

4/86
2E7

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

BATIMENT R+6

PORTIQUES AUTOSTABLES

(CENTRE DE DOCUMENTATION ET D'ARCHIVES)

Proposé par : CTC

Etudié par :

BAHA MOURAD
MAHOUCHE SAID

Dirigé par :

M^{me} BAUCHE

PROMOTION : JANV. 86

REMERCEMENTS

Tout d'abord nous tenons à remercier notre promotrice
M^{me} BAUCHE pour l'intérêt qu'elle nous a apporté.
Que tous les professeurs et assistants qui ont contribué
à notre formation trouvent dans ce modeste travail
l'expression de notre reconnaissance.
Et tous ceux qui ont contribué à notre formation
de près ou de loin trouvent l'expression de notre
reconnaissance.

DEDICACES

A ma famille
à mes amis.

faïd Bahouche

A mes parents
à mes frères et sœurs

η. Baha

TABLES DES MATIERES

| | |
|---|-----|
| Chapitre I : Présentation de l'ouvrage | 1 |
| Chapitre II : Caractéristiques mécaniques des matériaux | 2 |
| Chapitre III : Evaluation des charges et surcharges | 5 |
| Chapitre IV : Prédimensionnement | 6 |
| Chapitre V : Calcul des éléments | 7 |
| - calcul de l'acrotère | 7 |
| - calcul des planchers | 9 |
| - Escaliers | 15 |
| Chapitre VI : calcul des rigidités (méthode de Duto) | 22 |
| Chapitre VII : Etude au séisme et charges horizontales | 26 |
| Chapitre VIII : Charges verticales | 36 |
| Chapitre IX : Superposition des sollicitations | 50 |
| Chapitre X : Ferrailage des poutres | 67 |
| Chapitre XI : Ferrailage des poteaux | 89 |
| Chapitre XII : calcul des fondations | 101 |
| Chapitre XIII : calcul des longrines | 108 |
| Chapitre XIV : voile périphérique | 109 |

PRESENTATION DE L'OUVRAGE

Le projet qui nous a été proposé par le CTC (organisme du contrôle technique de la construction) consiste à l'étude et au calcul des éléments résistants d'un bâtiment (R+6) à usage de salles d'archives et centre de documentation (groupe d'usage 2). Ce bâtiment sera implanté à Hydra (Alger), classé par le CTC comme région de moyenne sismicité.

Longueur totale du bâtiment : 30,17 m (entre murs extérieurs)

Largeur totale du bâtiment : 14,05 m (entre murs extérieurs)

Hauteur totale du bâtiment : 26,98 m (acrotère comprise)

Taux de travail du sol : La contrainte admissible du sol est de 2,5 kg/cm² à 1,80 m d'ancrage.

Béton armé : Le béton utilisé dans la construction de cet ouvrage sera conforme aux règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé (CCBA 68), ainsi qu'à tous les règlements en vigueur applicables en ALGERIE (RPA 81, ...)

Aciers : Nous utilisons de l'acier doux, des aciers à haute adhérence. L'acier sera propre et débarrassé de toutes traces de rouille non adhérente, de peinture et de graisse.

Ossature : Le bâtiment est contreventé par des portiques auto-stables, dont huit transversaux et quatre longitudinaux.

Planchers : Les planchers seront constitués par des dalles pleines reposant sur les poutres. L'épaisseur est de 16 cm. Le plancher terrasse aura une isolation hydrofuge et thermique, ainsi qu'une forme de pente facilitant l'évacuation des eaux pluviales.

Escaliers : on a deux types d'escaliers : escaliers intérieurs et escaliers extérieurs. Les escaliers intérieurs s'appuient sur les poutres au niveau de l'étage et sur une poutre solère à mi-étage.

Maçonnerie :

* Murs extérieurs à double cloison d'épaisseur 25 cm avec vide d'air de 5 cm.

* Murs intérieurs cloisons de séparation en brique creuse de 10 cm

* murs de la cage d'escaliers cloison en brique creuse de 15 cm d'épaisseur.

Revêtement : carrelage pour les salles.
Céramique pour les salles d'eau.

Notre bâtiment comporte deux ascenseurs de cinq personnes chacune.

Caractéristiques mécaniques des matériaux.

Béton:

Le béton utilisé doit être conforme aux règles de CCBAB, ainsi qu'à tous les règlements en vigueur en Algérie.

un mètre cube de béton aura la composition suivante:

- 350 kg de ciment CPA 325
- 800 litres de gravillons de grosseur $C_g = 5/15$
- 400 litres de sable propre $D_5 \leq 5 \text{ mm}$.
- 175 litres d'eau.
- Contrôle atténué.

Le béton aura comme résistance à 28 jours:

- résistance nominale de compression $\sigma_{28} = 27 \text{ bars} = 275 \text{ kg/cm}^2$
- résistance nominale à la traction: $\sigma_{28} = 7 + 0,06 \sigma_{28} = 23,2 \text{ bars}$
 $= 23,6 \text{ kg/cm}^2$

Contrainte de compression admissible: $\bar{\sigma}_c = \gamma' \cdot \sigma_{28}$

avec $\gamma' = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \delta \cdot \epsilon$

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$: sont des coefficients qui tiennent compte des diverses influences qui agissent sur la sécurité.

α : dépend de la classe du ciment utilisé (CPA 325 $\rightarrow \alpha = 1$)

β : dépend de l'efficacité du contrôle exercé sur la qualité du béton mis en œuvre (Pour un contrôle atténué $\beta = 5/6$)

γ : dépend des épaisseurs relatives des éléments et des dimensions des granulats ($h_m > 4 C_g \rightarrow \gamma = 1$)

δ : dépend de la nature des sollicitations:

$\delta = 0,3$: en compression simple

$\delta = 0,6$: en flexion simple

Dans le cas de la flexion composée: $\delta = 0,6$ si l'effort normal est une traction; et $\delta = \begin{cases} 0,3(1 + \frac{e_0}{2e_1}) & \text{si } \delta < 0,6 \\ 0,6 & \text{si } \delta > 0,6 \end{cases}$

l'effort normal est une compression.

avec: e_0 : excentricité de la résultante des forces extérieures par rapport au centre de gravité du béton seul.

e_1 : distance de la limite du moyen central au centre de gravité de la section du béton seul dans le plan médian passant par le centre de pression.

Quand il s'agit d'une sollicitation pondérée du 2^{ème} genre les valeurs de δ sont multipliées par 1,5.

ϵ : dépend de la forme de la section et de la sollicitation qui lui est appliquée.

- $\epsilon = 1$: en compression simple quelque soit la forme de la section.

- en flexion simple ou composée: $\epsilon = 1$ pour les sections rectangulaires
 $0,5 \leq \epsilon \leq 1$ pour les sections en T.

valeurs des contraintes admissibles:

- Compression simple: SP1: $\bar{\sigma}_b' = 68,75 \text{ kg/cm}^2$ et SP2: $\bar{\sigma}_b' = 103,13 \text{ kg/cm}^2$

- Flexion simple ou flexion composée avec traction:

SP1: $\bar{\sigma}_b' = 137,52 \text{ kg/cm}^2$; SP2: $\bar{\sigma}_b' = 1,5 \bar{\sigma}_{SP1} = 206,25 \text{ kg/cm}^2$

Contrainte de traction de référence du béton:

$\bar{\sigma}_b = f \cdot \sigma_{28} = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \delta \cdot \sigma_{28}$ avec $\begin{cases} \delta = 0,19 + 2,1/\sigma_{28}' & \text{dans SP1} \\ \delta = 1,5(0,19 + 2,1/\sigma_{28}') & \text{dans SP2} \end{cases}$

$\bar{\sigma}_b = 5,9 \text{ kg/cm}^2$ (SP1); $\bar{\sigma}_b = 8,85 \text{ kg/cm}^2$ (SP2) (σ_{28}' en bars)

ACIER: On utilisera 3 catégories d'acier:

ADx; HA; et treillis soudé.

a/ acier doux - ADx nuance FeE24.

limite d'élasticité nominale : $\sigma_{en} = 2350 \text{ bars} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

Contrainte admissible : S1 : $\bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \cdot \sigma_{en} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

S2 : $\bar{\sigma}_a = \sigma_{en} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

b/ acier à haute adhérence - HA. nuance FeE40 :

$\sigma_{en} = 4110 \text{ bars} = 4200 \text{ kg/cm}^2$ si $\phi \leq 20 \text{ mm}$ } pour S1 $\bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \sigma_{en}$

$\sigma_{en} = 3920 \text{ bars} = 4000 \text{ kg/cm}^2$ si $\phi > 20 \text{ mm}$ } pour S2 $\bar{\sigma}_a = \sigma_{en}$

c/ treillis soudés :

$\phi < 6 \text{ mm}$ $\sigma_{en} = 5200 \text{ bars} = 5300 \text{ kg/cm}^2$; $\bar{\sigma}_{a_{S1}} = 3533 \text{ kg/cm}^2$; $\bar{\sigma}_{a_{S2}} = 5300 \text{ kg/cm}^2$

$\phi > 6 \text{ mm}$ $\sigma_{en} = 4410 \text{ bars} = 4500 \text{ kg/cm}^2$; $\bar{\sigma}_{a_{S1}} = 3000 \text{ kg/cm}^2$; $\bar{\sigma}_{a_{S2}} = 4500 \text{ kg/cm}^2$

Contrainte admissible de non fissuration CCB4 Art 49

σ_1 : contrainte de fissuration systématique.

σ_2 : contrainte de fissuration accidentelle.

ϕ : diamètre de la plus grosse barre (en mm).

η : coefficient de fissuration des aciers { $\eta = 1$. ADx
 $\eta = 1,6$. HA

$$\bar{\sigma}_a = \min \left\{ \frac{2}{3} \sigma_{en} ; \max(\sigma_1 ; \sigma_2) \right\}$$

$$\text{avec } \sigma_1 = \kappa \cdot \frac{\eta \cdot \bar{\omega}_f}{\phi \cdot (1 + 10 \bar{\omega}_f)} \quad \text{et} \quad \sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{\eta \cdot \kappa \cdot \bar{\sigma}_0}{\phi}}$$

κ : coefficient dépendant du type de fissuration.

$\kappa = \begin{cases} 0,5 \cdot 10^6 & \text{fissuration très nuisible} \\ 1 \cdot 10^6 & \text{fissuration préjudiciable} \\ 1,5 \cdot 10^6 & \text{fissuration peu préjudiciable} \end{cases}$

$\bar{\omega}_f$: Pourcentage de fissuration.

$$\bar{\omega}_f = \frac{A}{B_f} = \frac{\text{section d'armature tendue}}{\text{section de béton relative à l'enrobage des barres tendues}}$$

Évaluation des Charges et Surcharges.

Plancher terrasse:

- Protection gravillon (4cm) - - - - - 80 kg/m²
 - étanchéité multicouche - - - - - 12
 - joint de fonctionnement.
 - forme de Pente 1/5 % (7cm) - - - - - 220
 - feuille de Polyane - - - - - 5
 - isolation thermique (5cm) - - - - - 15
 - dalle pleine (16cm) - - - - - 400
 - enduit plâtre (2,5cm) - - - - - 20
- Charge permanente : $G = 757 \text{ kg/m}^2$
 Surcharge d'exploitation : $P = 100 \text{ kg/m}^2$

Étage courant:

- Carrelage $\frac{1}{2}$ up - - - - - 44 kg/m²
 - mortier de base (2cm) - - - - - 40
 - sable (2cm) - - - - - 34
 - dalle pleine (16cm) - - - - - 400
 - enduit plâtre - - - - - 20
 - cloisons légères - - - - - 75
- Charge permanente $G = 618 \text{ kg/m}^2$
 Surcharge d'exploitation 500 kg/m^2

Cloison lourdes des façades.

- briques creuses de 15cm - - - 220 kg/m²
 - Briques creuses de 5cm - - - 90.
 - Plâtre + enduit ciment - - - 50.
- $G = 360 \text{ kg/m}^2$
 en considérant 40% d'ouverture, le poids des murs devient $G = 217$

PREDIMENSIONNEMENT

Poutres : on a d'après P. CHARON (P. 364) : $\frac{l}{15} \leq h_t \leq \frac{l}{10}$
 h_t : hauteur de la poutre.
 l : la plus grande portée de travée dans la direction considérée.

Sens longitudinal : $l = 4,52m$

Sens transversal : $l = 5,40$

donc $\frac{540}{15} \leq h_t \leq \frac{540}{10} \Rightarrow 36 \leq h_t \leq 54$; on prend $h_t = 50cm$

b : largeur de la poutre .

Le RPA 81 préconise que $\left\{ \begin{array}{l} b \geq 20cm \text{ en zone II} \\ \frac{h_t}{b} \leq 3 \end{array} \right.$

donc $b \geq \frac{h_t}{3} = 16,67cm$ et $b \leq 3 h_t = 150cm$
 on prend $b = 30cm$.

Dans les deux sens du bâtiment on prend : $h_t = 50cm$; $b = 30cm$

poteaux : Les poteaux seront dimensionnés suivant la formule : $A_{pot} \geq k \frac{N}{\sigma_{28}}$ donnée par le RPA 81.

avec $k = 4$ en zone II ; N : effort normal.

Après avoir fait une descente de charge, on adopte pour les poteaux une section carrée : $(45 \times 45) cm^2$

Les 3 conditions du RPA 81 sont vérifiées :

• $A \geq k \frac{N}{\sigma_{28}}$

• $\min(b, h) \geq 25cm$ en zone II

• $\min(b, h) \geq \frac{H}{20} = 20$; H : hauteur d'étage .

• $\frac{1}{3} \leq \frac{b}{h} \leq 3$

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
المكتبة — BIBLIOTHÈQUE
Ecole Nationale Polytechnique

CALCUL DES ELEMENTS

Calcul de l'acrotère.

L'acrotère est assimilable à une console encastree dans le plancher. au niveau de la section d'encastrement qui est donc la section dangereuse, on distingue les effets suivants: Poids propre: $G = 2500 \cdot 1 \cdot 0,70 \cdot 0,15 = 262,5 \text{ kg/ml}$

$$\text{Surcharge: } P = 100 \text{ kg/ml}$$

en tenant compte de la surabondance, on obtient: $1,2 P = 120 \text{ kg/ml}$

On fera le calcul pour un metre d'acrotère, le moment produit dans la section dangereuse par la charge $1,2 P$ est:

$$M = 1,2 P \cdot h = 120 \cdot 0,7 = 84 \text{ kg. m/ml}$$

le calcul se fera en flexion composée:

- Centre de pression: $e = M/N = \frac{84}{262,5} = 0,32 \text{ m} > h/6 = 0,083$

la section étant partiellement comprimée. On utilise la méthode de du moment fictif (Pierre Charon).

- l'ouvrage étant exposé au intempéries, on prendra un enrobage $d = 2 \text{ cm}$.

$$O_B = M + N \left(\frac{h_r}{2} - d \right) = M e = 262,5 \cdot 37,5 = 9843,75 \frac{\text{kg. cm}}{\text{ml}}$$

calcul en flexion simple:

$$N = \frac{15 O_B}{\sigma_a \cdot b \cdot e^2} = \frac{15 \cdot 9843,75}{2800 \cdot 100 \cdot 13^2} = 0,00312 \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9744 \\ \kappa = 180 \end{cases}$$

d'où $\sigma_b' = \frac{\sigma_a}{\kappa} = 15,55 < \bar{\sigma}_b' \Rightarrow$ pas d'acier comprimé

$$d'où $A_1 = \frac{15 O_B}{\sigma_a \cdot \epsilon \cdot \kappa} = \frac{15 \cdot 9844}{2800 \cdot 100 \cdot 13^2} = 0,28 \text{ cm}^2$$$

calcul en flexion composée

$$A = A_1 - \frac{N}{\sigma_a} = 0,28 - \frac{262,5}{2800} = 0,19 \text{ cm}^2$$

la section calculée étant très faible, on adoptera une armature minimale imposée par la condition de non fragilité (Art 52. CCBA 68)

$$A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{ben}} = 0,69 \cdot 100 \cdot 13 \cdot \frac{5,9}{4200} = 1,26 \text{ cm}^2$$

On prendra donc 5 TB/ml. $A = 1,41 \text{ cm}^2$.

L'espacement des armatures sera donc: $t = \frac{100}{5} = 20 \text{ cm}$
en plus des armatures calculées on prévoit aussi des armatures de peau dans le sens transversal.

CALCUL DES PLANCHERS

Tous les planchers sont en dalle pleine reposant sur les poutres.
Les calculs des panneaux se fera sous la sollicitation du premier genre : $G+1,2P$.

Épaisseur de la dalle : e .

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{40} \leq e \leq \frac{l}{30} \\ \text{avec } l \geq 16 \text{ cm bonne isolation acoustique.} \end{array} \right.$$

$$l = 4,22 \text{ m} \Rightarrow 10,55 \leq e \leq 14,04 \text{ cm.}$$

on prend $e = 16 \text{ cm}$.

