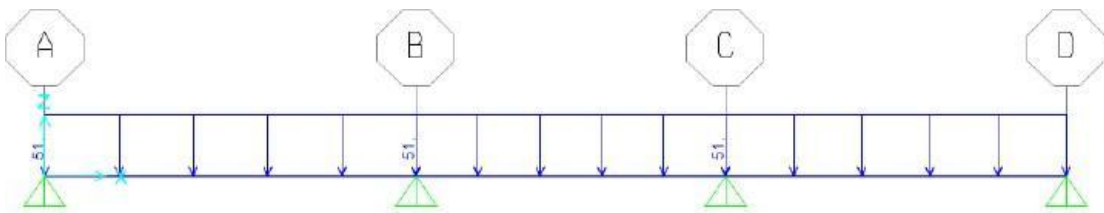
$G = 2 \text{ KN/m}^2$ et $Q = 5 \text{ KN/m}^2$, on multiplie par 5 m :

$G = 10 \text{ KN/m}$ et $Q = 25 \text{ KN/m}$.

à ELU : $q_u = 1.35G + 1.5Q = 1.35 \times 10 + 1.5 \times 25 = 51 \text{ KN/m}$

les travées sont de longueur suivante :

travée A-B : $l_1 = 6 \text{ m}$, travée B-C : $l_2 = 5 \text{ m}$, travée C-D : $l_3 = 5.5 \text{ m}$.



la poutre est (02) deux fois hyperstatique (nombre des appuis intermédiaires),

alors on applique la formule deux fois :

- $i=1 : b_1 M_0 + (c_1 + a_2) M_1 + b_2 M_2 = w_2 - w_1$
- $i=2 : b_2 M_1 + (c_2 + a_3) M_2 + b_3 M_3 = w_3 - w_2$

le moment dans les appuis simple de rive sont nulles : $M_0 = M_3 = 0 \text{ KN.m}$

les caractéristiques mécaniques des travées A-B, B-C et C-D sont successivement :

- $a_1 = c_1 = 2b_1 = l_1 / (3EI) = 6 / (3EI) = 2 / (EI)$
- $a_2 = c_2 = 2b_2 = l_2 / (3EI) = 5 / (3EI) = 1.666 / (EI)$
- $a_3 = c_3 = 2b_3 = l_3 / (3EI) = 5.5 / (3EI) = 1.833 / (EI)$.

les rotation des appuis sous un chargement uniformément repartie sont calculées par la théorie des lignes élastiques : $EI.y''=M(x)$,pour une travée (poutre simplement appuyée) : $M(x)=(ql/2).x-qx^2/2$.

- par intégration : $w=y'=ql^3/(12EI)+c/(EI)$
- par intégration pour la deuxième fois : $f=y=1/(EI) (qlx^3/12-qx^4/24+cx+d)$
- les condition limites sont : à $x=0$: $y(0)=0$ alors $d=0$
- à $x=l$: $y(l)=0$ alors : $c=-ql^3/24$ alors $w'=-w=ql^3/(24EI)$

- $w'=-w=ql^3/(24EI)=51x6^3/(24EI)=459/(EI)$
- $w'=-w=ql^3/(24EI)=51x5^3/(24EI)=265.625/(EI)$
- $w'=-w=ql^3/(24EI)=51x5.5^3/(24EI)=353.546/(EI)$

on remplace dans le système des équations on obtient :

- $(c_1+a_2)M_1+b_2M_2=w_2-w_1'=3.666 M_1+0.833 M_2=(265.625+459)/(EI)=724.625$
- $b_2M_1+(c_2+a_3)M_2=w_3-w_2'=0.833 M_1+3.499$

$$M_2=(265.625+353.546)/(EI)=619.171 \text{ alors : } 3.666 M_1+0.833 M_2=724.625/(EI)$$

$$0.833 M_1+3.499 M_2=619.171/(EI)$$

on résoudre le système on trouve

le moment sur appui:

$$M_1=-166.457 \text{ KN.m} \quad M_2=-137.329 \text{ KN.m}$$

le moment en travée est

- travée A-B : $M(x)=ql/2 \cdot x - qx^2/2 + M x/l = 153x - 25.5x^2 - 27.742x$
 $= -25.5x^2 + 125.258x \quad (0 < x < 6m)$

$$x=2.45 \text{ m} \quad M=153.818 \text{ KN.m}$$

- travée B-C : $M(x) = ql/2 \cdot x - qx^2/2 + M(1-x/l) + Mx/l$

$$= 127.5x - 25.5x^2 - 166.457(1-x/5) - 27.465x$$

$$= -25.5x^2 + 133.326x - 166.457 \quad (0 < x < 5m)$$

$$x = 2.61 \text{ m} \quad M = 7.815 \text{ KN.m}$$

- travée C-D : $M(x) = ql/2 \cdot x - qx^2/2 - M(1-x/l) = 140.25x - 25.5x^2 - 137.329(1-x/5.5)$

$$= -25.5x^2 + 165.218x - 137.329 \quad (0 < x < 5.5m)$$

$$x = 3.23 \text{ m} \quad M = 130.286 \text{ KN.m}$$

l'effort tranchant en travée est

- travée A-B : $T_{11}(x) = ql_1/2 - qx + M_1/l_1 = 153 - 51x - 27.742 = -51x + 125.258 \quad (0 < x < 6m)$