Plancher terrasse : Tous les panneaux reposent sur 4 côtés.
on détermine les efforts dans la dalle

par la méthode du CCBA 68.

Pour étudier un seul panneau, le plus sollicité,
et puis nous adopterons le même ferrailage pour
les autres panneaux.

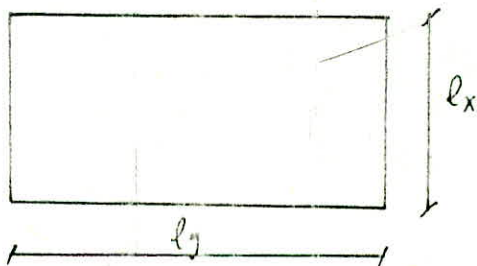
$$G = 457 \text{ kg/m}^2 ; P = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$q(G+1,2P) = 877 \text{ kg/m}^2$$

Les dimensions du panneau sont : $l_x = 4,22 \text{ m}$

$$l_y = 5,1 \text{ m}$$

$$\rho = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,22}{5,1} = 0,83 > 0,4$$



$$M_{0x} = \mu_x \cdot q \cdot l_x^2 ; M_{0y} = \mu_y \cdot M_x ; T_x = \frac{q l_x}{2} \frac{1}{1+\rho/2} ; T_y = \frac{q l_x}{3}$$

Les valeurs de μ_x et μ_y sont tabulées dans CCBA 68

Elles sont données en fonction de ρ .

Après interpolation, on trouve : $\mu_x = 0,0583 ; \mu_y = 0,728$

$$M_{0x} = 0,0583 \cdot 877 \cdot (4,22)^2 = 910,53 \text{ kg m}$$

$$M_{0y} = 0,728 \cdot 910,53 = 662,86 \text{ kg m}$$

$$T_x = 1307,75 \text{ kg} ; T_y = 1233,65 \text{ kg}$$

Répartition hyperstatique

- En travée : $M_{xL} = 0,85 \cdot M_{x0} = 0,85 \cdot 910,53 = 773,95 \text{ kg m}$
 $M_{yL} = 0,85 \cdot M_{y0} = 0,85 \cdot 662,86 = 563,43 \text{ kg m}$

- Sur appui : $M_{x0} = 0,5 \cdot M_{xL} = 0,5 \cdot 773,95 = 386,98 \text{ kg m}$
 $M_{y0} = 0,5 \cdot M_{yL} = 0,5 \cdot 563,43 = 281,72 \text{ kg m}$

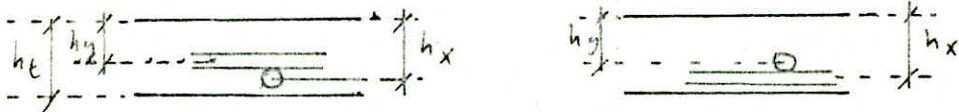
Détermination des armatures : Le calcul se fait par la méthode de Pierre Charon.

$h_t = 16 \text{ cm}$.

Le diamètre des armatures doit vérifier : $\phi \leq \frac{h_t}{10} = 16 \text{ mm}$
on ferraille avec des T6.

La section de calcul, pour le béton, est rectangulaire
(b, h_t) = (100, 16).

Les hauteurs utiles :



$h_x = h_t - \frac{\phi}{2} - 2 \text{ cm} = 13,7 \text{ cm}$; $h_y = h_x - \phi = 13,1 \text{ cm}$.

Armatures suivant L_x .

- En travée : $M = 443,95 \text{ kgm}$; $h_x = 13,7 \text{ cm}$.

$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h_x^2} = \frac{15 \cdot 443,95}{2800 \cdot 100 \cdot (13,7)^2} = 0,0221 \rightarrow \begin{cases} k = 61,5 \\ \varepsilon = 0,9346 \end{cases}$
 $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{61,5} = 45,53 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$.

Les aciers comprimés ne sont pas nécessaires.

Aciers tendus : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \varepsilon \cdot h_x} = \frac{443,95}{2800 \cdot 0,9346 \cdot 13,7} = 2,16 \text{ cm}^2$

Soit 8 T6 / ml $A = 2,26 \text{ cm}^2$

- sur appui : $M = 455,27 \text{ kgm}$.

$\mu = \frac{15 \cdot M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h_x^2} = \frac{15 \cdot 455,27}{2800 \cdot 100 \cdot 13,7} = 0,0430 \rightarrow \begin{cases} k = 83,5 \\ \varepsilon = 0,9492 \end{cases}$
 $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{83,5} = 33,53 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$.

Aciers tendus : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \varepsilon \cdot h_x} = \frac{455,27}{2800 \cdot 0,9492 \cdot 13,7} = 1,25 \text{ cm}^2$

Soit 5 T6 / ml $A = 1,41 \text{ cm}^2$

Armatures suivant L_y .

- En travée : $M = 563,43 \text{ kgm}$; $h_y = 13,1 \text{ cm}$

$\mu = \frac{15 \cdot M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h_y^2} = \frac{15 \cdot 563,43}{2800 \cdot 100 \cdot 13,1^2} = 0,0176 \rightarrow \begin{cases} k = 70,5 \\ \varepsilon = 0,9415 \end{cases}$
 $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{70,5} = 39,72 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$

Aciers tendus : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \varepsilon \cdot h} = \frac{563,43}{2800 \cdot 0,9415 \cdot 13,1} = 1,63 \text{ cm}^2$

Soit 6 T6 / ml $\rightarrow A = 1,70 \text{ cm}^2$

- sur appui : $M = 331,43 \text{ kgm}$.

$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h_y^2} = \frac{15 \cdot 331,43}{2800 \cdot 100 \cdot (13,1)^2} = 0,0101 \rightarrow \begin{cases} k = 94,5 \\ \varepsilon = 0,9543 \end{cases}$

$\sigma'_b < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$.

$A = \frac{331,43}{2800 \cdot 0,9543 \cdot 13,1} = 0,95 \text{ cm}^2$ Soit 4 T6 / ml $\rightarrow A = 1,13 \text{ cm}^2$

Armatures dans le sens longitudinal du bâtiment

| | M kgm | $\bar{\omega}$ % | E | κ | σ'_b kg/cm ² | σ_a kg/cm ² | A calculé (cm ²) | A _{min} | A choisi | Nb _{bar} / m | t (cm) | \bar{E} (cm) |
|--------|----------|---------------------|--------|----------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------|--------------------------|--------|-------------------|
| travée | 223,95 | 0,173 | 0,932 | 58,5 | 45,85 | 2682,06 | 2,16 | 2,26 | 2,26 | 8T6/m | 14 | 33 |
| appui | 455,22 | 0,103 | 0,9462 | 78 | 51,93 | 2490,94 | 1,25 | 1,41 | 1,41 | 5T6/m | 25 | 33 |

avec $\bar{\omega} = \frac{100 A}{b \cdot h}$ $\sigma_a = \frac{M}{A \cdot e \cdot h}$ $\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{\kappa}$
 $\bar{E} \leq 3h$ et 33 cm.

Armatures dans le sens transversal du bâtiment

| | M | $\bar{\omega}$ | E | κ | σ'_b | σ_a | A calculé | A _{min} | A choisi | Nb _{bar} / m | t | \bar{E} |
|--------|--------|----------------|--------|----------|-------------|------------|--------------|------------------|-------------|--------------------------|----|-----------|
| travée | 561,43 | 0,130 | 0,9401 | 68,5 | 39,29 | 2691,2 | 1,63 | 1,70 | 1,70 | 6T6/m | 20 | 45 |
| appui | 331,43 | 0,083 | 0,9505 | 86 | 27,39 | 2355,54 | 0,95 | 1,13 | 1,13 | 4T6/m | 30 | 45 |

$\bar{E} \leq 4h$ et 45 cm.

* Vérification de la condition de non fragilité.

suivant l_x : $A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} (2 - \rho)^{1/2} =$

$0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} (2 - \rho)^{1/2} = 0,69 \cdot 100 \cdot 13,7 \cdot \frac{5,9}{4200} (2 - 0,83)^{1/2} = 0,113 \text{ cm}^2$

(vérifiée)

suivant l_y :

$A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} \frac{(1 + \rho)}{4} = 0,69 \cdot 100 \cdot 13,1 \cdot \frac{5,9}{4200} \frac{(1 + 0,83)}{4} = 0,58 \text{ cm}^2$

(vérifié)

Vérification de la fissuration

$\sigma_2 = \frac{\kappa \eta}{\phi} \frac{\bar{\omega} f}{(1 + 10 \bar{\omega} f)}$

$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{\kappa \eta \bar{\sigma}_b}{\phi}}$

$\phi = 6 \text{ mm}$; $\kappa = 1,5 \cdot 10^6$ (fissuration peu nuisible)
 $\eta = 1,6$ Acier H. A.

suivant l_x : $A = 2,26 \text{ cm}^2$.

$\bar{\omega} f = \frac{A}{b \cdot l \cdot d} = \frac{2,26}{100 \cdot 2,2} = 5,65 \cdot 10^{-3}$

$\sigma_1 = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 1,6}{6} \frac{5,65 \cdot 10^{-3}}{1 + 5,65 \cdot 10^{-3}} = 2139,14 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{15 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 5,9}{6}} = 3686,95 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max(\sigma_1, \sigma_2) = \sigma_2 = 3686,95 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (vérifié)}$$

Suivant l_y $A = 1,70 \text{ cm}^2$; $\bar{w}_p = 4,25 \cdot 10^3$

$$\sigma_1 = \frac{15 \cdot 10^6 \cdot 1,6}{6} \frac{4,25 \cdot 10^3}{1 + 4,25 \cdot 10^3} = 1630,7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{15 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 5,9}{6}} = 3686,95 \text{ kg/cm}^2$$

(vérifié)

Vérification de l'effort tranchant : $T_x = 1307,75 \text{ kg}$
 $T_y = 1233,65 \text{ kg}$

$$\tau_{bx} = \frac{T_x}{b \cdot \delta_x} = \frac{1307,75}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 13,7} = 1,09 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 1,15 \bar{\sigma}_b = 6,79 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{by} = \frac{T_y}{b \cdot \delta_y} = \frac{1233,65}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 13,1} = 1,08 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 6,79 \text{ kg/cm}^2$$

Vérification de la flèche :

La flèche totale est donnée par : $f_t = f_1 + f_2 \leq \bar{f} = \frac{l}{500}$

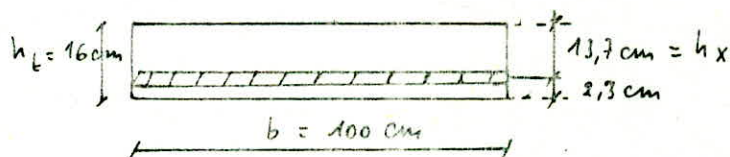
$$f_1 = f_{g0} \quad ; \quad f_2 = f_{q0} - f_{g0}$$

- M_a : moment dû aux charges totales (G et P) :
 - M_g : moment dû aux charges d'exploitation :
- $$M_a = 0,85 (M_{gx} + M_{px})$$

$$M_{gx} = 0,0583 \cdot 757 \cdot 4,22^2 = 785,94 \text{ kgm}$$

$$M_{px} = 0,0583 \cdot 100 \cdot 4,22^2 = 103,82 \text{ kgm}$$

$$M_a = 756,3 \text{ kgm} ; \quad M_g = 668,05 \text{ kgm}$$



moment d'inertie total : I_t

$$\text{Centre de gravité} : y_G = \frac{8 \cdot 100 \cdot 16 + 15 \cdot 2,26 \cdot 2,3}{16 \cdot 100 + 2,26 \cdot 15} = 7,88 \text{ cm}$$

$$I_t = \frac{100 \cdot 16^3}{12} + 100 \cdot 16 (8 - 7,88)^2 + 15 \cdot 2,26 (7,88 - 2,3)^2$$

$$I_t = 35211,9 \text{ cm}^4$$

valeurs de μ et A

a/ charges de faible durée d'application

$$d_i = \frac{\bar{\sigma}_b}{72(2 + 3\frac{b_0}{b})\bar{\omega}}$$

$$\bar{\omega} = \frac{A}{b \cdot h} = \frac{4,26}{100 \cdot 13,7} = 1,65 \cdot 10^{-3}$$

$$d_i = \frac{5,9}{72 \cdot 5 \cdot 1,65 \cdot 10^3} = 9,93$$

b/ charges de longue durée d'application.

$$d_{\mu} = \frac{d_i}{2,5} = \frac{9,93}{2,5} = 3,97$$

c/ charge totale q.

$$\sigma_a = \frac{M_a}{S \cdot A} = \frac{756,3 \cdot 10^2}{\frac{7}{8} \cdot 13,7 \cdot 2,26} = 2791,62 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 1 - \frac{5\bar{\sigma}_b}{4\bar{\omega}\sigma_a + 3\bar{\sigma}_b} = 1 - \frac{5 \cdot 5,9}{4 \cdot 1,65 \cdot 10^3 \cdot 2791,62 + 3 \cdot 5,9} = 0,18$$

d/ charge permanente q.

$$\sigma_a = \frac{M_p}{S \cdot A} = \frac{668,05 \cdot 10^2}{\frac{7}{8} \cdot 13,7 \cdot 2,26} = 2465,88 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 1 - \frac{5 \cdot 5,9}{4 \cdot 1,65 \cdot 10^3 \cdot 2465,88 + 3 \cdot 5,9} = 0,13$$

Calcul de $f_{g\infty}$: $f_{g\infty} = \frac{M_g \cdot l^2}{10 E_c \cdot I_{g\infty}}$ avec $I_{g\infty} = \frac{I_c}{1 + d_{\mu}}$

$$I_{g\infty} = \frac{35211,9}{1 + 3,97 \cdot 0,13} = 23225,32 \text{ cm}^4$$

$$f_{g\infty} = \frac{668,05 \cdot 10^2 \cdot 422^2}{10 \cdot 1,26 \cdot 10^5 \cdot 23225,32} = 0,41 \text{ cm}$$

Calcul de f_{g_0} : $f_{g_0} = \frac{M_g \cdot l^2}{10 \cdot E_c \cdot I_{g_0}}$ avec $I_{g_0} = \frac{I_c}{1 + d_{i\mu}}$

$$I_{g_0} = \frac{35211,9}{1 + 9,93 \cdot 0,13} = 15370,34 \text{ cm}^4$$

$$f_{g_0} = \frac{668,05 \cdot 10^2 \cdot 422^2}{10 \cdot 3,78 \cdot 10^5 \cdot 15370,34} = 0,2 \text{ cm}$$

Calcul de f_{q_0} : $f_{q_0} = \frac{M_a \cdot l^2}{10 E_i \cdot I_{q_0}}$ avec $I_{q_0} = \frac{I_t}{1 + d_{i\mu}}$

$$I_{q_0} = \frac{35211,9}{1 + 9,93 \cdot 0,18} = 12632,53 \text{ cm}^4$$

$$f_{q_0} = \frac{756,3 \cdot 10^2 \cdot 422^2}{10 \cdot 3,78 \cdot 10^5 \cdot 12632,53} = 0,28 \text{ cm}$$

flèche totale :

$$f_t = 0,41 + (0,28 - 0,2) = 0,49 \text{ cm} < \bar{f} = \frac{422}{500} = 0,84 \text{ cm}$$

(vérifiée).

Plancher RDC et plancher étage courant

Les mêmes types de calculs seront fait, on résume le calcul dans les tableaux qui suivent.
Toutes les vérifications sont satisfaites.
Sens longitudinal

| M kg-m | $\bar{\omega}$ % | ϵ | κ | σ_b kg/cm ² | G_a kg/cm | A_{cal} | A_{min} | Ach. | Nb/ ml | t | \bar{E} | |
|-----------|---------------------|------------|----------|----------------------------------|----------------|-----------|-----------|------|------------|----|-----------|------|
| 1074,88 | 0,258 | 0,9134 | 46,8 | 52,35 | 2449,32 | 3,05 | 3,54 | 3,54 | 7T8/ ml | 15 | 33 | 99mm |
| 632,28 | 0,148 | 0,9367 | 64 | 38,58 | 2469,3 | 1,72 | 2,01 | 2,01 | 4T8 | 30 | 33 | 99mm |

Sens transversal

| M | $\bar{\omega}$ | ϵ | κ | σ_b | G_a | A_{cal} | A_{min} | Ach. | Nb/ ml | t | \bar{E} | |
|--------|----------------|------------|----------|------------|---------|-----------|-----------|------|-----------|----|-----------|------|
| 813,68 | 0,196 | 0,9281 | 54,5 | 50,07 | 2128,72 | 2,44 | 2,51 | 2,51 | 5T8 | 25 | 45 | 99mm |
| 478,64 | 0,154 | 0,9351 | 62 | 19,25 | 1193,69 | 1,41 | 1,5 | 2,01 | 4T8 | 30 | 45 | 99mm |

Vérification du poinçonnement

La résistance au poinçonnement d'une dalle est très élevée. Le règlement CEB-FIB impose que l'on ait :

$$15 \Phi \leq 1,2 \bar{\sigma}_b$$

$\bar{\sigma}_b = 5,9 \text{ kg/cm}^2$; $h_t = 16 \text{ cm}$; épaisseur du revêtement = 6 cm
on cherche la charge Φ appliquée sur un impact de $(10 \times 10) \text{ cm}^2$
 $P_c = 4 \left[10 + 2 \left(\frac{16}{2} + 6 \right) \right] = 152 \text{ cm}$.

$$\Phi \leq \frac{P_c \cdot h_t \cdot 1,2 \bar{\sigma}_b}{1,5} = \frac{152 \cdot 16 \cdot 1,2 \cdot 5}{1,5} = 11,48 \text{ t.}$$

$$\Phi \leq 11,48 \text{ t.}$$

on n'a pas à craindre le poinçonnement dans la dalle.

NB : En cas de présence d'ouvertures dans les dalles il faut disposer des barres de renfort sur les contours de l'ouverture.

ESCALIERS

Notre bâtiment comporte deux types d'escaliers.

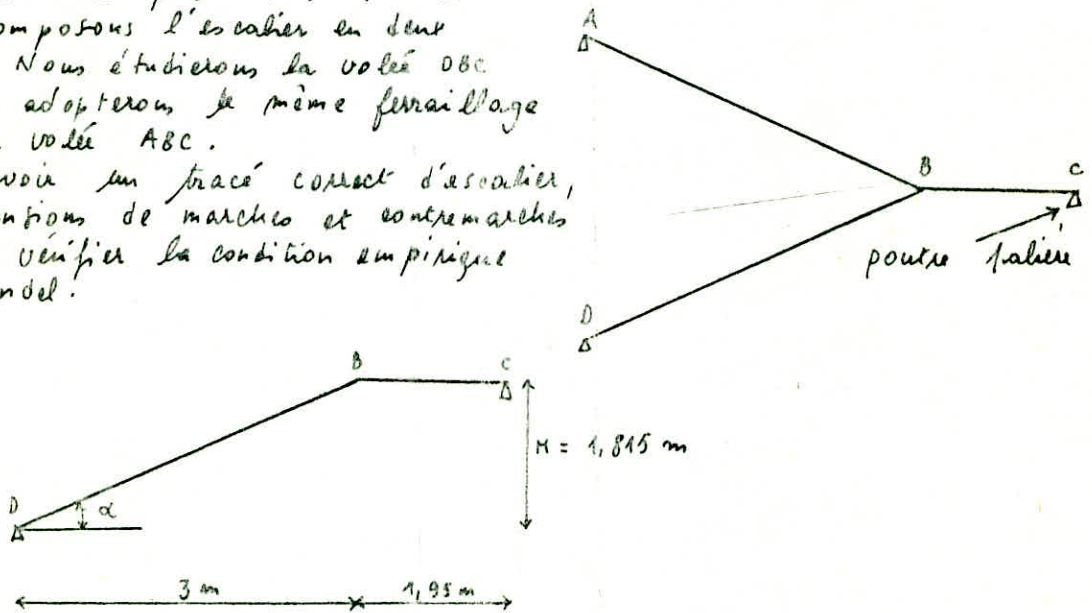
- * Escaliers intérieurs: Ils sont à paillasse adjacentes avec un palier intermédiaire situé à mi-étage.
- * Escaliers extérieurs: Ils sont à paillasse simple avec un palier situé au niveau du rez-de-chaussée.

Escalier intérieur de l'étage courant

Le schéma adopté est le suivant :

Nous décomposons l'escalier en deux parties. Nous étudions la volée OBC et nous adopterons le même ferrailage pour la volée ABC.

Pour avoir un tracé correct d'escalier, les dimensions de marches et contremarches doivent vérifier la condition empirique de Blondel.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,815}{3} = 0,605 \Rightarrow \alpha = 31,17^\circ$$

$$R = \frac{1,815 \cdot 10^3}{11} = 16,5 \text{ cm} \quad (\text{11 contremarches})$$

$$g = \frac{300}{10} = 30 \text{ cm} \quad (\text{10 marches})$$

Condition de Blondel :

$$\begin{cases} g > h \\ 59 \leq g + 2h \leq 64 \end{cases}$$

$$g + 2h = 30 + 2(16,5) = 63$$

Donc la condition de Blondel est vérifiée.

Détermination de l'épaisseur de la paillasse et du palier : e

$$\frac{L}{30} \leq e \leq \frac{L}{20} \quad \text{avec } L = L_{DB} + L_{BC}$$

$$L_{BC} = 1,95 \text{ m} ; \quad L_{DB} = \frac{3}{\cos \alpha} = 3,51 \text{ m} \Rightarrow L = 5,46 \text{ m}.$$

$$18,25 \leq e \leq 27,38 \text{ cm} \quad \text{on prend } e = 20 \text{ cm}.$$

Évaluation des charges et surcharges.

1/ paillasse

- Dalle $\frac{0,20 \times 2500}{\cos \alpha} = 584,36 \text{ kg/m}^2$
- poids propre des marches - - - $\frac{0,165 \cdot 2200}{2} = 181,5 \text{ kg/m}^2$
- Revêtement (2 cm mortier + 2 cm carrelage) = 84 kg/m^2
- garde de corps 50 kg/m^2

charges permanentes $G = 900 \text{ kg/m}^2$

surcharge d'exploitation $P = 400 \text{ kg/m}^2$

en prenant une bande de 1 m de large $\Rightarrow q_2 = 1370 \text{ kg/ml}$.

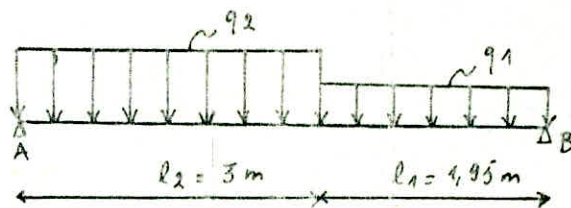
2/ palier

Dalle : $2500 \times q_2 = 500 \text{ kg/m}^2$

Revêtement 84 kg/m^2

pour une bande de 1 m de large on a : $q_1 = 1064 \text{ kg/ml}$.

schéma statique .



Détermination des réactions.

$$\sum M/A = 0 \Rightarrow R_B = 2911,58 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_A = 3273,22 \text{ kg}$$

Détermination des efforts.

a/ $0 \leq x \leq 3$ $M(x) = R_A \cdot x - q_2 \cdot \frac{x^2}{2} = 3273,22 \cdot x - 685 \cdot x^2$

pour $x=0$ $M(0) = 0$ et pour $x=3$ $M(3) = 3654,66 \text{ kg} \cdot \text{m}$.

$$T(x) = R_A \cdot x - q_2 \cdot x = 3273,22 - 1370 \cdot x \quad \begin{cases} x=0 \Rightarrow T(0) = 3273,22 \text{ kg} \\ x=3 \Rightarrow T(3) = -836,78 \text{ kg} \end{cases}$$

b/ $3 \leq x \leq 4,95 \text{ m}$.

$$M(x) = R_A \cdot x - q_1 \cdot \frac{x^2}{2} - (q_2 - q_1) \cdot 3 \cdot (x - 1,5) = 1377 + 2355,22 \cdot x - 532 \cdot x^2$$

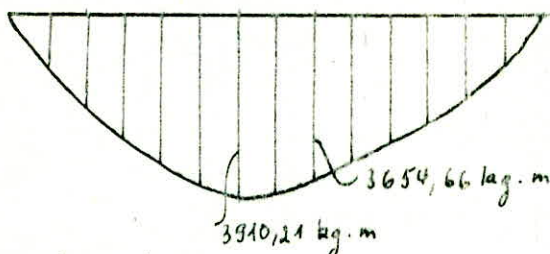
pour $x=3$, $M(3) = 3654,66 \text{ kg}$ et pour $x=4,95 \text{ m}$; $M(4,95) = 0$

$$T(x) = R_A - q_1 \cdot x - (q_2 - q_1) \cdot 3 = 2355,22 - 1064 \cdot x \quad \begin{cases} x=3 \text{ , } T(3) = -836,78 \text{ kg} \\ x=4,95 \text{ ; } T(4,95) = -2911,58 \text{ kg} \end{cases}$$

Diagrammes du moment fléchissant

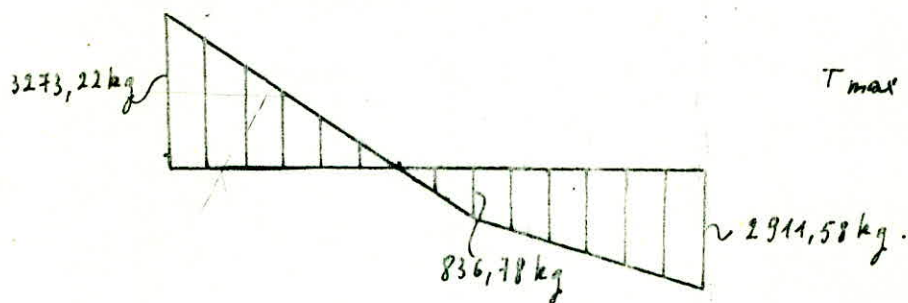
et de l'effort tranchant

a/ Moment fléchissant



$$M_{max} = 3910,21 \text{ kg.m}$$

b/ Effort tranchant



$$T_{max} = 3273,22 \text{ kg}$$

Calcul des armatures

Repartition hyperbolique

Moment en travée : $M_t = 0,85 M_0 = 0,85 \cdot 3910,21 = 3323,68 \text{ kg.m}$
 Moment sur appui : $M_a = 0,3 M_0 = 0,3 \cdot 3910,21 = 1173,06 \text{ kg.m}$

Armatures en travée $M_t = 3323,68 \text{ kg.m}$; $h = 18 \text{ cm}$.

Le calcul de armatures se fera par la méthode de Pierre Charon.

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 3323,68}{2800 \cdot 100 \cdot 18^2} = 0,0550 \Rightarrow \begin{cases} k = 36 \\ \epsilon = 0,9020 \end{cases}$$

Calcul de σ'_b : $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{36} = 77,78 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$

donc les aciers comprimés ne sont pas nécessaires
Aciers tendus : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{3323,68}{2800 \cdot 0,9020 \cdot 18} = 7,31 \text{ cm}^2$

on prend 4 T12 $A = 7,92 \text{ cm}^2$

Armatures sur appui : $M_a = 1173,06 \text{ kg.m}$.

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 1173,06}{2800 \cdot 100 \cdot 18^2} = 0,0194 \Rightarrow \begin{cases} k = 66,5 \\ \epsilon = 0,9387 \end{cases}$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{1173,06}{2800 \cdot 0,9387 \cdot 18} = 2,48 \text{ cm}^2$$

on prend 4 T10 $A = 3,14 \text{ cm}^2$.

Vérification des contraintes

En travée : $A = 7,92 \text{ cm}^2$; $M_t = 3323,68 \text{ kg.m}$.

$$\bar{\omega} = \frac{100 \cdot A}{b \cdot h} = \frac{100 \cdot 7,92}{100 \cdot 18} = 0,44 \Rightarrow \begin{cases} k = 34,4 \\ \epsilon = 0,8988 \end{cases}$$

$$\sigma_a = \frac{M}{A \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{332368}{7,92 \cdot 0,8988 \cdot 18} = 2593,93 \text{ kg/cm}^2 < 2800 \text{ kg/cm}^2 = \bar{\sigma}_a$$

$$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{\kappa} = \frac{2593,93}{34,4} = 75,41 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$$

sur appui

$$A = 3,14 \text{ cm}^2 ; M_a = 1173,06 \text{ kg m}$$

$$\bar{\omega} = \frac{100 \cdot A}{b \cdot h} = \frac{100 \cdot 3,14}{100 \cdot 18} = 0,174 \quad \left\{ \begin{array}{l} \kappa = 58,5 \\ \epsilon = 0,9320 \end{array} \right.$$

$$\sigma_a = \frac{M}{A \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{117306}{3,14 \cdot 0,9320 \cdot 18} = 2226,91 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{\kappa} = \frac{2226,91}{58,5} = 38,07 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$$

Les contraintes sont vérifiées.

Vérification de la condition de non fragilité (CCBA 68. Art. 52)

$$A \geq 0,09 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}} = 0,09 \cdot 100 \cdot 18 \cdot \frac{5,9}{2800} = 1,74 \quad (\text{vérifié})$$

Vérification de la flèche

$$\frac{A}{b \cdot h} < \frac{43}{\bar{\sigma}_{en}} ; \frac{A}{b \cdot h} = \frac{7,92}{100 \cdot 18} = 4,4 \cdot 10^{-3} ; \frac{43}{\bar{\sigma}_{en}} = 10,24 \cdot 10^{-3} (\text{vérifié})$$

Aciers transversaux: $T_{max} = 3273,22 \text{ kg}$.

$$\tau_{bmax} = \frac{T_{max}}{b \cdot \frac{7}{8} \cdot 18} = \frac{3273,22}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 18} = 2,08 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 1,15 \bar{\sigma}_b = 6,79 \text{ kg/cm}^2$$

Les armatures transversales ne sont pas nécessaires; mais on dispose des armatures constructives.

Vérification de l'effort tranchant

$$A \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z} \Rightarrow 3,14 \cdot 2800 \geq 3273,22 - \frac{117306}{\frac{7}{8} \cdot 18} = -4174,78 \text{ kg}$$

(vérifié).

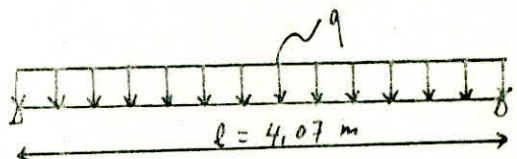
Armatures de répartition.

$$\frac{A}{4} \leq A_R \leq \frac{A}{3} \quad A_R = 2,01 \text{ cm}^2 \quad 4T8 / ml.$$

calcul de la poutre poutre :

schéma statique

on adopte une section rectangulaire: $b \times h_e = 40 \times 30$



charges revenant à la poutre.

pois propre :
Réaction

$$0,40 \times 0,30 \times 2500 = 300 \text{ kg/ml}$$

$$2911,58 \text{ kg/ml}$$

$$q = 3211,58 \text{ kg/ml}$$

Moment isostatique: $M_0 = \frac{q l^2}{8} = 3211,58 \times \frac{(4,07)^2}{8} = 6649,94 \text{ kg} \cdot \text{m}$

En tenant compte d'un semi-encastrement, on aura :

moment en travée : $M_t = 0,85 \cdot M_0 = 0,85 \cdot 6649,94 = 5652,45 \text{ kg} \cdot \text{m}$

moment sur appui : $M_a = 0,3 \cdot M_0 = 0,3 \cdot 6649,94 = 1994,98 \text{ kg} \cdot \text{m}$

Effort tranchant : $T = q \frac{l}{2} = 3211,58 \cdot \frac{4,07}{2} = 6535,57 \text{ kg}$

Détermination des armatures

en travée : $M_t = 5652,45 \text{ kg} \cdot \text{m}$; $b = 30 \text{ cm}$; $h_t = 40 \text{ cm}$; $d = 4 \text{ cm}$;
 $\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 5652,45}{2800 \cdot 30 \cdot 36^2} = 0,0779$

$\kappa = 29$; $\epsilon = 0,8864$

$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{\kappa} = \frac{2800}{29} = 96,55 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$

Les aciers comprimés ne sont pas mis en jeu.

- Aciers tendus : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{5652,45}{2800 \cdot 0,8864 \cdot 36} = 6,33 \text{ cm}^2$

on adoptera 4T16 $A = 8,04 \text{ cm}^2$

sur appui : $M_a = 1994,98 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$\mu = \frac{15 M}{2800 \cdot 30 \cdot 36^2} = 0,0275 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \kappa = 54,5 \\ \epsilon = 0,9281 \end{array} \right.$

$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{\kappa} = 51,38 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow A' = 0$

$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{1994,98}{2800 \cdot 0,9281 \cdot 36} = 2,13 \text{ cm}^2$

on adoptera 2T14 $A = 3,08 \text{ cm}^2$

Vérification de la condition de non fragilité

$A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}} = 0,69 \cdot 30 \cdot 36 \cdot \frac{5,9}{4200} = 1,05 \text{ cm}^2$ (vérifiée)

Vérification des contraintes

en travée $M_t = 5652,45 \text{ kg} \cdot \text{m}$; $A = 8,04 \text{ cm}^2$

$\bar{\omega} = \frac{100 A}{b \cdot h} = \frac{100 \cdot 8,04}{30 \cdot 36} = 0,744 \left\{ \begin{array}{l} \kappa = 25,1 \\ \epsilon = 0,8753 \end{array} \right.$

$\sigma_a = \frac{M}{A \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{5652,45}{8,04 \cdot 0,8753 \cdot 36} = 2231,11 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{\kappa} = \frac{2231,11}{25,1} = 88,89 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$

sur appui : $M_a = 1994,98 \text{ kg} \cdot \text{m}$; $A = 3,08 \text{ cm}^2$

$\bar{\omega} = \frac{100 A}{b \cdot h} = \frac{100 \cdot 3,08}{30 \cdot 36} = 0,285 \left\{ \begin{array}{l} \kappa = 44,3 \\ \epsilon = 0,9456 \end{array} \right.$

$\sigma_a = \frac{M}{A \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{1994,98}{3,08 \cdot 0,9456 \cdot 36} = 1965,08 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{\kappa} = \frac{1965,08}{44,3} = 44,36 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$

Vérification de l'effort tranchant

$$A \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z} \quad ; \quad T = 6535,57 \text{ kg} ; \quad M = 1994,98 \text{ kg.m} ; \quad A = 3,08 \text{ cm}^2$$

$$T + \frac{M}{z} = 6535,57 - \frac{199498}{\frac{7}{8} \cdot 36} = 202,3 < A \cdot \bar{\sigma}_a = 8624 \text{ kg (vérifiée)}$$

Vérification de la flèche.

$$1/ \frac{A}{b \cdot h} < \frac{43}{\bar{\sigma}_{en}} \quad ; \quad \frac{A}{b h} = \frac{3,04}{30 \cdot 36} = 4,44 \cdot 10^{-3} < 10,24 \cdot 10^{-3} = \frac{43}{\bar{\sigma}_{en}}$$

$$2/ h_t \geq \frac{l}{16} \quad ; \quad h_t = 36 > \frac{l}{16} = \frac{407}{16} = 25,44$$

$$3/ h_t \geq \frac{M_t}{10 M_0} \cdot \frac{l}{10} \quad ; \quad h_t = 36 > \frac{l}{10} \frac{M_t}{M_0} = 0,85 \cdot 40,7 = 34,6$$

Les 3 conditions sont vérifiées, il est inutile de justifier la flèche.