$$T = 0 \text{ alors } x = 2.45 \text{ m}$$

- travée B-C : $T_2(x) = ql_2/2 - qx + (M_2 - M_1)/l_2 = 127.5 - 51x + 5.825 = -51x + 133.325 \quad (0 < x < 5m)$

$$T = 0 \text{ alors } x = 2.61 \text{ m}$$

- travée C-D : $T_3(x) = ql_3/2 - qx - M_2/l_3 = 140.25 - 51x + 24.968 = -51x + 165.218 \quad (0 < x < 5.5m)$

$$T = 0 \text{ alors } x = 3.23 \text{ m}$$

l'effort tranchant sur appui est

- travée A-B ($x=0$) : $T_1 = 180.742 \text{ KN}$ ($x=6m$): $T_1' = -125.258 \text{ KN}$

- travée B-C ($x=0$): $T_2 = 121.675 \text{ KN}$ ($x=5m$): $T_2' = -133.325 \text{ KN}$

- travée B-C ($x=0$): $T_3 = 115.282 \text{ KN}$ ($x=5.5m$): $T_3' = -165.218 \text{ KN}$

les diagrammes des efforts internes sous le chargement q à ELU sont :

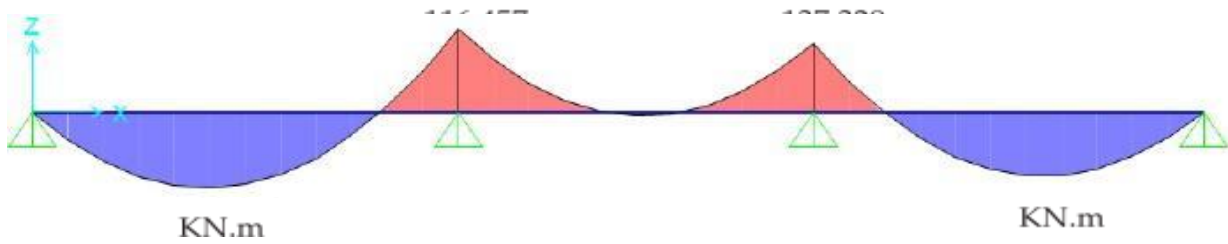


figure : diagramme de moment flechissant à ELU par la methode des trois moments

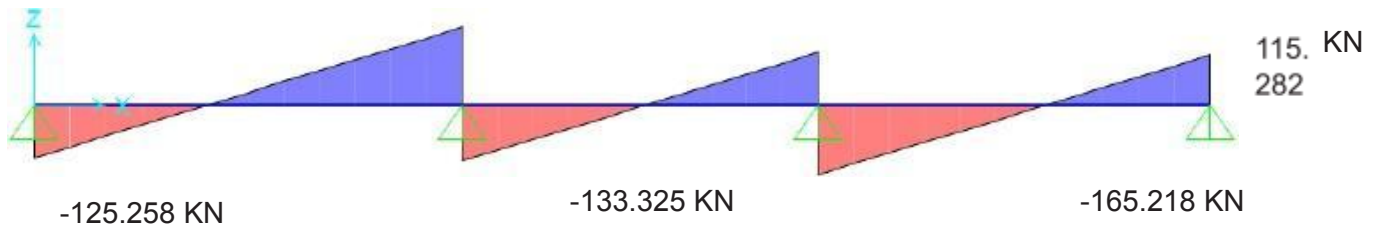


figure: diagramme d'effort tranchant à ELU par la méthode des trois moments

Le calcul montre que la méthode des trois moments donne des moments trop forts sur appuis et trop faible en travée .

Deux méthodes simplifiées sont proposées pour éviter cet inconvénient :

- la méthode forfaitaire .
- la méthode de Caquot .

1.3.2. La méthode forfaitaire

Il s'agit d'une méthode simplifiée de calcul applicable aux planchers à surcharges modérées, tels que les planchers des constructions courantes comme les bâtiments d'habitation, les bâtiments à usage de bureaux, d'enseignement, d'hôpitaux.....

les conditions d'utilisation de la méthode sont :

- $Q \leq \max [2G ; 5 \text{ KN/m}^2]$
- Toutes les travées ont le même moment d'inertie $I = \text{constant}$.
- Le rapport de deux travées voisines est compris entre (0.8) et (1.25).
- Fissuration est non préjudiciable .

si une des conditions n'est pas vérifiée on applique la méthode de Caquot ,
les éléments finis .

l'application de la methode :

soit : $\alpha = Q/(Q+G)$,les valeurs de moments sont choisies pour respecter les deux conditions suivantes :