Armatures transversales.

$$\tau_{b \max} = \frac{T_{\max}}{b \cdot z} = \frac{6535,57}{30 \cdot \frac{7}{8} \cdot 36} = 6,92 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 3,5 \bar{\sigma}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2$$

Les armatures droites suffisent.

soit un cadre $\phi 8$; $A_t = 1,01 \text{ cm}^2$

$$\bar{\rho}_{at} = \rho_{at} \cdot \bar{\sigma}_{en} = \left[\max \left(\frac{2}{3} ; 1 \cdot \frac{\tau_b}{9 \bar{\sigma}_b} \right) \right] \cdot \bar{\sigma}_{en} = 0,87 \cdot 2400 = 2087,23 \text{ kg/cm}^2$$

Espacement des armatures transversales.

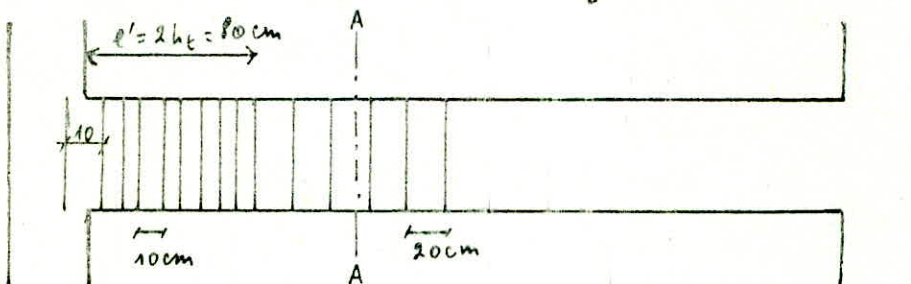
$$e \leq \frac{A_t \cdot \bar{\rho}_{at} \cdot z}{T} = \frac{1,01 \cdot 2087,23 \cdot \frac{7}{8} \cdot 36}{6535,57} = 10,16 \text{ cm.}$$

$$\bar{e} = \max \left[0,2 h = 7,2 \text{ cm} ; h \left(1 - \frac{0,3 \tau_b}{\bar{\sigma}_b} \right) = 23,33 \text{ cm} \right] = 23,33 \text{ cm.}$$

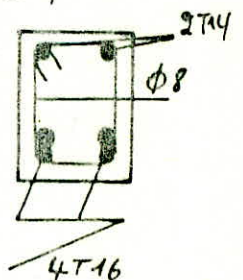
Espacement RPA 81

$$s = \min \left(\frac{h_t}{4} ; 12 \phi \right) = 10 \text{ cm} \quad ; \quad s' = \frac{h_t}{2} = 20 \text{ cm.}$$

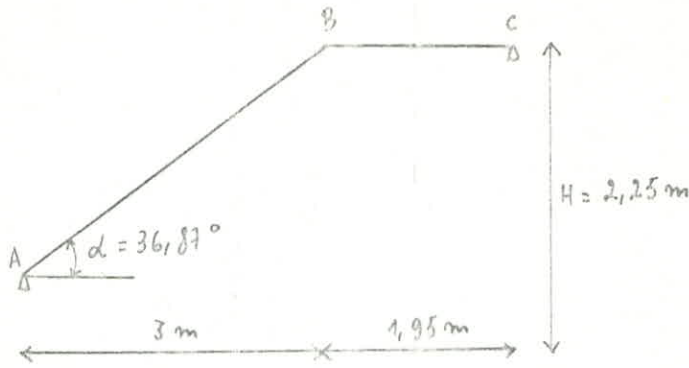
on adoptera un espacement de 10 cm dans la zone nodale et de 20 cm dans la zone courante.



Coupe A-A



Escalier du rez-de-chaussée

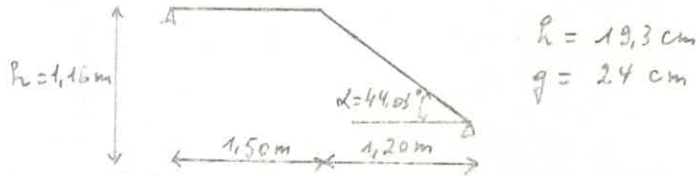


$$h = \frac{225}{13} = 17,3 \text{ cm} \quad (13 \text{ contre-marches})$$

$$g = \frac{300}{12} = 25 \text{ cm} \quad (12 \text{ marches})$$

on adoptera le même ferrailage que l'escalier de l'étage courant. Toutes les conditions sont vérifiées.

Escalier extérieur :



$$h = 19,3 \text{ cm}$$

$$g = 24 \text{ cm}$$

on adoptera une épaisseur de la paillasse de 12 cm.
Le calcul se fera de la même manière que les escaliers intérieurs.

Le ferrailage adopté sera : 4 T10 en travée
2 T10 sur appui

Les armatures de répartition : 2 T8

ETUDE AU
SEISME

Méthode de Muto

La méthode de Muto est une méthode approchée qui nous permet d'analyser une structure couronnée de portiques sollicités par des efforts horizontaux. Elle est basée sur les rigidités de niveau (qui est le rapport entre l'effort tranchant de niveau et le déplacement relatif de niveau).

Son domaine d'application :

- elle s'applique aux bâtiments à étage rigides, constitués de planchers monolithiques, ayant une ossature autoportante reprenant la totalité des charges horizontales et verticales.
- les charges sont supposées concentrées au niveau des planchers. La raideur (I/l) des poutres ne doit pas être trop faible par rapport à celle des poteaux ($\bar{\alpha} \geq 0,2$ pour tous les niveaux)
- les raideurs (I/l) des travées adjacentes d'une même poutre ne doivent pas être trop différentes (rapport compris entre 0,5 et 2,0)
- la raideur I/l d'un même poteau ne doit pas trop varier entre étages adjacents (rapport compris entre 0,5 et 2)

Le diagramme de répartition des charges en élévation est soit rectangulaire (cas de vent) soit triangulaire (cas de séisme).

- Le calcul par la méthode de Muto se fera en 2 étapes :

1^{ère} étape : 1/ Calcul des rigidités linéaires des poteaux et des poutres. 2/ Calcul des coefficients $\bar{\alpha}$ et des coeff de correction a_j dans les 2 sens. 3/ Calcul des rigidités corrigées $a_j k_j$ des poteaux dans les 2 sens. 4/ Calcul de $D_j = \sum_{i=1}^n a_j \cdot k_j^{(i)}$. Pour chaque niveau

du portique couronné. 5/ Calcul de la rigidité relative de niveau corrigée du portique considéré. $R_j = \frac{12 E}{h_j^2} \cdot D_j$; $E = 345000 \text{ kg/cm}^2$

6/ Calcul de la rigidité relative d'étage j dans le 2 sens

$$R_{ix} = \sum_{e=1}^n R_{ix}^{(e)} \quad ; \quad R_{iy} = \sum_{e=1}^n R_{iy}^{(e)}$$

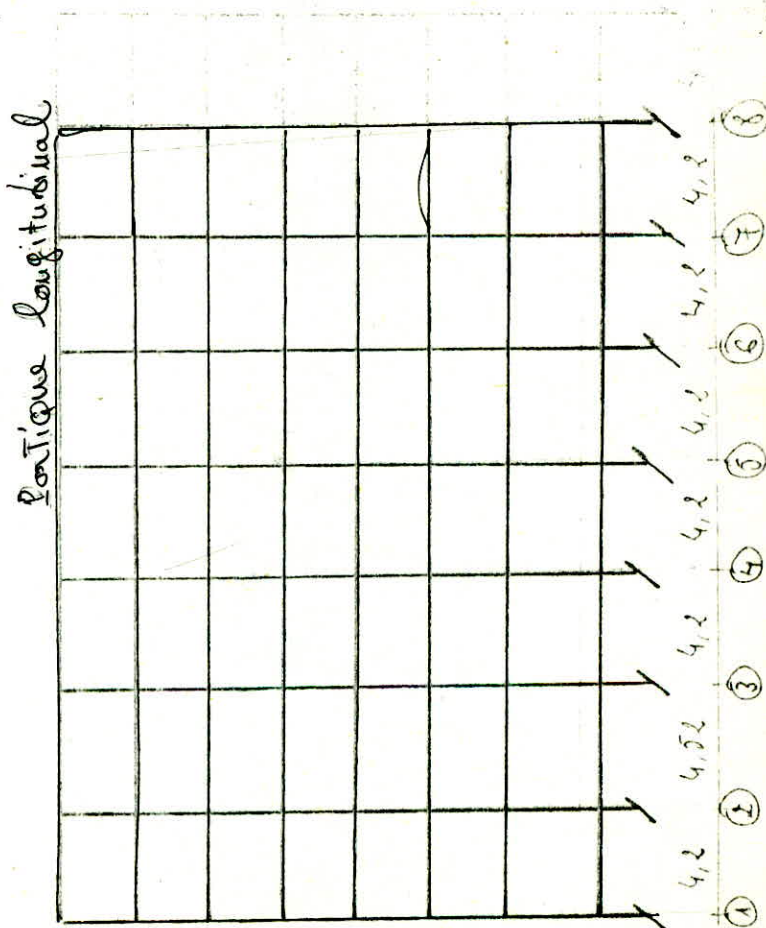
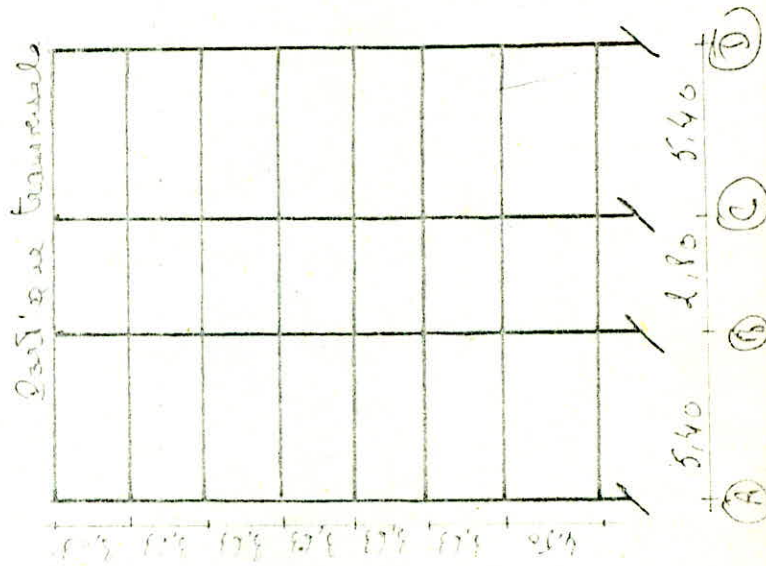
7/ Détermination du centre de torsion et du centre de masse. 8/ Calcul de la rigidité à la torsion R_{jt} de chaque étage.

Portique transversal.

| niveau | Portées | l_0 (m) | $h_e/2$ | a | $l_0 + h_e/2$ | $l_0 + a$ | $I \cdot 10^6$ | $U \cdot 10^6$ |
|---------|---------|-----------|---------|------|---------------|-----------|----------------|----------------|
| RDC à 7 | AB ; CD | 4,95 | 0,35 | 0,45 | 5,2 | 5,40 | 3125 | 600,96 |
| RDC à 7 | BC | 2,30 | 0,4 | 0,45 | 2,55 | 2,75 | 3125 | 1225,49 |

| niveau | Portées | R_0 | $g/2$ | R_E | $h_0 + g/2$ | $h_0 + h_e$ | $I \cdot 10^6$ | $U \cdot 10^6$ |
|---------|------------|-------|-------|-------|-------------|-------------|----------------|----------------|
| RDC - 1 | A, B, C, D | 4,00 | 0,225 | 0,50 | 4,225 | 4,5 | 3417,19 | 1018,54 |
| 1 - 7 | A, B, C, D | 3,13 | 0,225 | 0,50 | 3,355 | 3,63 | 3417,19 | 208,8 |

| niveau | file de poteaux | \bar{U} | a | $h_e \cdot 10^6$ | $a \cdot h_e \cdot 10^6$ | $D_i = \sum u_i \cdot h_e$ | R_j^r ($g/2$) | $(R_j^r)^2$ (h_e) |
|----------|-----------------|-----------|------|------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1-2, 2-3 | A | 0,59 | 0,23 | 234,26 | 137,22 | 1425,94 | 5799,51 | 46396,08 |
| 3-4, 4-5 | B | 1,79 | 0,47 | " | 478,71 | " | " | " |
| 5-6-67 | C | 1,79 | 0,47 | " | 478,71 | " | " | " |
| | D | 0,59 | 0,23 | 234,26 | 137,22 | " | " | " |
| | A | 0,74 | 0,45 | 808,8 | 363,96 | 2102,88 | 5393,03 | 43144,64 |
| | B | 2,26 | 0,85 | " | 687,48 | " | " | " |
| | C | 2,26 | 0,85 | " | 687,48 | " | " | " |
| | D | 0,74 | 0,45 | 363,96 | 163,96 | " | " | " |

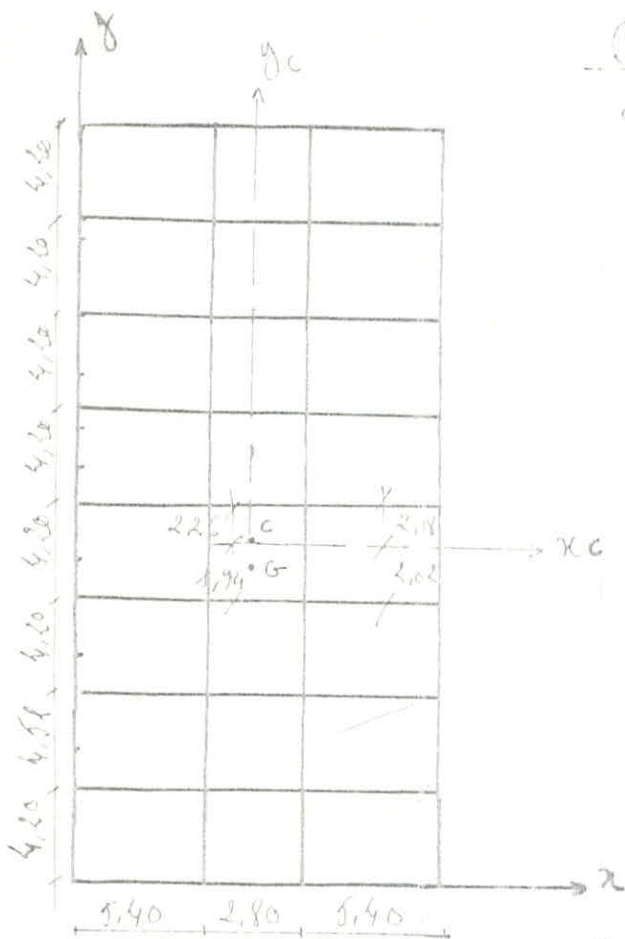


Particules longitudinales.