Valeurs absolues minimales des moments en travée et sur appui
valeurs absolues minimales pour une poutre à 2 travées :
$\begin{array}{c} 0,6M_0 \\ \Delta \quad \frac{1,2 + 0,3\alpha}{2} M_0 \quad \Delta \quad \frac{1,2 + 0,3\alpha}{2} M_0 \quad \Delta \end{array}$
valeurs absolues minimales pour une poutre à plus de 3 travées :
$\begin{array}{c} 0,5M_0 \quad \quad \quad 0,4M_0 \quad \quad \quad (0,4M_0) \\ \Delta \quad \frac{1,2 + 0,3\alpha}{2} M_0 \quad \Delta \quad \frac{1 + 0,3\alpha}{2} M_0 \quad \Delta \quad \frac{1 + 0,3\alpha}{2} M_0 \quad \Delta \end{array}$
Condition globale : les valeurs de M_t, M_w et M_e doivent respecter l'inégalité
$M_t + \frac{M_w + M_e}{2} \geq \text{maximum de } \{1,05M_0 \text{ et } (1 + 0,3\alpha)M_0\}$

le moment en travée est donné par la même formule dans la méthode des trois moment :

$$M(x) = \mu(x) + M_g(1-x/l) + M_d x/l$$

l'effort tranchant d'une travée est donnée par les formules suivantes :

- à gauche de la travée : $T_w = q.l/2 + (M_w - M_e)/l$.
- à droite de la travée : $T_e = -q.l/2 + (M_w - M_e)/l$.

a. L'application numérique de la méthode

On applique la méthode sur l'exemple dans l'application numérique de la méthode des trois moments.

vérification des conditions de la méthode :

- $Q = 5 \text{ KN/m}^2$ alors : $Q \leq \max [2G ; 5 \text{ KN/m}^2]$, la condition est vérifiée.
- Toutes les travées ont le même moment d'inertie $I = \text{constant}$.
- Le rapport de deux travées voisines est compris entre (0.8) et (1.25) : $(6/5 = 1.2 \text{ et } 5/5.5 = 0.909)$, la condition est vérifiée.
- Fissuration est non

préjudiciable. application de la

méthode :

$$\alpha = Q/(Q+G) = 5/(5+2) = 5/7 = 0.714$$

$$M = ql^2/8 = 51 \times 6^2/8 = 229.5 \text{ KN.m}$$

$$M = ql^2/8 = 51 \times 5^2/8 = 159.375 \text{ KN.m}$$

$$M = ql^2/8 = 51 \times 5.5^2/8 = 192.843 \text{ KN.m}$$

1. appui de rive est un appui simple

le moment sur appui : $M_0 = M_3 = 0 \text{ KN.m}$,

$$M_{1d} = 0.5M_{01} = 114.75 \text{ KN.m}, M_{1g} = M_{2d} = 0.5M_{02} = 79.668 \text{ KN.m}$$

$$M_{2g} = 0.5M_{03} = 96.421 \text{ KN.m}$$

le moment maximum et l'effort tranchant en travée :

travé A-B : travé de rive : $M_{wl} = M_0 = 0 \text{ KN.m}$, $M_{el} = M_{ld} = 114.75 \text{ KN.m}$

$$M_{t1} > \max((1+0.3 \alpha) \times M_{01}, 1.05 \cdot M_{01}) - ((M_w + M_e)/2) = 0.964 M_{01}$$

$$M_{t1} > (1.2+0.3 \alpha)/2 \times M_{01} = 0.707 M_{01}$$

$$\text{on adopte } M_{t1} = 0.964 M_{01} = 221.238 \approx 221.3 \text{ KN.m}$$

$$T_{1g} = ql_1/2 - M_{1d}/l_1 = 133.875 \text{ KN}$$

$$T_{1d} = -ql_1/2 - M_{1d}/l_1 = -172.25 \text{ KN}$$

$$\text{travé B-C : travé intermédiaire : } M_{w2} = M_{1g} = M_{e2} = M_{2d} = 79.668 \text{ KN.m}$$

$$M_{t2} > \max((1+0.3 \alpha) \times M_{02}, 1.05 \cdot M_{02}) - ((M_w + M_e)/2) = 0.714 M_{02}$$

$$M_{t2} > (1+0.3 \alpha)/2 \times M_{02} = 0.607 M_{02}$$

$$\text{on adopte } M_{t2} = 0.714 M_{02} = 113.793 \approx 113.8 \text{ KN.m}$$

$$T_{2g} = ql_2/2 = 127.5 \text{ KN}$$

$$T_{2d} = -ql_2/2 = -127.5 \text{ KN}$$

$$\text{travé C-D : travé de rive : } M_{w3} = M_{2g} = 96.421 \text{ KN.m}, M_{e3} = M_3 = 0 \text{ KN.m}$$

$$M_{t3} > \max((1+0.3 \alpha) \times M_{03}, 1.05 \cdot M_{03}) - ((M_w + M_e)/2) = 0.964 M_{03}$$

$$M_{t3} > (1.2+0.3 \alpha)/2 \times M_{03} = 0.707 M_{03}$$

$$\text{on adopte } M_{t3} = 0.964 M_{03} = 185.9 \text{ KN.m}$$

$$T_{3g} = ql_3/2 - M_{2g}/l_3 = 122.718 \text{ KN}$$

$$T_{3d} = -ql_3/2 - M_{2g}/l_3 = -157.781 \text{ KN}$$

les diagrammes des efforts internes sous le chargement q à ELU sont :