| niveau | Poutre | l_0 | $h_0/2$ | a | $l_0 + h_0/2$ | $l_0 + a$ | $I \cdot 10^6$ | $K \cdot 10^6$ |
|--------------|-----------------------------------|-------|---------|------|---------------|-----------|----------------|----------------|
| 1 a 7 Roc | 1-2; 2-3; 3-4; 4-5 5-6; 7-8 | 3,75 | 0,25 | 0,45 | 4 | 4,2 | 3125 | 781,25 |
| 1 a 7 Rbc | 6-7 | 4,07 | 0,15 | 0,45 | 4,32 | 4,52 | 3125 | 783,38 |

| niveau | poteau | $a/2$ | h_0 | h_0 | $h_0 + a/2$ | $h_0 + h_0$ | $I \cdot 10^6$ | $K \cdot 10^6$ |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------------|-------------|----------------|----------------|
| Roc-1 | 1 a 8 | 0,225 | 4 | 0,5 | 4,225 | 4,5 | 3417,19 | 808,8 |
| 1 - 7 | 1 a 8 | 0,225 | 3,13 | 0,5 | 3,355 | 3,63 | 3417,19 | 1018,54 |

| niveau | file de poteau | K | a | u_2 | $a \cdot u_2$ | $D_j = \Sigma a_i h_i$ | R_j^c | R_j^t |
|--------|----------------|------|------|---------|---------------|------------------------|----------|----------|
| 7 | 1 | 0,47 | 0,23 | 1018,54 | 285,19 | 3198,2 | 13004,58 | 52030,32 |
| 6 | 2 | 1,53 | 0,43 | " | 437,97 | | | |
| 5 | 3 | " | " | " | " | | | |
| 4 | 4 | " | " | " | " | | | |
| 3 | 5 | " | " | " | " | | | |
| 2 | 6 | 1,48 | " | " | " | | | |
| | 7 | 1,48 | " | " | " | | | |
| | 8 | 0,47 | 0,23 | " | 285,19 | 3785,2 | 9707,59 | 38330,34 |
| | 1 | 0,97 | 0,45 | 387,9 | 396,31 | | | |
| | 2 | 1,93 | 0,63 | " | 501,92 | | | |
| | 3 | " | " | " | " | | | |
| | 4 | " | " | " | " | | | |
| | 5 | " | " | " | " | | | |
| | 6 | 1,86 | 0,61 | " | 493,37 | | | |
| | 7 | 1,86 | 0,61 | " | " | | | |
| | 8 | 0,97 | 0,47 | " | 396,31 | | | |



Centre de masse :

$$x_G = 6,8 \text{ m}$$

$$y_G = 14,86 \text{ m}$$

Centre de torsion

$$x_{cj} = \frac{\sum_{p=1}^{p=n} R_{jy}^{(p)} x_j^p}{\sum_{p=1}^{p=n} R_{jy}^{(p)}}$$

$$y_{cj} = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} R_{jx}^{(t)} y_j^{(t)}}{\sum_{t=1}^{t=n} R_{jx}^{(t)}}$$

a/ Centre de torsion pour les niveaux 1 à 6 ; 5 ; 4 ; 3 ; 2

$$x_c = \frac{13007,58}{52030,32} [0 + 5,4 + 8,2 + 13,6] = 6,8 \text{ m}$$

$$y_c = \frac{5799,51}{46396,09} [0 + 4,2 + 8,72 + 12,92 + 17,12 + 21,32 + 25,52 + 29,72]$$

$$= 14,94$$

b/ Centre de torsion pour le niveau 1

$$x_c = \frac{9707,59}{38830,34} [0 + 5,4 + 8,2 + 13,6] = 6,8 \text{ m}$$

$$y_c = \frac{5393,08}{43144,64} [0 + 4,2 + 8,72 + 12,92 + 17,12 + 21,32 + 25,52 + 29,72] = 14,94 \text{ m}$$

Rigidité à la torsion $R_{j\theta}$:

$$R_{j\theta} = \sum_{p=1}^{p=n} R_{jy}^{(p)} [x_j^p]^2 + \sum_{t=1}^{t=n} R_{jx}^{(t)} [y_j^{(t)}]^2$$

a/ niveau 1 à 6

$$R_{j\theta} = 5645096,98 \text{ t/m}$$

b/ niveau 1 :

$$R_{j\theta} = 5019244,76 \text{ t/m}$$

Étude au Disme

Pour l'étude de cette ouvrage on a fait appel à la méthode statique équivalente et ayant vérifié au préalable les conditions d'application de cette méthode (Art 3.2.1.4) Pour le calcul de la période on a utilisé la méthode de Holzer (voir conception à calcul des structures soumise au Disme) Cette méthode consiste à la détermination de pulsations ω_i et des formes propres correspondantes aux ω_i en raisonnant par approximation successive sur ω_i . On calculera le coefficient d'équivalence ξ , pour le 1^{er} mode, si ξ est supérieur à 80% il sera inutile de passer aux autres modes le 1^{er} mode étant prépondérant.

Les masses sont considérées concentrées au niveau du plancher, entre elles pour des ressorts qui représentent les poteaux (éléments verticaux) l'encastrement de la console est pris au niveau du sol (A.D.C)

zone sismique : $V = A \cdot D \cdot B \cdot P \cdot W$.

a/ Coefficient d'accélération de la zone A.

$A = 0,15g$ } groupe d'usage 2
zone sismique II.

b/ facteur d'amplification dynamique moyen D.

Cast du sol ferme $D = 2 \sqrt{\frac{0,3}{T}}$

c/ facteur de comportement de la structure structure courante $B = 1/4$

d/ facteur de qualité Q : $Q = 1 + \sum_{q=1}^6 P_q$
 sous transversal $Q = 1,3$
 sous longitudinale $Q = 1,9$.



$$W_7 = 495,533 \text{ t}$$

$$W_6 = 391,563 \text{ t}$$

$$W_5 - W_4 - W_3 - W_2 = 400,014 \text{ t}$$

$$W_1 = 407,316 \text{ t}$$

On a tenu compte de 50% des surcharges d'exploitations.

T Pan Halgen wa :

$$T^a = 0,93 \Delta \quad d'au \quad D^T = 2 \sqrt{\frac{0,3}{0,93}} = 1,11$$

$$T^w = 0,88 \Delta \quad d'au \quad D^P = 2 \sqrt{\frac{0,3}{0,84}} = 1,11$$

d'au :

$$V^T = 0,15 \cdot 1,14 \cdot 0,25 \cdot 1,3 \cdot w = 0,056 w = 162,091$$

$$V^P = 0,15 \cdot 1,17 \cdot 0,25 \cdot 1,4 \cdot w = 0,061 w = 176,576$$

Sens transversal : $w^2 = 40/50/45,65$

| h | m _k | m _k w ² | X _k | m _k w ² X _k | Σ m _k w ² X _k | R _k · 10 ⁴ | Σ $\frac{m_k w_k^2 X_k}{R_k}$ |
|---|----------------|----------------------------------|----------------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|
| 4 | 495540 | 19821600 24777000 22621401 | 1 | 19821600 24777000 22621401 | 19821600 24777000 22621401 | 4639601 | 0,04 0,05 0,05 |
| 6 | 391560 | 15562400 19578000 17874714 | 0,9 0,95 0,95 | 14035704 18599105 15980983 | 34757504 13376100 39508593 | 11 | 0,08 0,09 0,09 |
| 5 | 400020 | 16000400 20031000 13250313 | 0,93 0,90 0,86 | 14935704 17205000 11754338 | 43382008 60576900 55595766 | 11 | 0,11 0,13 0,12 |
| 4 | 11 | 11 | 0,77 0,75 0,74 | 1232016 14600730 13515936 | 6493827 7572695 6882340 | 11 | 0,13 0,12 0,15 |
| 3 | 11 | 11 | 0,74 0,77 0,72 | 1240072 1140070 1375338 | 1439355 8677320 7973377 | 11 | 0,12 0,13 0,17 |
| 2 | 11 | 11 | 0,73 0,68 0,64 | 1140070 1375338 | — | 11 | 0,17 0,20 0,23 |
| 1 | 407320 | 11 | 0,64 0,61 | — | — | 4571404 | 0,23 0,23 |

Sens longitudinal : $w^2 = 40/50/53$

| h | m _k | m _k w ² | X _k | m _k w ² X _k | Σ m _k w ² X _k | R _k · 10 ⁴ | Σ $\frac{m_k w_k^2 X_k}{R_k}$ |
|---|----------------|-------------------------------|----------------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|
| 7 | 495540 | — | 1 | — | — | 52030,32 | 0,04 0,05 |
| 6 | 391560 | — | 0,96 0,95 0,95 | — | — | 11 | 0,07 0,08 |
| 5 | 400020 | — | 0,89 0,87 0,86 | — | — | 11 | 0,1 0,12 |
| 4 | 11 | — | 0,73 0,75 0,74 | — | — | 11 | 0,12 0,15 |
| 3 | 11 | — | 0,67 0,6 0,59 | — | — | 11 | 0,14 0,17 |
| 2 | 11 | — | 0,53 0,43 0,41 | — | — | 11 | 0,16 0,19 |
| 1 | 407320 | — | 0,37 0,34 | — | — | 38830,34 | 0,22 0,26 |

la force latérale totale V doit être distribuée sur la hauteur de la structure selon les formules suivantes:

$$V = F_t + \sum_{i=1}^n F_i \quad \text{avec } F_t = 0,07 T \cdot V$$

$$F_t^+ = 0,07 \cdot 0,93 \cdot 162,09 = 10,55 \text{ t (sans trave)}$$

$$F_t^p = 0,07 \cdot 0,90 \cdot 176,57 = 11,12 \text{ t (sans poutre)}$$

$$F_k = \frac{(V - F_t) w_k \cdot h_k}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot h_i}$$

* Calcul de la période exact: $T = \frac{L}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot \delta_i}{\sum_{i=1}^n f_i \cdot \delta_i}}$

$$T^+ = 0,93 \text{ s} \quad ; \quad T^p = 0,90 \text{ s}$$

$$d_a^+ = D^+ = 2 \sqrt{\frac{0,3}{0,93}} = 1,14 \quad ; \quad D^p = 2 \sqrt{\frac{0,3}{0,90}} = 1,16$$

$$d_a^+ \quad V_t^+ = 0,15 \cdot 1,14 \cdot 0,25 \cdot 1,3 \cdot w = 0,056 w = 162,09 \text{ t}$$

$$V_t^p = 0,15 \cdot 1,16 \cdot 0,25 \cdot 1,4 \cdot w = 0,061 w = 176,57 \text{ t}$$

Sans transversal.

| niveau | h (m) | w_k (t) | $w_k \cdot h_k$ | F_k (t) | F_k^c (t) | R_{ij}^+ (t/m) | δ_j (cm) | δ_j^c (cm) |
|--------|-------|-----------|-----------------|-----------|-------------|------------------|-----------------|-------------------|
| VII | 26,28 | 495,54 | 13022,79 | 43,43 | 43,43 | 46396,08 | 0,094 | 1,85 |
| VI | 22,65 | 391,56 | 8868,83 | 29,57 | 73 | 11 | 0,16 | 1,76 |
| V | 19,02 | 400,02 | 7608,38 | 25,37 | 98,37 | 11 | 0,21 | 1,6 |
| IV | 15,39 | 11 | 6156,31 | 22,53 | 118,9 | 11 | 0,26 | 1,39 |
| III | 11,76 | 11 | 4704,24 | 15,29 | 134,59 | 11 | 0,29 | 1,13 |
| II | 8,13 | 11 | 3252,16 | 10,85 | 145,44 | 11 | 0,31 | 0,84 |
| I | 4,5 | 607,32 | 1832,94 | 6,11 | 151,55 | 43144,64 | 0,53 | 0,53 |

Sans longitudinal.

| niveau | h (m) | w_k (t) | $w_k \cdot h_k$ | F_k | F_k^c | R_{ij}^p | δ_j | δ_j^c |
|--------|-------|-----------|-----------------|-------|---------|------------|------------|--------------|
| VII | 26,28 | 495,54 | 13022,79 | 47,41 | 47,41 | 52030,32 | 0,09 | 1,72 |
| VI | 22,65 | 391,56 | 8868,83 | 32,29 | 79,7 | 11 | 0,15 | 1,63 |
| V | 19,02 | 400,02 | 7608,38 | 27,70 | 107,4 | 11 | 0,21 | 1,48 |
| IV | 15,39 | 11 | 6156,31 | 22,41 | 129,81 | 11 | 0,25 | 1,27 |
| III | 11,76 | 11 | 4704,24 | 17,13 | 146,94 | 11 | 0,28 | 1,02 |
| II | 8,13 | 11 | 3252,16 | 11,84 | 158,78 | 11 | 0,31 | 0,74 |
| I | 4,5 | 607,32 | 1832,94 | 6,67 | 165,45 | 38830,34 | 0,43 | 0,43 |

Coefficient d'équivalence :
$$\xi = \frac{(\sum m_k \cdot \chi_k)^2}{\sum m_k \cdot \sum m_k \cdot \chi_k^2}$$

$\sum m_k = 2894,56$

Sous transversal :

$$\sum m_k \cdot \chi_k = 495,54 \cdot 1,85 + 391,56 \cdot 1,76 + 400,02 (1,6 + 1,39 + 1,13 + 0,14) + 407,32 \cdot 0,53 = 3805,87 \text{ t.cm}$$

$$\sum m_k \cdot \chi_k^2 = 5613,27 \text{ t.cm}^2$$
 $\xi^+ = 89,15\%$ d'an 1^{er} mode Prépondérant

Sous longitudinal :

$$\sum m_k \cdot \chi_k = 3469,11 \text{ t.cm} ; \sum m_k \cdot \chi_k^2 = 4738,28 \text{ t.cm}^2$$

 $\xi^+ = 87,78\%$ donc 1^{er} mode prépondérant

Déformations Horizontales (Art 3371 RPA 81)

les déplacements calculés à partir des forces latérales spécifiées doit être multiplié par $\frac{1}{2} B$ pour obtenir le déplacement relatif.

(B : facteur de comportement de la structure, zone II B=0,25)

les déplacements relatifs latéraux d'un étage par rapport aux étages qui lui sont adjacents ne doivent pas dépasser $0,0075 \times$ hauteur de l'étage.

$$\delta_j \leq \frac{0,0075 h_j}{2}$$
 Pour $\begin{cases} h=3,63 \text{ m} \rightarrow \delta_{ad} = 1,725 \text{ cm} \\ h=4,50 \text{ m} \rightarrow \delta_{ad} = 3,375 \text{ cm} \end{cases}$

ce qui est vérifié pour notre bâtiment.

Répartition des forces sismiques sur les portiques :

- excentricité entre centre de torsion et centre de masse : $\chi_c - \chi_G = 0$
 $\chi_G = 6,8 ; \chi_C = 6,8 / y_G = 14,86 ; y_C = 14,94 \} y_C - y_G = 0,08$
- d'après le RPA 81, on prend une excentricité accidentelle égale à la plus grande des 2 valeurs : $\max 5\% (L, l)$
 L et l dimensions du bâtiment en plan.