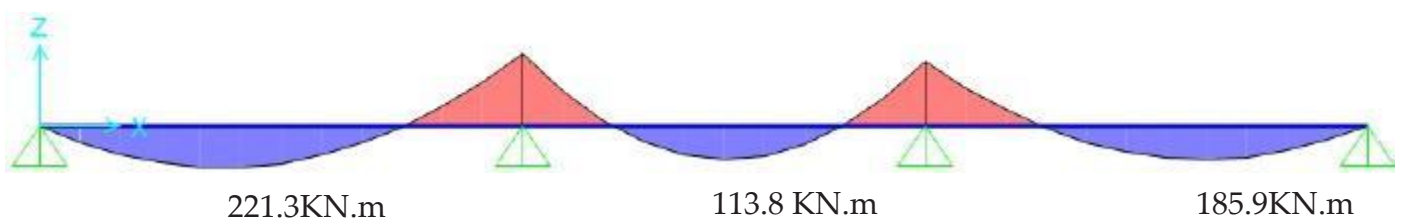


figure diagramme de moment flechissant à ELU par la methode forfaitaire

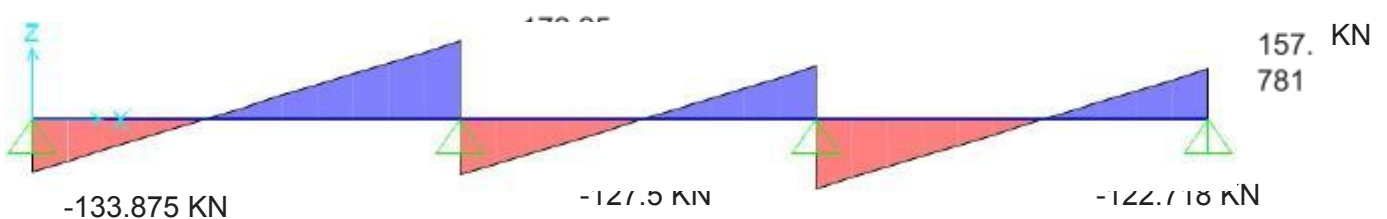


figure diagramme d'effort tranchant à ELU par la methode forfaitaire

1.3.3. La méthode de Caquot

Il s'agit d'une méthode simplifiée de calcul applicable aux planchers à surcharges modérées ou non. elle apporte des corrections pour tenir en compte

- la variation de moment d'inertie des sections transversales le long de la poutre
- l'amortissement des effets de chargements des travées successives

Principe de la méthode :

- Le calcul de ces moments ne tient compte que des charges des travées entourant de l'appui considéré.
- Pour corriger l'hypothèse de l'inertie constante sur toute travée (qui est en principe variable à cause de la fissuration) on introduit des travées fictives (l'_w ; l'_e) avec :

$l' = l$ pour le travée de rive et

$l' = 0.8l$ pour le travée intermédiaire. Avec le moment d'inertie est

constant sur le long de la poutre

la charge uniformément répartie q_u : on applique la formule suivante pour calculer les

mon

$$M = - \frac{k_w P_w \ell_w'^2 + k_e P_e \ell_e'^2}{\ell_w' + \ell_e'}$$

$$M = - \frac{p_w \ell_w'^3 + p_e \ell_e'^3}{8,5(\ell_w' + \ell_e')}$$

$$K_w = \frac{1}{2.125} \cdot \frac{a_w}{l'_w} \cdot \left(1 - \frac{a_w}{l'_w}\right) \cdot \left(2 - \frac{a_w}{l'_w}\right)$$

sur la travée de gauche , respectivement P_e sur la travée de

$$K_e = \frac{1}{2.125} \cdot \frac{a_e}{l'_e} \cdot \left(1 - \frac{a_e}{l'_e}\right) \cdot \left(2 - \frac{a_e}{l'_e}\right)$$

vement a_e

- le moment en travée est donné par la relation : $M_t + (M_w + M_e)/2 > 1.25 M_0$, pour les deux

cas de chargement

le moment d'inertie n'est pas constant sur le long de la poutre

Cas du charge centrée dans les deux sens : on applique la formule suivante pour calculer les moments , le moment sur appui :

$$M_i = - \left(M'_w \cdot \frac{K_e}{D} + M'_e \cdot \left(1 - \frac{K_e}{D} \right) \right)$$

$$M'_w = \sum K_w \cdot P_w \cdot l'_w \quad M'_e = \sum K_e \cdot P_e \cdot l'_e$$

$$K_w = \frac{1}{2.125} \cdot \frac{a_w}{l'_w} \cdot \left(1 - \frac{a_w}{l'_w} \right) \cdot \left(2 - \frac{a_w}{l'_w} \right)$$

$$K_e = \frac{1}{2.125} \cdot \frac{a_e}{l'_e} \cdot \left(1 - \frac{a_e}{l'_e} \right) \cdot \left(2 - \frac{a_e}{l'_e} \right)$$

$$K_w = \frac{I_w}{l'_w} \quad K_e = \frac{I_e}{l'_e} \quad D = K_w + K_e$$

a. L'application numérique de la méthode

on applique la méthode sur l'exemple dans l'application numérique de la méthode des trois moment .

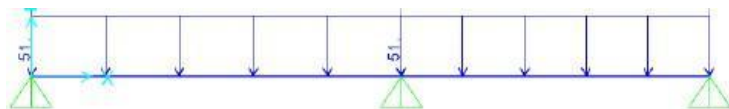
la longueur des travées fictives :

- $l'_1 = l_1 = 6 \text{ m}$ (appui de rive)
- $l'_2 = 0.8l_2 = 4 \text{ m}$ (appui intermediaire)
- $l'_3 = l_3 = 5.5 \text{ m}$ (appui de rive)

le moment sur appui :

$$\text{appui 1: } M = (q l_1^3 + q l_2^3) / (8.5 \times (l_1' + l_2')) = 51 \times (6^3 + 5^3) / (8.5 \times (6 + 5)) = 186 \text{ KN.m}$$

$$\text{appui 2 : } M_2 = (q l_2^3 + q l_3^3) / (8.5 \times (l_2' + l_3')) = 51 \times (5^3 + 5.5^3) / (8.5 \times (5 + 5.5)) = 166.5 \text{ KN.m}$$



le moment en travé :

travé A-B : $M_{t1} + M_1/2 > 1.25 M_{01}$ alors : $M_{t1} > 193.875$ on adopte : $M_{t1} = 193.9 \text{ KN.m}$

travé B-C: $M_{t2} + (M_1 + M_2)/2 > 1.25 M_{02}$ alors : $M_{t2} > 22.968$ on adopte : $M_{t2} = 22.97 \text{ KN.m}$

travé C-D : $M_{t3} + M_2/2 > 1.25 M_{03}$ alors : $M_{t3} > 157.803$ on adopte : $M_{t3} = 157.9 \text{ KN.m}$

l'effort tranchant :

$$T_{1g} = ql_1/2 - M_1/l_1 = 122 \text{ KN}$$

$$T_{1d} = -ql_1/2 - M_1/l_1 = -184 \text{ KN}$$

$$T_{2g} = ql_2/2 + (M_1 - M_2)/l_2 = 131.4 \text{ KN}$$

$$T_{2d} = -ql_2/2 + (M_1 - M_2)/l_2 = -123.6 \text{ KN}$$

$$T_{3g} = ql_3/2 - M_2/l_3 = 170.522 \text{ KN}$$

$$T_{3d} = -ql_3/2 - M_2/l_3 = -109.977 \text{ KN}$$

les diagrammes des efforts internes sous le chargement q à ELU sont :

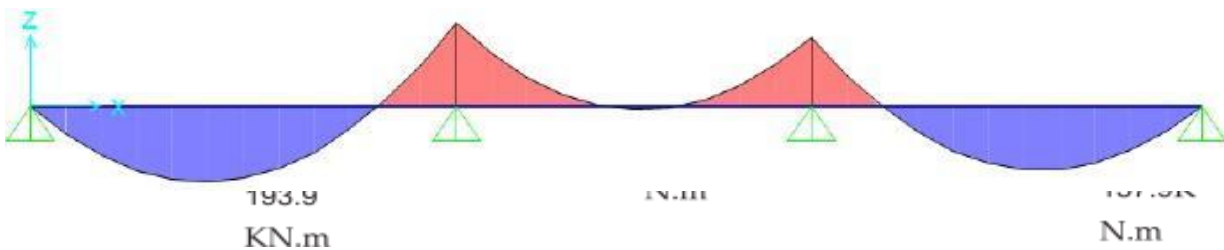


figure diagramme de moment flechissant à ELU par la methode de caquot

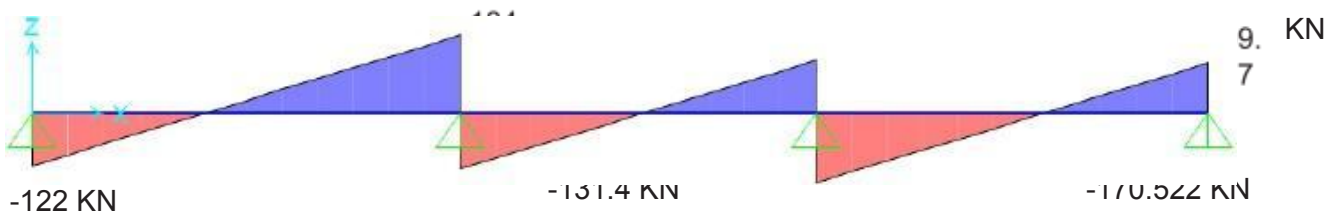


figure diagramme d'effort tranchant à ELU par la methode de caquot

2. Les dalles

2.1. Définition

Une dalle est un élément généralement rectangulaire , dont une dimension (épaisseur) est faible vis-à-vis des deux dimensions en plan .Dans un plancher , on appelle panneau de dalle , la partie de la dalle limitée par les poutres supports ou les poutrelles .

par convention $L_x < L_y$ et $\alpha = L_x / L_y \leq 1$

- L_x :est la plus petite dimension du panneau .
- L_y :est la plus grande dimension du panneau .

2.1.1. Dalle pleine

2.1.2. Coffrage

h_0 est l'épaisseur de la plaque .