On prend $e_x = e_y = 1,510 \text{ m}$

l'effort tranchant d'étage T_{ij} s'applique au centre de gravité de l'étage j et on a :

Pour portique longitudinale :

$$T_{ij}^l = T_{ij}^l \frac{R_{ij}^l}{R_{ij}^l} + T_{ij}^l \cdot \frac{R_{ij}^l \cdot x_j^l}{R_{ij}^l} \cdot e_x$$

Pour portique transversale :

$$T_{ij}^t = T_{ij}^t \frac{R_{ij}^t}{R_{ij}^t} + T_{ij}^t \cdot \frac{R_{ij}^t \cdot y_j^t}{R_{ij}^t} \cdot e_y$$

- Effort tranchant revenant à chaque poteau :

$$t_j^i = \frac{a_j^i \cdot k_j^i}{D_j} \cdot T_j^i$$

| Portique longitudinale C | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------|------|---------------------------|-------------|
| niv | $T_j^{(1)}$ | S_j | file | $\frac{a_j^i k_j^i}{D_j}$ | $t_j^{(1)}$ |
| 7 | 12,09 | 0,93 | 1278 | 0,09 | 1,09 |
| | | | 227 | 0,14 | 1,59 |
| 6 | 20,31 | 1,56 | 1278 | 0,09 | 1,23 |
| | | | 227 | 0,14 | 2,24 |
| 5 | 27,37 | 2,10 | 1278 | 0,09 | 2,46 |
| | | | 227 | 0,14 | 3,83 |
| 4 | 33,08 | 2,54 | 1278 | 0,09 | 2,94 |
| | | | 227 | 0,14 | 4,63 |
| 3 | 37,44 | 2,88 | 1278 | 0,09 | 3,37 |
| | | | 227 | 0,14 | 5,24 |
| 2 | 40,46 | 3,11 | 1278 | 0,09 | 3,64 |
| | | | 227 | 0,14 | 5,66 |
| 1 | 42,03 | 4,33 | 1278 | 0,09 | 4,66 |
| | | | 227 | 0,13 | 5,46 |

| Portique longitudinale D | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------|------|---------------------------|-------------|
| niv | $T_j^{(1)}$ | S_j | file | $\frac{a_j^i k_j^i}{D_j}$ | $t_j^{(1)}$ |
| 7 | 12,96 | 1,00 | 1278 | 0,09 | 1,17 |
| | | | 227 | 0,14 | 1,81 |
| 6 | 21,79 | 1,68 | 1278 | 0,09 | 1,96 |
| | | | 227 | 0,14 | 3,05 |
| 5 | 29,36 | 2,26 | 1278 | 0,09 | 2,64 |
| | | | 227 | 0,14 | 4,11 |
| 4 | 35,49 | 2,73 | 1278 | 0,09 | 3,19 |
| | | | 227 | 0,14 | 4,97 |
| 3 | 40,17 | 3,09 | 1278 | 0,09 | 3,66 |
| | | | 227 | 0,14 | 5,68 |
| 2 | 43,46 | 3,34 | 1278 | 0,09 | 3,91 |
| | | | 227 | 0,14 | 6,08 |
| 1 | 44,53 | 4,59 | 1278 | 0,11 | 4,91 |
| | | | 227 | 0,13 | 5,80 |

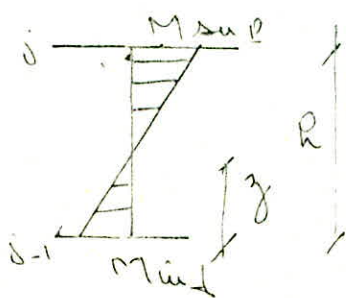
| Portique transversale 1 | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------|------|---------------------------|-------------|
| niv | $T_j^{(1)}$ | S_j | file | $\frac{a_j^i k_j^i}{D_j}$ | $t_j^{(1)}$ |
| 7 | 6,41 | 1,11 | A, D | 0,16 | 1,03 |
| | | | B, C | 0,34 | 2,19 |
| 6 | 10,78 | 1,86 | A, D | 0,16 | 1,73 |
| | | | B, C | 0,34 | 3,24 |
| 5 | 14,52 | 2,50 | A, D | 0,16 | 2,32 |
| | | | B, C | 0,34 | 4,94 |
| 4 | 17,55 | 3,03 | A, D | 0,16 | 2,81 |
| | | | B, C | 0,34 | 5,71 |
| 3 | 19,87 | 3,43 | A, D | 0,16 | 3,18 |
| | | | B, C | 0,34 | 6,76 |
| 2 | 21,47 | 3,70 | A, D | 0,16 | 3,44 |
| | | | B, C | 0,34 | 7,20 |
| 1 | 22,53 | 4,18 | A, D | 0,17 | 3,53 |
| | | | B, C | 0,33 | 7,44 |

| Portique transversale 2 | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------|------|---------------------------|-------------|
| niv | $T_j^{(1)}$ | S_j | file | $\frac{a_j^i k_j^i}{D_j}$ | $t_j^{(1)}$ |
| 7 | 6,13 | 1,06 | A, D | 0,16 | 0,98 |
| | | | B, C | 0,34 | 2,08 |
| 6 | 10,31 | 1,78 | A, D | 0,16 | 1,65 |
| | | | B, C | 0,34 | 3,51 |
| 5 | 13,89 | 2,40 | A, D | 0,16 | 2,22 |
| | | | B, C | 0,34 | 4,72 |
| 4 | 16,79 | 2,89 | A, D | 0,16 | 2,69 |
| | | | B, C | 0,34 | 5,71 |
| 3 | 19 | 3,28 | A, D | 0,16 | 3,04 |
| | | | B, C | 0,34 | 6,42 |
| 2 | 20,54 | 3,54 | A, D | 0,16 | 3,29 |
| | | | B, C | 0,34 | 6,98 |
| 1 | 21,51 | 3,99 | A, D | 0,17 | 3,67 |
| | | | B, C | 0,33 | 7,10 |

- Détermination de la position du point de moment nul.

$z = y \cdot R$ avec $y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3 / (y_0 + y_1 + y_2 + y_3)$ (y_0, y_1, y_2, y_3 : données dans des tableaux du bulletin LTC n° 5).

- Calcul des moments dans les poteaux :



$$M_{sup} = t_j^{(1)} (R - z)$$

$$M_{inf} = t_j^{(1)} \cdot z$$

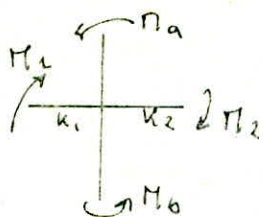
$t_j^{(1)}$: effort tranchant revenant au poteau considéré.

moment en tête et à la base des poteaux.

| micra | file | y ₀ | y ₁ | y ₂ | y ₃ | y | z ₀ z ₁ | z ₂ z ₃ | t _y | M _{inf} | M _{sup} | t _y | M _{inf} | M _{sup} |
|------------------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| 7 | A.D | 0,291 | 0 | 0 | 0 | 0,291 | 0,292 | 2,10 | 1,63 | 0,95 | 2,28 | 0,98 | 0,90 | 2,17 |
| | B.C | 0,335 | 0 | 0 | 0 | 0,335 | 1,2 | 2,03 | 2,18 | 2,40 | 4,23 | 2,08 | 2,29 | 4,79 |
| 6 | A.D | 0,395 | 0 | 0 | 0 | 0,395 | 0,2 | 2,22 | 3,16 | 1,59 | 3,82 | 1,65 | 1,52 | 3,65 |
| | B.C | 0,435 | 0 | 0 | 0 | 0,435 | 1,24 | 1,83 | 3,67 | 4,35 | 6,94 | 3,51 | 4,35 | 6,63 |
| 5 | A.D | 0,435 | 0 | 0 | 0 | 0,435 | 1,0 | 1,71 | 2,32 | 3,12 | 4,11 | 2,22 | 3,02 | 3,93 |
| | B.C | 0,49 | 0 | 0 | 0 | 0,49 | 1,23 | 1,6 | 4,94 | 7,56 | 7,90 | 4,72 | 7,22 | 7,55 |
| 4 | A.D | 0,495 | 0 | 0 | 0 | 0,495 | 1,11 | 1,73 | 2,81 | 3,96 | 4,83 | 2,69 | 3,79 | 4,63 |
| | B.C | 0,49 | 0 | 0 | 0 | 0,49 | 1,23 | 1,60 | 5,97 | 9,13 | 9,55 | 5,71 | 8,74 | 9,14 |
| 3 | A.D | 0,50 | 0 | 0 | 0 | 0,50 | 1,01 | 1,56 | 3,18 | 4,99 | 4,96 | 3,64 | 4,77 | 4,74 |
| | B.C | 0,50 | 0 | 0 | 0 | 0,50 | 1,21 | 1,56 | 6,76 | 10,61 | 10,55 | 6,46 | 10,14 | 10,08 |
| 2 | A.D | 0,55 | 0 | 0 | -0,10 | 0,35 | 1,10 | 2,03 | 3,44 | 3,78 | 6,98 | 3,29 | 3,66 | 6,68 |
| | B.C | 0,50 | 0 | 0 | 0 | 0,50 | 1,21 | 1,56 | 7,80 | 11,46 | 11,39 | 6,98 | 10,96 | 10,49 |
| 1 | A.D | 0,70 | 0 | -0,05 | 0 | 0,25 | 2,0 | 1,40 | 3,83 | 9,90 | 5,36 | 3,67 | 9,54 | 5,14 |
| | B.C | 0,581 | 0 | 0 | 0 | 0,581 | 2,15 | 1,65 | 7,44 | 17,48 | 16,88 | 7,10 | 16,69 | 11,76 |
| Poutiques transversaux | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | |

| Poutique Longitudinaire | | | | | | | C | | | | | D | | |
|-------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| micra | file | y ₀ | y ₁ | y ₂ | y ₃ | y | z ₀ z ₁ | z ₂ z ₃ | t _x | M _{inf} | M _{sup} | t _x | M _{inf} | M _{sup} |
| 7 | 1-8 | 0,335 | 0 | 0 | 0 | 0,335 | 1,09 | 2,05 | 1,09 | 1,15 | 2,27 | 1,17 | 1,23 | 2,43 |
| | 2,3,4,5 | 0,401 | - | - | - | 0,403 | 1,26 | 1,67 | 1,69 | 2,13 | 3,16 | 1,81 | 2,88 | 3,39 |
| | 6,7 | 0,398 | - | - | - | 0,398 | 1,25 | 1,68 | " | 2,11 | 3,12 | 1,81 | 2,26 | 3,40 |
| 6 | 1-8 | 0,40 | 0 | - | - | 0,40 | 1,25 | 1,88 | 1,83 | 2,29 | 3,44 | 1,96 | 2,45 | 3,69 |
| | 2,3,4,5 | 0,45 | - | - | - | 0,45 | 1,43 | 1,72 | 2,84 | 4,00 | 4,89 | 3,05 | 4,30 | 5,30 |
| | 6,7 | 0,45 | - | - | - | 0,45 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 5 | 1-8 | 0,45 | - | - | - | 0,45 | " | " | 2,46 | 3,47 | 4,23 | 6,64 | 3,72 | 4,59 |
| | 2,3,4,5 | 0,477 | - | - | - | 0,477 | 1,49 | 1,64 | 3,83 | 5,71 | 6,28 | 6,11 | 6,12 | 6,74 |
| | 6,7 | 0,474 | - | - | - | 0,474 | 1,48 | 1,65 | " | 5,67 | 6,32 | 6,11 | 6,08 | 6,78 |
| 4 | 1-8 | 0,45 | - | - | - | 0,45 | 1,41 | 1,72 | 2,99 | 4,20 | 5,13 | 3,19 | 4,50 | 5,49 |
| | 2,3,4,5 | 0,477 | - | - | - | 0,477 | 1,49 | 1,64 | 4,63 | 6,90 | 7,59 | 4,97 | 7,41 | 8,15 |
| | 6,7 | 0,474 | - | - | - | 0,474 | 1,48 | 1,65 | " | 6,85 | 7,64 | 4,97 | 7,36 | 8,20 |
| 3 | 1-8 | 0,50 | - | - | - | 0,50 | 1,27 | 1,56 | 3,37 | 5,29 | 5,26 | 3,62 | 5,64 | 5,65 |
| | 2,3,4,5 | 0,50 | - | - | - | 0,50 | 1,27 | 1,56 | 5,24 | 8,63 | 8,17 | 5,62 | 8,82 | 8,77 |
| | 6,7 | 0,50 | - | - | - | 0,50 | 1,27 | 1,56 | " | " | " | " | " | " |
| 2 | 1-8 | 0,50 | - | - | -0,3 | 0,20 | 0,63 | 2,50 | 3,64 | 2,29 | 9,10 | 3,91 | 2,46 | 9,78 |
| | 2,3,4,5 | 0,50 | - | - | 0 | 0,50 | 1,27 | 1,56 | 5,66 | 8,29 | 8,23 | 6,58 | 9,55 | 9,49 |
| | 6,7 | 0,50 | - | - | 0 | 0,50 | 1,27 | " | " | " | " | " | " | " |
| 1 | 1-8 | 0,65 | - | -0,05 | 0 | 0,60 | 2,40 | 1,50 | 4,62 | 11,09 | 7,39 | 4,91 | 11,78 | 7,86 |
| | 2,3,4,5 | 0,597 | - | 0 | 0 | 0,597 | 2,39 | 1,51 | 5,46 | 13,05 | 8,79 | 5,80 | 13,86 | 9,34 |
| | 6,7 | 0,591 | - | 0 | 0 | 0,593 | 2,38 | 1,53 | 5,46 | 12,94 | 8,90 | 5,80 | 13,75 | 9,45 |

- calcul des moments dans les poutres, et effort tranchant des poutres



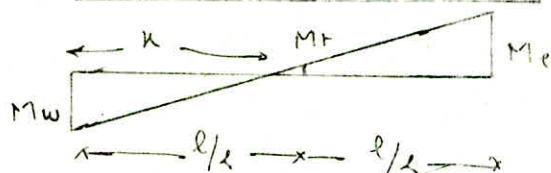
$$M_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} (M_a + M_b)$$

$$M_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2} (M_a + M_b)$$

si $k_1 = 0 \Rightarrow M_1 = 0$ et $M_2 = M_a + M_b$

si $k_2 = 0 \Rightarrow M_2 = 0$ et $M_1 = M_a + M_b$.

- moment en travée :



$$M_t = \frac{M_w - M_e}{2}$$

| Portique transversale 1 | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|----------------------|
| niveau | Poutre | Mw | Me | Mt | T | Poutre | N | N ^{calculé} |
| 7 | A-B | 2,28 | 1,39 | 0,92 | -0,74 | A | -0,74 | -0,74 |
| | B-C | 2,84 | 2,84 | 0 | -2,42 | B | -1,64 | -1,64 |
| | C-D | 1,39 | 2,28 | -0,45 | -0,74 | C | 1,64 | 1,64 |
| | | | | | | D | 0,74 | 0,74 |
| 6 | A-B | 3,82 | 3,07 | 0,38 | -1,39 | A | -1,39 | -2,13 |
| | B-C | 6,27 | 6,27 | 0 | -5,34 | B | -5,34 | -5,63 |
| | C-D | 3,07 | 3,82 | -0,38 | -1,39 | C | 5,34 | 5,63 |
| | | | | | | D | 1,39 | 2,13 |
| 5 | A-B | 4,11 | 4,1 | 0,01 | -1,66 | A | -1,66 | -3,75 |
| | B-C | 8,35 | 8,35 | 0 | -7,11 | B | -5,45 | -11,08 |
| | C-D | 4,10 | 4,11 | -0,01 | -1,66 | C | 5,45 | 11,08 |
| | | | | | | D | 1,66 | 3,75 |
| 4 | A-B | 4,83 | 5,63 | -0,4 | -2,11 | A | -2,11 | -5,90 |
| | B-C | 11,48 | 11,48 | 0 | -9,74 | B | -7,66 | -18,74 |
| | C-D | 5,63 | 4,83 | 0,4 | -2,11 | C | 7,66 | 18,74 |
| | | | | | | D | 2,11 | 5,90 |
| 3 | A-B | 4,96 | 6,48 | -0,76 | -2,31 | A | -2,31 | -8,21 |
| | B-C | 13,21 | 13,21 | 0 | -11,24 | B | -8,93 | -27,67 |
| | C-D | 6,48 | 4,96 | 0,76 | -2,31 | C | 8,93 | 27,67 |
| | | | | | | D | 2,31 | 8,21 |
| 2 | A-B | 6,98 | 7,24 | -0,13 | -2,67 | A | -2,67 | -11,08 |
| | B-C | 14,76 | 14,76 | 0 | -13,56 | B | -9,69 | -37,56 |
| | C-D | 7,24 | 6,98 | 0,13 | -2,67 | C | 9,69 | 37,56 |
| | | | | | | D | 2,67 | 11,08 |
| 1 | A-B | 5,36 | 7,81 | -1,43 | -2,66 | A | -2,66 | -13,74 |
| | B-C | 15,93 | 15,93 | 0 | -13,56 | B | -10,9 | -48,26 |
| | C-D | 7,81 | 5,36 | 1,43 | -2,66 | C | 10,9 | 48,26 |
| | | | | | | D | 2,66 | 13,74 |

- effort tranchant dans les poutres :

$$T = - \frac{M_e + M_w}{l}$$

l : longueur de la travée.

Moments et effort tranchants dans les poutres, effort normal dans les poteaux

| Portique transversale 2.1 | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|-------------------------|
| niveau | Poutre | M _w | M _e | M _i | T (t) | Poteau | N (t) | N _{limite} (t) |
| 7 | A-B | 2.14 | 1.51 | 0.3 | -0.76 | A | -0.76 | -0.76 |
| | B-C | 3.21 | 3.21 | 0 | -2.73 | B | -1.97 | -1.97 |
| | C-D | 1.57 | 2.11 | -0.3 | -0.76 | C | 1.97 | 1.97 |
| | | | | | | D | 0.76 | 0.76 |
| 6 | A-B | 3.65 | 2.97 | 0.39 | -1.32 | A | -1.32 | -2.08 |
| | B-C | 5.84 | 5.84 | 0 | -4.97 | B | -3.65 | -5.22 |
| | C-D | 2.87 | 3.65 | -0.39 | -1.32 | C | 3.65 | 5.62 |
| | | | | | | D | 1.32 | 2.08 |
| 5 | A-B | 3.93 | 3.64 | 0.13 | -1.53 | A | -1.53 | -3.61 |
| | B-C | 7.42 | 7.42 | 0 | -6.32 | B | -4.99 | -10.41 |
| | C-D | 3.64 | 3.93 | -0.13 | -1.53 | C | 4.99 | 10.41 |
| | | | | | | D | 1.53 | 3.61 |
| 4 | A-B | 4.63 | 4.52 | 0.04 | -1.86 | A | -1.86 | -5.47 |
| | B-C | 9.30 | 9.30 | 0 | -7.92 | B | -6.06 | -16.47 |
| | C-D | 4.52 | 4.63 | -0.04 | -1.86 | C | 6.06 | 16.47 |
| | | | | | | D | 1.86 | 5.47 |
| 3 | A-B | 4.74 | 5.20 | -0.23 | -2.01 | A | -2.01 | -7.48 |
| | B-C | 10.6 | 10.6 | 0 | -9.02 | B | -7.01 | -23.48 |
| | C-D | 5.20 | 4.74 | 0.23 | -2.01 | C | 7.01 | 23.48 |
| | | | | | | D | 2.01 | 7.48 |
| 2 | A-B | 6.68 | 5.71 | 0.49 | -2.50 | A | -2.50 | -9.98 |
| | B-C | 11.64 | 11.64 | 0 | -9.91 | B | -7.41 | -30.89 |
| | C-D | 5.71 | 6.68 | -0.49 | -2.50 | C | 7.41 | 30.89 |
| | | | | | | D | 2.50 | 9.98 |
| 1 | A-B | 5.14 | 6.15 | -0.51 | -2.28 | A | -2.28 | -12.22 |
| | B-C | 12.55 | 12.55 | 0 | -10.66 | B | -8.40 | -39.29 |
| | C-D | 6.15 | 5.14 | 0.51 | -2.28 | C | 8.40 | 39.29 |
| | | | | | | D | 2.28 | 12.22 |

Moments et effort tranchants dans les poutres, effort normaux dans les poteaux

| Portique transversale L. | | | | | | | | |
|--------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|-------------------------|
| niveau | Poutre | M _w | M _e | M _i | T (t) | Poteau | N (t) | N _{cumule} (t) |
| 7 | A-B | 2.14 | 1.51 | 0.3 | -0.76 | A | -0.76 | -0.76 |
| | B-C | 3.21 | 3.21 | 0 | -2.73 | B | -1.97 | -1.97 |
| | C-D | 1.57 | 2.17 | -0.3 | -0.76 | C | 1.97 | 1.97 |
| | | | | | | D | 0.76 | 0.76 |
| 6 | A-B | 3.65 | 2.87 | 0.39 | -1.32 | A | -1.32 | -2.08 |
| | B-C | 5.84 | 5.84 | 0 | -4.97 | B | -3.65 | -5.62 |
| | C-D | 2.87 | 3.65 | -0.39 | -1.32 | C | 3.65 | 5.62 |
| | | | | | | D | 1.32 | 2.08 |
| 5 | A-B | 3.93 | 3.64 | 0.15 | -1.53 | A | -1.53 | -3.51 |
| | B-C | 7.42 | 7.42 | 0 | -6.32 | B | -4.79 | -10.41 |
| | C-D | 3.64 | 3.93 | -0.15 | -1.53 | C | 4.79 | 10.41 |
| | | | | | | D | 1.53 | 3.61 |
| 4 | A-B | 4.63 | 4.52 | 0.04 | -1.86 | A | -1.86 | -5.47 |
| | B-C | 9.30 | 9.30 | 0 | -7.82 | B | -6.02 | -16.47 |
| | C-D | 4.52 | 4.63 | -0.04 | -1.86 | C | 6.02 | 16.47 |
| | | | | | | D | 1.86 | 5.47 |
| 3 | A-B | 4.74 | 5.20 | -0.23 | -2.01 | A | -2.01 | -7.48 |
| | B-C | 10.6 | 10.6 | 0 | -9.02 | B | -7.01 | -23.48 |
| | C-D | 5.20 | 4.74 | 0.23 | -2.01 | C | 7.01 | 23.48 |
| | | | | | | D | 2.01 | 7.48 |
| 2 | A-B | 6.68 | 5.71 | 0.49 | -2.50 | A | -2.50 | -9.98 |
| | B-C | 11.64 | 11.64 | 0 | -9.91 | B | -7.41 | -30.39 |
| | C-D | 5.71 | 6.68 | -0.49 | -2.50 | C | 7.41 | 30.39 |
| | | | | | | D | 2.50 | 9.98 |
| 1 | A-B | 5.14 | 6.15 | -0.57 | -2.88 | A | -2.88 | -12.26 |
| | B-C | 12.55 | 12.55 | 0 | -10.66 | B | -8.40 | -39.29 |
| | C-D | 6.15 | 5.14 | 0.57 | -2.88 | C | 8.40 | 39.29 |
| | | | | | | D | 2.88 | 12.26 |

Moments et efforts tranchants dans les Poutres et efforts normaux dans les Poteaux.

| Poutrique longitudinale | | | | | | C | | |
|-------------------------|--------|-------|----------------|----------------|-------|--------|-------|----------|
| niveau | Poutre | Mus | M _u | M _t | T | Poteau | N | N cumulé |
| 7 | 1-2 | 2,27 | 1,64 | 0,32 | -1,04 | 1 | -1,04 | -1,04 |
| | 2-3 | 1,52 | 1,2 | " | -0,75 | 2 | 0,29 | 0,29 |
| | 3-4 | 1,64 | 1,28 | 0,03 | 0,82 | 3 | -0,11 | -0,11 |
| | 4-5 | 1,58 | " | " | -0,24 | 4 | 0,02 | 0,02 |
| | 5-6 | " | 1,59 | -0,01 | -0,85 | 5 | -0,01 | -0,01 |
| | 6-7 | 1,59 | 1,59 | " | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | 1,59 | 2,21 | -0,34 | -1,03 | 7 | -0,18 | -0,18 |
| | | | | | 8 | 1,03 | 1,03 | |
| 6 | 1-2 | 4,59 | 3,64 | 0,96 | -2,20 | 1 | -2,20 | -3,24 |
| | 2-3 | 3,38 | 3,38 | 0 | -1,66 | 2 | 0,54 | 0,54 |
| | 3-4 | 3,64 | 3,52 | 0,07 | -1,71 | 3 | -0,15 | -0,32 |
| | 4-5 | 3,52 | " | 0 | -1,27 | 4 | 0,04 | 0,04 |
| | 5-6 | " | 3,50 | -0,04 | " | 5 | 0 | -0,01 |
| | 6-7 | 3,50 | " | " | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | 3,50 | 4,59 | -0,50 | -2,12 | 7 | -0,29 | -0,47 |
| | | | | | 8 | 2,16 | 3,19 | |
| 5 | 1-2 | 6,52 | 5,34 | 0,99 | -3,16 | 1 | -3,16 | -6,40 |
| | 2-3 | 4,96 | 4,96 | 0 | -2,43 | 2 | 0,73 | -2,56 |
| | 3-4 | 5,34 | 5,14 | 0,10 | -2,80 | 3 | -0,37 | -0,73 |
| | 4-5 | 5,40 | " | 0,13 | -2,61 | 4 | -0,01 | 0,01 |
| | 5-6 | " | " | " | " | 5 | 0 | -0,01 |
| | 6-7 | " | " | " | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | " | 6,52 | -0,56 | -3,18 | 7 | -0,37 | -0,84 |
| | | | | | 8 | 3,18 | 6,57 | |
| 4 | 1-2 | 8,60 | 6,91 | 0,85 | -4,14 | 1 | -4,14 | -10,54 |
| | 2-3 | 6,39 | 6,39 | 0 | -3,14 | 2 | 1 | -2,56 |
| | 3-4 | 6,91 | 6,62 | 0,13 | -3,22 | 3 | -0,48 | -1,21 |
| | 4-5 | 6,65 | " | 0 | -3,55 | 4 | 0,07 | 0,12 |
| | 5-6 | " | 6,66 | -0,01 | -3,55 | 5 | 0 | -0,01 |
| | 6-7 | 6,66 | " | " | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | " | 8,60 | -0,97 | -4,07 | 7 | -0,52 | -1,32 |
| | | | | | 8 | 4,07 | 10,44 | |
| 3 | 1-2 | 9,46 | 7,83 | 0,82 | -4,61 | 1 | -4,61 | -15,15 |
| | 2-3 | 7,25 | 7,25 | 0 | -3,56 | 2 | 1,05 | -3,61 |
| | 3-4 | 7,83 | 7,54 | 0,15 | -4,10 | 3 | -0,54 | -1,75 |
| | 4-5 | 7,54 | " | 0 | -4,02 | 4 | 0,08 | 0,20 |
| | 5-6 | " | 7,51 | 0,02 | -4,01 | 5 | 0,01 | 0 |
| | 6-7 | 7,51 | " | " | -4,01 | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | " | 9,46 | -0,98 | -4,53 | 7 | -0,52 | -1,84 |
| | | | | | 8 | 4,53 | 14,97 | |
| 2 | 1-2 | 14,39 | 8,66 | 2,77 | -6,20 | 1 | -6,20 | -21,35 |
| | 2-3 | 8,20 | 8,20 | 0 | -4,03 | 2 | 2,17 | -5,78 |
| | 3-4 | 8,86 | 8,53 | 0,17 | -4,64 | 3 | -0,61 | -2,36 |
| | 4-5 | 8,53 | " | 0 | -4,55 | 4 | 0,09 | 0,29 |
| | 5-6 | " | " | 0 | " | 5 | 0 | 0 |
| | 6-7 | " | " | 0 | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | " | 14,39 | -2,93 | -6,11 | 7 | -1,56 | -3,44 |
| | | | | | 8 | 6,11 | 21,02 | |
| 1 | 1-2 | 9,68 | 9,19 | 0,25 | -5,03 | 1 | -5,03 | -26,36 |
| | 2-3 | 8,50 | 8,50 | 0 | -4,18 | 2 | 0,85 | -6,63 |
| | 3-4 | 9,18 | 8,84 | 0,14 | -4,81 | 3 | -0,63 | -2,99 |
| | 4-5 | 8,84 | " | 0 | -4,72 | 4 | 0,09 | 0,38 |
| | 5-6 | " | 8,90 | -0,03 | -4,43 | 5 | -0,01 | -0,01 |
| | 6-7 | 8,90 | " | 0 | -4,75 | 6 | -0,02 | -0,02 |
| | 7-8 | " | 9,68 | -0,39 | -4,96 | 7 | -0,21 | -3,05 |
| | | | | | 8 | 4,96 | 8,64 | |

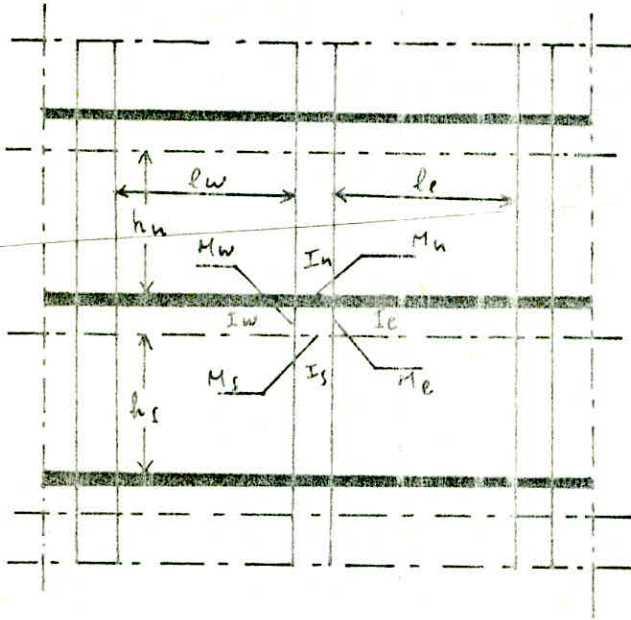
| Postique longitudinal D | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---------------------|
| niveau | Poutre | Mus | M5 | M6 | T | Poutre | N | N _{limite} |
| 4 | 1-2 | 2.43 | 1.72 | 0.34 | -1.12 | 1 | -1.12 | -1.12 |
| | 2-3 | 1.63 | 1.13 | 0 | -0.50 | 2 | 0.32 | 0.32 |
| | 3-4 | 1.76 | 1.20 | 0.03 | -0.52 | 3 | -0.12 | -0.12 |
| | 4-5 | 1.70 | " | " | -0.91 | 4 | 0.01 | 0.01 |
| | 5-6 | " | " | " | " | 5 | 0 | 0 |
| | 6-7 | 1.70 | " | " | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | " | 2.43 | -0.37 | -1.10 | 7 | -0.19 | -0.19 |
| | 8 | " | " | " | " | 8 | 1.10 | 1.10 |
| 6 | 1-2 | 4.92 | 3.91 | 0.52 | -2.36 | 1 | -2.36 | -2.36 |
| | 2-3 | 3.02 | 3.22 | " | -1.78 | 2 | 0.28 | 0.28 |
| | 3-4 | 3.91 | 3.77 | 0.07 | -2.05 | 3 | -0.27 | -0.27 |
| | 4-5 | 3.77 | " | " | -2.01 | 4 | 0.04 | 0.04 |
| | 5-6 | " | 3.16 | 0.01 | " | 5 | 0 | 0 |
| | 6-7 | 3.16 | " | " | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | " | 4.92 | -0.52 | -2.32 | 7 | -0.31 | -0.31 |
| | 8 | " | " | " | " | 8 | 2.32 | 2.32 |
| 5 | 1-2 | 6.99 | 5.73 | 0.63 | -3.39 | 1 | -3.39 | -3.39 |
| | 2-3 | 5.31 | 5.31 | " | -2.61 | 2 | 0.78 | 0.78 |
| | 3-4 | 5.73 | 5.23 | 0.11 | -3 | 3 | -0.39 | -0.39 |
| | 4-5 | 5.73 | " | " | -2.95 | 4 | 0.02 | 0.02 |
| | 5-6 | " | 5.23 | -0.01 | " | 5 | 0 | 0 |
| | 6-7 | 5.34 | " | 0 | -2.96 | 6 | -0.01 | -0.01 |
| | 7-8 | " | 6.99 | -0.38 | -3.34 | 7 | -0.38 | -0.38 |
| | 8 | " | " | " | " | 8 | 3.34 | 3.34 |
| 4 | 1-2 | 9.21 | 7.41 | 0.90 | -4.43 | 1 | -4.43 | -4.43 |
| | 2-3 | 6.86 | 6.86 | " | -3.37 | 2 | 1.06 | 1.06 |
| | 3-4 | 7.41 | 7.11 | 0.14 | -3.38 | 3 | -0.51 | -0.51 |
| | 4-5 | 7.14 | " | " | -3.81 | 4 | 0.07 | 0.07 |
| | 5-6 | " | " | " | " | 5 | 0 | 0 |
| | 6-7 | " | " | " | " | 6 | 0 | -0.01 |
| | 7-8 | " | 9.21 | -1.04 | -4.36 | 7 | -0.55 | -0.55 |
| | 8 | " | " | " | " | 8 | 4.36 | 4.36 |
| 3 | 1-2 | 10.15 | 8.40 | 0.88 | -5.04 | 1 | -5.04 | -5.04 |
| | 2-3 | 7.78 | 7.78 | 0 | -3.82 | 2 | 3.22 | 3.22 |
| | 3-4 | 8.40 | 8.03 | 0.11 | -4.40 | 3 | -0.58 | -0.58 |
| | 4-5 | 8.03 | " | " | -4.32 | 4 | 0.04 | 0.04 |
| | 5-6 | " | 8.03 | 0.01 | -4.31 | 5 | 0.01 | 0.01 |
| | 6-7 | 8.03 | " | 0 | -4.30 | 6 | 0.01 | 0 |
| | 7-8 | " | 10.15 | -1.04 | -4.86 | 7 | -0.56 | -0.56 |
| | 8 | " | " | " | " | 8 | 4.86 | 4.86 |
| 2 | 1-2 | 15.46 | 9.51 | 2.98 | -6.66 | 1 | -6.66 | -6.66 |
| | 2-3 | 8.80 | 8.80 | 0 | -4.32 | 2 | 2.34 | 2.34 |
| | 3-4 | 9.51 | 9.16 | 0.18 | -4.91 | 3 | -0.66 | -0.66 |
| | 4-5 | 9.16 | " | " | -4.89 | 4 | 0.09 | 0.09 |
| | 5-6 | " | " | " | " | 5 | 0 | 0.01 |
| | 6-7 | " | " | " | " | 6 | 0 | 0 |
| | 7-8 | " | 15.46 | -3.15 | -6.57 | 7 | -1.69 | -1.69 |
| | 8 | " | " | " | " | 8 | 6.57 | 6.57 |
| 1 | 1-2 | 10.32 | 9.81 | 0.26 | -5.37 | 1 | -5.37 | -5.37 |
| | 2-3 | 9.08 | 9.08 | 0 | -4.46 | 2 | 0.91 | 0.91 |
| | 3-4 | 9.81 | 9.49 | 0.18 | -5.14 | 3 | -0.68 | -0.68 |
| | 4-5 | 9.49 | " | " | -5.04 | 4 | 0.10 | 0.10 |
| | 5-6 | " | 9.50 | -0.03 | -5.05 | 5 | -0.01 | 0 |
| | 6-7 | 9.50 | " | 0 | -5.07 | 6 | -0.02 | -0.02 |
| | 7-8 | " | 10.32 | -0.41 | -5.29 | 7 | -0.22 | -0.22 |
| | 8 | " | " | " | " | 8 | 5.29 | 5.29 |

'CHARGES' VERTICALES'

CALCUL DES PORTIQUES SOUS LES CHARGES
VERTICALES

Le calcul des portiques sous les charges verticales sera fait par la méthode de Caquot exposée en annexe A₂ du CCB 68. Les portiques constituant l'ossature sont soumis :

- * à leur poids propre.
- * au poids propre des planchers qu'ils supportent.
- * aux surcharges transmises par les planchers.



on considère des hauteurs fictives des poteaux :

• $h'_n = 0,9 h_n$ si le noeud considéré appartient à l'avant dernier plancher avec h_n : hauteur libre.