Pour $\alpha < 0.40$:

- $h_0 \geq l_x/20$ pour une panneau isolé
- $h_0 \geq l_x/25$ pour une panneau continue

Pour $\alpha \geq 0.40$:

- $h_0 \geq l_x/40$ pour une panneau isolé
- $h_0 \geq l_x/40$ pour une panneau continue

2.1.3. Calcule des moments

a. Dalle articulée sue leur contour

Pour $\alpha < 0.40$:

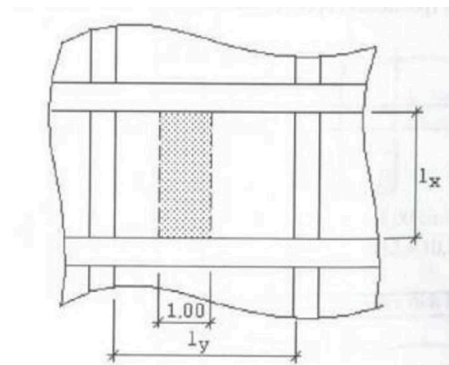
$$M_{0x} = Pl_x^2/8 \quad \text{la bande parallèle à } L$$

$$M_{0y} = 0 \quad \text{la bande parallèle à } L_y$$

Pour $\alpha \geq 0.40$:

$$M_{0x} = \mu_x \times Pl_x^2$$

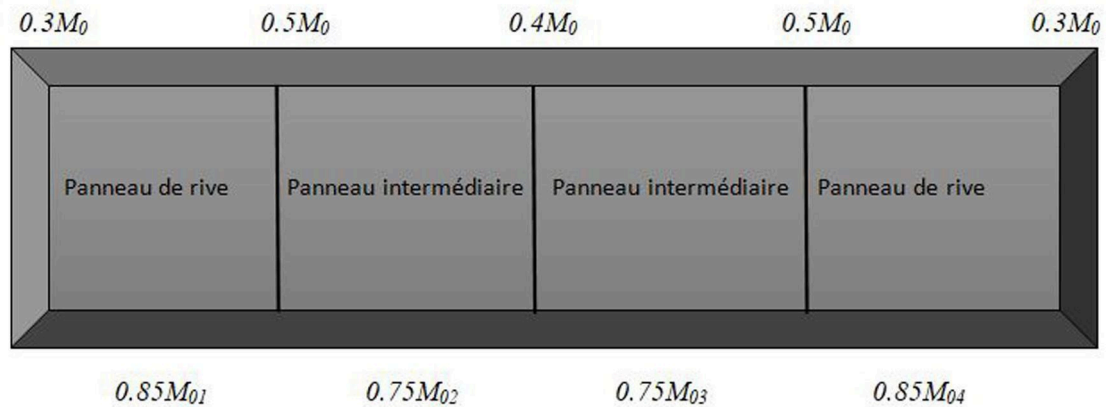
$$M_{0y} = \mu_y \times M_{0x}$$



<i>Calcul</i>	μ_x	μ_y
<i>ELS, ELU</i>	$\frac{1}{8} (1 + 2.4\alpha^3)$	$\alpha^3 (1.9 - 0.9\alpha)$
$\alpha = l_x/l_y$	μ_x	μ_y
0.4	0.1101	0.25
0.45	0.1036	0.25
0.5	0.0966	0.25
0.55	0.0894	0.25
0.60	0.0822	0.2948
0.65	0.0751	0.3613
0.70	0.0684	0.4320
0.75	0.0621	0.5505
0.80	0.0561	0.950
0.85	0.0506	0.6864
0.90	0.0456	0.7834
0.95	0.0410	0.8875
1.00	0.0368	1.00

b. Dalle rectangulaire encastrées

les moments des panneaux considérés encastrés sont donnés comme suites :



c. Dalles appuyées supportant une charge concentrées sur un rectangle de a x b

V et U sont les fibres moyennes au milieu . la charge appliqué sur cette dalle (axb) est concentrée P .elle agit uniformément sur la surface UxV ,avec :

- a et U sont parallèle à L_x
- b et V sont parallèle à L_y .

les moments engendrés par cette charge (M_1 et M_2) se calculent selon l'abaque de Pigeaud (BAEL) .

$$M_x = (M_1 + \mu M_2)P$$

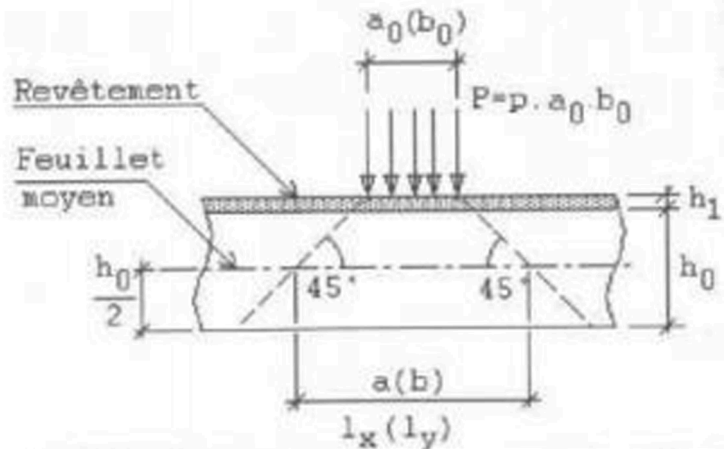
$$M_y = (M_2 + \mu M_1)P$$

avec $\mu=0$ (ELU) et $\mu=0.2$ (ELS)

$$a = a_0 + h_0 + 2\xi h_1$$

$$b = b_0 + h_0 + 2\xi h_1$$

$\xi=1$ pour revêtement en béton.
 $\xi=0,75$ pour revêtement moins résistant.



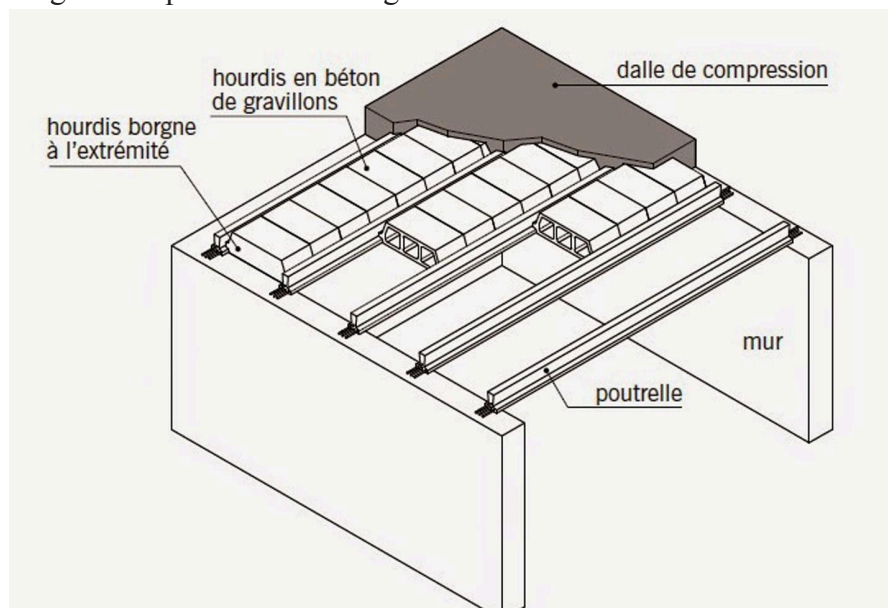
2.2. Dalle en corps creux

2.2.1. Definition et coffrage

Ce type plancher est généralement utilisé dans les bâtiments à usage d'habitation .

les dimensions courantes de plancher corps creux sont :

- la charge : pour la dalle 16+4: 265 Kg/m² 20+5 : 325 Kg/m²
- l'entre axe des poutrelles est 65 cm
- la largeur des poutrelles b_0 est généralement 10 cm .



2.2.2. Calcul des moments

a. Calcul des poutrelles

L' étude des poutrelles s'effectue selon l'un des methodes suivantes :

- Méthode de forfaitaire .
- Méthode de Caquot .

la méthode de Caquot est applicable si les conditions de la méthode de forfaitaire n'est pas vérifiées .

verification la fleche :

- $h/l > 1/22.5 l_x$
- $h/l > Mt/(15.M_0)$
- $As/(bd) <$

4.2/fe caclule des

armatures la section

minimale Sens l_y ; en exprimant h_0 en mètres :

$$A_{ymin} (cm^2/m) = \begin{cases} 12 h_0 : \text{ronds lisses,} \\ 8 h_0 : \text{Fe E 400,} \\ 6 h_0 : \text{Fe E 500 ou TS.} \end{cases}$$

Sens l_x :

$$A_{xmin} (cm^2/m) = \frac{3 - \alpha}{2} A_{ymin} (cm^2/m)$$

espacement maximaux

. Cas des charges réparties, fissuration peu préjudiciable

$$s_{tx} \leq \text{Min} \begin{cases} 3 \cdot h_0 \\ 33 \text{ cm} \end{cases} \text{ armatures dans le sens } l_x,$$

$$s_{ty} \leq \text{Min} \begin{cases} 4 \cdot h_0 \\ 45 \text{ cm} \end{cases} \text{ armatures dans le sens } l_y.$$

Cas où la dalle supporte également des charges concentrées
et où la fissuration est peu préjudiciable

$$s_{tx} \leq \text{Min} \begin{cases} 2 \cdot h_0 \\ 25 \text{ cm} \end{cases} \quad \text{armatures dans le sens } l_x,$$

$$s_{ty} \leq \text{Min} \begin{cases} 3 \cdot h_0 \\ 33 \text{ cm} \end{cases} \quad \text{armatures dans le sens } l_y.$$

Cas où la fissuration est préjudiciable ou très préjudiciable

$$h_0 \leq 40 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} s_{tx} \text{ et } s_{ty} \leq \text{Min} \begin{cases} 2 \cdot h_0 \\ 25 \text{ cm} \end{cases} \\ \Phi \geq 6 \text{ mm (sens } l_x) \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{si fissuration} \\ \text{préjudiciable} \end{array}$$

$$\begin{cases} s_{tx} \text{ et } s_{ty} \leq \text{Min} \begin{cases} 1,5 \cdot h_0 \\ 20 \text{ cm} \end{cases} \\ \Phi \geq 8 \text{ mm (sens } l_x) \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{si fissuration} \\ \text{très préjudiciable} \end{array}$$

b. La dalle de compression

L'épaisseur de la dalle de compression est 4 cm ,malgré elle est soumise à la compression
on l'a ferrailer par un treillis soudé pour éviter la fissuration

Les dimensions des mailles sont normalisées "BAEL" comme suit :

- 20 cm pour les armatures perpendiculaires aux nervures.
- 33 cm pour les armatures parallèles aux nervures.

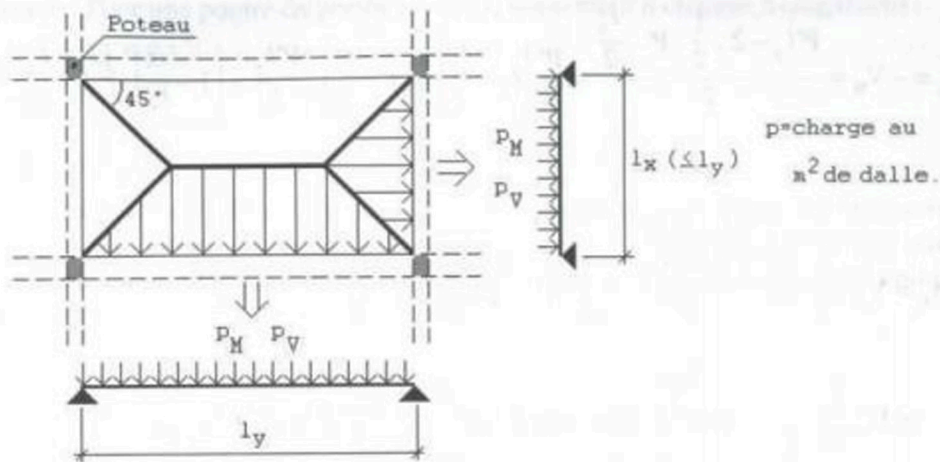
3. Transmission des charges des dalles aux poutres:

On définit les charges uniformément répartie équivalente sur les poutres .

- P_y : la charge qui produise le même effort tranchant sur appui .
- P_m : la charge qui produise le même moment de flexion à mini-portée .

ELEMENT CHARGE	TRAPEZE	TRIANGLE
P_y	$(1 - \frac{\alpha}{2}) \frac{p \cdot l_x}{2}$	$\frac{p \cdot l_x}{4}$
P_m	$(1 - \frac{\alpha^2}{3}) \frac{p \cdot l_x}{2}$	$\frac{p \cdot l_x}{3}$

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} \leq 1$$



Conditions de déformation:

Vérification de la flèche:

$$h \left\{ \frac{1}{16} \rightarrow \frac{1}{10} \right\} ; b \{ 0.3h \rightarrow 0.5h \}; \frac{h}{l} \geq \frac{1}{10} * \frac{M_{tmax}}{M_0}$$

Limitation des flèches pour les planchers :

$$f \leq \frac{1}{500} \text{ si } l \leq 5m ; f < 0.5cm + \frac{1}{8} \text{ si } l > 5m$$

$$\text{pour un console : } f \leq \frac{1}{250} \text{ si } l \leq 2m$$

Méthode du dimensionnement :

$$bd^2 \geq \frac{M_u}{\mu_{lu} * f_{bu}} \rightarrow \text{fiss peu.préj}$$

$$[bd^2] \geq \max \left[\frac{M_u}{\mu_{lu} * f_{bu}} ; \frac{M_{ser}}{\mu_{rb} * \bar{\sigma}_{bc}} \right] \rightarrow \text{fiss préj}$$

$$b_0 \{ 0.3 \rightarrow 0.5 \} d ; b \{ 0.3 \rightarrow 0.5 \} h ; d = 0.9h$$

Vérification de l'effort tranchant :

$$\tau_u = \frac{V_u(T)}{b_0 * d} \leq \tau_{lim}[\delta] \text{ avec } V_u(T) = \frac{q_u * l}{2}$$

$$\tau_{lim} = \text{Min} \left[0.2 * \frac{f_{c28}}{\gamma_b} ; 5MPa \right]$$

REFERENCES

- Guerrin et R. C. Lavour, « Traité de béton armé ; Ossatures d'immeubles et d'usines, planchers, escaliers, encorbellements, ouvrages divers du bâtiment, Tome 4 », Dunod, 1971.
- Jean Pierre Mougin, « Béton armé, BAEL 91 modifié 99 et DTU associés », Eyrolles, 2000.
- Règles BAEL 91, « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites », Eyrolles, mars 1992.
- Georges Dreux, « Calcul pratique du béton armé. Règles BAEL 83 », 1983
- Christian Albouy, « Eurocode 2: béton armé - éléments simples », CERPET – STI, 2007.
- J. A. Calgaro, « Applications de l'Eurocode 2 - Calcul des bâtiments en béton », ponts et chaussée, 2007.
- A.CHANTI, Contreventement des bâtiments par voiles. O.P.U.
- ALBIGÈS (M.) et GOULET (J.). – Contreventement des bâtiments. Ann. ITBTP, mai 1960.
- GRINDA (L.). – Calcul des voiles de contreventement des bâtiments à étages. Ann. ITBTP, 1967.
- Coin A., Decauchy A. et Collignon J.P., Murs de contreventement à ouverture multiples. An. ITBTP, 71.
- Henry Thonier, Conception et calcul des structures en béton armé. Presse de l'école nationale des Ponts et Chaussées, volume 2, 3 et 4. Édition Eyrolles