• $h'_n = 0,8 h_n$ pour les autres cas.

• $h'_s = 0,8 h_s$.

on considère également des travées fictives l'_w et l'_e :

pour les travées intermédiaires :

• $l'_w = 0,8 l_w$

• $l'_e = 0,8 l_e$

l_w : portée libre de la travée de gauche.

l_e : portée libre de la travée de droite.

soient : q_w : charge uniformément répartie par unité de longueur sur la travée de gauche (q_e sur la travée de droite) on pose : $M'_w = q_w \cdot \frac{l_w^2}{8,5}$; $M'_e = q_e \cdot \frac{l_e^2}{8,5}$

I_w, I_e, I_s et I_n désignant respectivement les moments d'inertie de la travée de gauche, de la travée de droite, du poteau inférieur et du poteau supérieur.

on pose : $k_w = \frac{I_w}{l'_w}$; $k_e = \frac{I_e}{l'_e}$; $k_s = \frac{I_s}{h'_s}$; $k_n = \frac{I_n}{h'_n}$

et $D = k_w + k_e + k_s + k_n$.

Les moments dans les sections d'appui (mus de l'appui) sont en valeur absolue :

* Au mu de l'appui de la travée de gauche :

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

* Au mu de l'appui de la travée de droite :

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

* Au mu inférieur des poutres dans le poteau inférieur :

$$M_s = \frac{k_s}{D} (M'_e - M'_w)$$

* Au mu supérieur des planchers dans le poteau supérieur :

$$M_n = \frac{k_n}{D} (M'_e - M'_w)$$

Travée de rive

- Noeud de rive (pas de console)

$$M_{e1} = M'_{e1} \left(1 - \frac{K_{e1}}{D_1}\right) \quad ; \quad M_{s1} = M'_{e1} \frac{K_{s1}}{D_1} \quad ; \quad M_{n1} = M'_{e1} \frac{K_{n1}}{D_1}$$

- Noeud voisin du noeud de rive

La longueur $l'w_2$ de la travée fictive de rive est prise égale à $x_1 \cdot l w_2$, x_1 étant un coefficient compris entre 0,8 et 1, avec $x_1 = 0,8$ pour $K_{s1} + K_{n1} \geq 1,5 K_{e1}$ et $x_1 = 1 - \frac{K_{s1} + K_{n1}}{7,5 K_{e1}}$ pour $K_{s1} + K_{n1} < 1,5 K_{e1}$

Effort dans les poteaux : on admet que les points de moment nul dans les poteaux se trouvent à h'_n au dessus du plancher et h''_n au dessous du mur inférieur des poutres.

Effort tranchant dans les poteaux - Effort normal dans les poutres

Par simplification, on ne fait pas état, dans les calculs, des efforts tranchants dans les poteaux ni des efforts normaux dans les poutres.

Effort tranchant dans les poutres : conformément à l'annexe

^{A13 du CCB 68}, les efforts tranchants sont calculés en considérant la travée indépendante et en faisant état des moments de continuité et de la charge qui lui est appliquée.

on aura : $T_e = -q \frac{l}{2} + \frac{M_w - M_e}{l}$; $T_w = q \frac{l}{2} + \frac{M_w - M_e}{l}$

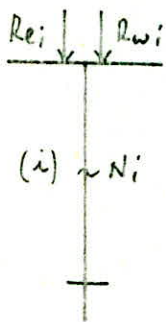
M_w et M_e sont en valeur absolue.

Efforts normaux dans les poteaux : Ils sont calculés à partir des efforts tranchant dans les poutres.

avec : $R_{ei} = -T_{ei}$ effort tranchant dans la travée de gauche

$R_{wi} = T_{wi}$ effort tranchant dans la travée de droite

P_p : poids propre du poteau au dessus du niveau considéré



$$N_i = R_{ei} + R_{wi}$$

L'effort normal cumulé au niveau (i)

$$\text{sera : } N = \sum_{i=1}^n N_i + P_p$$

Caractéristiques géométriques du portique transversal

$I_{poteau} = I_s = I_m = 3417,19 \cdot 10^6 \text{ m}^4$; $I_{poutre} = I_e = I_w = 3125 \cdot 10^6 \text{ m}^4$.

| Niveau | Noeud | l_w | l_e | l_m | l_s | l'_w | l'_e | l'_m | l'_s | $k_w \cdot 10^6$ | $k_e \cdot 10^6$ | $k_m \cdot 10^6$ | $k_s \cdot 10^6$ | $D \cdot 10^6$ |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| VII | 1 | / | 4,95 | / | 3,13 | / | 3,96 | / | 2,504 | / | 789,14 | / | 1364,69 | 2153,83 |
| | 2 | 4,95 | 2,35 | / | 3,13 | 3,96 | 1,88 | / | 2,504 | 789,14 | 1662,23 | / | 1364,69 | 3816,06 |
| | 3 | 2,35 | 4,95 | / | 3,13 | 1,88 | 3,96 | / | 2,504 | 1662,23 | 789,14 | / | 1364,69 | 3816,06 |
| | 4 | 4,95 | / | / | 3,13 | 3,96 | / | / | 2,504 | 789,14 | / | / | 1364,69 | 2153,83 |
| VI | 1 | / | 4,95 | 3,13 | 3,13 | / | 3,96 | 2,817 | 2,504 | / | 789,14 | / | 1364,69 | 3366,89 |
| | 2 | 4,95 | 2,35 | 3,13 | 3,13 | 3,96 | 1,88 | 2,817 | 2,504 | 789,14 | 1662,23 | / | 1364,69 | 5029,42 |
| | 3 | 2,35 | 4,95 | 3,13 | 3,13 | 1,88 | 3,96 | 2,817 | 2,504 | 1662,23 | 789,14 | / | 1364,69 | 5029,42 |
| | 4 | 4,95 | / | 3,13 | 3,13 | 3,96 | / | 2,817 | 2,504 | 789,14 | / | 1662,23 | 1364,69 | 3366,89 |
| V III III II | 1 | / | 4,95 | 3,13 | 3,13 | / | 3,96 | 2,504 | 2,504 | / | 789,14 | / | 1364,69 | 3518,52 |
| | 2 | 4,95 | 2,35 | 3,13 | 3,13 | 3,96 | 1,88 | 2,504 | 2,504 | 789,14 | 1662,23 | / | 1364,69 | 5180,75 |
| | 3 | 2,35 | 4,95 | 3,13 | 3,13 | 1,88 | 3,96 | 2,504 | 2,504 | 1662,23 | 789,14 | / | 1364,69 | 5180,75 |
| | 4 | 4,95 | / | 3,13 | 3,13 | 3,96 | / | 2,504 | 2,504 | 789,14 | / | 1662,23 | 1364,69 | 3518,52 |
| I | 1 | / | 4,95 | 3,13 | 4 | / | 3,96 | 2,504 | 3,2 | / | 789,14 | / | 1067,87 | 3221,70 |
| | 2 | 4,95 | 2,35 | 3,13 | 4 | 3,96 | 1,88 | 2,504 | 3,2 | 789,14 | 1662,23 | / | 1067,87 | 4883,93 |
| | 3 | 2,35 | 4,95 | 3,13 | 4 | 1,88 | 3,96 | 2,504 | 3,2 | 1662,23 | 789,14 | / | 1067,87 | 4883,93 |
| | 4 | 4,95 | / | 3,13 | 4 | 3,96 | / | 2,504 | 3,2 | 789,14 | / | 1662,23 | 1067,87 | 3221,70 |

l_w, l_e, l_m et l_s sont en mètre.

k_w, k_e, k_m et k_s sont m^3 .

Caractéristiques géométriques du pontique longitudinal.

$I_{potéau} = 3447,19 \cdot 10^6 \text{ m}^4$; $I_{pontre} = 3125 \cdot 10^6 \text{ m}^4$

| Niv. | Noeud | $l_w(m)$ | $l_e(m)$ | h_n | h_s | $l'w$ | $l'e$ | $h'n$ | $h's$ | $K_w \cdot 10^6$ | $K_e \cdot 10^6$ | $K_n \cdot 10^6$ | $K_s \cdot 10^6$ | $D \cdot 10^6$ |
|------|-------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| VII | 1 | | 3,75 | | 3,13 | | 3,1 | | 2,504 | | 1008,06 | | 1364,69 | 2372,75 |
| | 2 | 1,75 | 4,07 | | 3,13 | 3,10 | 3,256 | | 2,504 | 1008,06 | 959,77 | | 1364,69 | 3332,52 |
| | 3 | 4,07 | 3,75 | | 3,13 | 3,256 | 3 | | 2,504 | 959,77 | 1041,67 | | 1364,69 | 3366,11 |
| | 4 | 1,75 | 3,75 | | 3,13 | 3 | 3 | | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | | 1364,69 | 3448,03 |
| | 5 | 3,75 | 3,75 | | 3,13 | 3 | 3 | | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | | 1364,69 | 3348,03 |
| | 6 | 3,75 | 3,75 | | 3,13 | 3 | 3 | | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | | 1364,69 | 3348,03 |
| | 7 | 3,75 | 3,75 | | 3,13 | 3 | 3,1 | | 2,504 | 1041,67 | 1008,06 | | 1364,69 | 3348,03 |
| | 8 | 3,75 | | | 3,13 | 3,1 | | | 2,504 | 1008,06 | | | 1364,69 | 2406,36 |
| VI | 1 | | 1,75 | 3,13 | 3,13 | | 3 | 2,817 | 2,504 | | 1041,67 | 1213,06 | 1364,69 | 3619,42 |
| | 2 | 3,75 | 4,07 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3,256 | 2,817 | 2,504 | 1041,67 | 959,77 | 1213,06 | 1364,69 | 4579,19 |
| | 3 | 4,07 | 1,75 | 3,13 | 3,13 | 3,256 | 3 | 2,817 | 2,504 | 959,77 | 1041,67 | 1213,06 | 1364,69 | 4579,19 |
| | 4 | 1,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,817 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1213,06 | 1364,69 | 4661,09 |
| | 5 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,817 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1213,06 | 1364,69 | 4661,09 |
| | 6 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,817 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1213,06 | 1364,69 | 4661,09 |
| | 7 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,817 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1213,06 | 1364,69 | 4661,09 |
| | 8 | 3,75 | | 3,13 | 3,13 | 3 | | | 2,817 | 2,504 | 1041,67 | | 1213,06 | 1364,69 |
| V | 1 | | 3,75 | 3,13 | 3,13 | | 3 | 2,504 | 2,504 | | 1041,67 | 1364,69 | 1364,69 | 3771,05 |
| | 2 | 3,75 | 4,07 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3,256 | 2,504 | 2,504 | 1041,67 | 959,77 | 1364,69 | 1364,69 | 4310,82 |
| III | 3 | 4,07 | 1,75 | 3,13 | 3,13 | 3,256 | 3 | 2,504 | 2,504 | 959,77 | 1041,67 | 1364,69 | 1364,69 | 4730,82 |
| | 4 | 1,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,504 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1364,69 | 4812,72 |
| III | 5 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,504 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1364,69 | 4812,72 |
| | 6 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,504 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1364,69 | 4812,72 |
| II | 7 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 3,13 | 3 | 3 | 2,504 | 2,504 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1364,69 | 4812,72 |
| | 8 | 3,75 | | 3,13 | 3,13 | 3 | | | 2,504 | 2,504 | 1041,67 | | 1364,69 | 3771,05 |
| I | 1 | | 3,75 | 3,13 | 4 | | 3 | 2,504 | 3,2 | | 1041,67 | 1364,69 | 1067,87 | 3474,23 |
| | 2 | 3,75 | 4,07 | 3,13 | 4 | 3 | 3,256 | 2,504 | 3,2 | 1041,67 | 959,77 | 1364,69 | 1067,87 | 4434 |
| | 3 | 4,07 | 1,75 | 3,13 | 4 | 3,256 | 3 | 2,504 | 3,2 | 959,77 | 1041,67 | 1364,69 | 1067,87 | 4434 |
| | 4 | 1,75 | 3,75 | 3,13 | 4 | 3 | 3 | 2,504 | 3,2 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1067,87 | 4515,9 |
| | 5 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 4 | 3 | 3 | 2,504 | 3,2 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1067,87 | 4515,9 |
| | 6 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 4 | 3 | 3 | 2,504 | 3,2 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1067,87 | 4515,9 |
| | 7 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 4 | 3 | 3 | 2,504 | 3,2 | 1041,67 | 1041,67 | 1364,69 | 1067,87 | 4515,9 |
| | 8 | 3,75 | 3,75 | 3,13 | 4 | 3 | | | 2,504 | 3,2 | 1041,67 | | 1364,69 | 1067,87 |

Portique transversal intermédiaire

| Niv. | Modél | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _n | M _s | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _n | M _s |
|--------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| VII | 1 | / | 2,72 | / | 5,02 | / | 3,18 | / | 3,18 | / | 0,34 | / | 0,57 | / | 0,21 | / | 0,36 |
| | 2 | 2,72 | 1,57 | 5,02 | 0,65 | 4,12 | 2,55 | / | 1,57 | 0,34 | 0,16 | 0,57 | 0,07 | 0,47 | 0,29 | / | -0,18 |
| | 3 | 1,57 | 2,72 | 0,65 | 5,02 | 3,55 | 4,12 | / | 1,57 | 0,16 | 0,34 | 0,07 | 0,57 | 0,29 | 0,47 | / | 0,18 |
| | 4 | 2,72 | / | 5,02 | / | 3,18 | / | -3,18 | 0,34 | / | 0,57 | / | 0,21 | / | / | / | -0,36 |
| VI | 1 | / | 2,29 | / | 4,23 | / | 3,24 | 1,52 | 1,72 | / | 1,55 | / | 2,86 | / | 2,19 | 1,03 | 1,16 |
| | 2 | 2,29 | 1,35 | 4,23 | 0,56 | 3,65 | 1,77 | 0,99 | -0,99 | 1,55 | 0,79 | 2,86 | 0,33 | 2,46 | 1,17 | -0,61 | -0,69 |
| | 3 | 1,35 | 2,29 | 0,56 | 4,23 | 1,77 | 3,65 | 0,99 | 0,99 | 0,79 | 1,55 | 0,33 | 2,86 | 1,17 | 2,46 | 0,61 | 0,69 |
| | 4 | 2,29 | / | 4,23 | / | 3,24 | / | 1,52 | -1,72 | 1,55 | / | 2,86 | / | 2,19 | / | -1,03 | -1,16 |
| V | 1 | / | 2,29 | / | 4,23 | / | 3,28 | 1,64 | 1,64 | / | 1,55 | / | 2,86 | / | 2,22 | 1,11 | 1,11 |
| | 2 | 2,29 | 1,35 | 4,23 | 0,56 | 3,67 | 1,74 | 0,97 | -0,97 | 1,55 | 0,79 | 2,86 | 0,33 | 2,48 | 1,14 | -0,67 | -0,67 |
| | 3 | 1,35 | 2,29 | 0,56 | 4,23 | 1,74 | 3,67 | 0,97 | 0,97 | 0,79 | 1,55 | 0,33 | 2,86 | 1,14 | 2,48 | 0,67 | 0,67 |
| | 4 | 2,29 | / | 4,23 | / | 3,28 | / | -1,64 | -1,64 | 1,55 | / | 2,86 | / | 2,22 | / | -1,11 | -1,11 |
| I | 1 | / | 2,29 | / | 4,23 | / | 3,19 | 1,79 | 1,40 | / | 1,55 | / | 2,86 | / | 2,16 | 1,21 | 0,95 |
| | 2 | 2,29 | 1,35 | 4,23 | 0,56 | 3,64 | 1,81 | 1,03 | -0,80 | 1,55 | 0,79 | 2,86 | 0,33 | 2,45 | 1,19 | -0,71 | -0,55 |
| | 3 | 1,35 | 2,29 | 0,56 | 4,23 | 1,81 | 3,64 | 1,03 | 0,80 | 0,79 | 1,55 | 0,33 | 2,86 | 1,19 | 2,45 | 0,71 | 0,55 |
| | 4 | 2,29 | / | 4,23 | / | 3,19 | / | -1,79 | -1,40 | 1,55 | / | 2,86 | / | 2,16 | / | -1,21 | -0,95 |
| Sous G | | | | | | | | | Sous P | | | | | | | | |

Optique longitudinale intermédiaire.

| N ^o . | noeud | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _n | M _s | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _n | M _s |
|------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| VII | 1 | / | 2,1 | / | 2,37 | / | 1,36 | / | 1,36 | / | 0,23 | / | 0,26 | / | 0,15 | / | 0,15 |
| | 2 | 2,1 | 2,2 | 2,37 | 2,74 | 2,48 | 2,63 | / | 0,15 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,30 | 0,27 | 0,29 | / | 0,02 |
| | 3 | 2,2 | 2,1 | 2,74 | 2,22 | 2,59 | 2,38 | / | -0,21 | 0,24 | 0,23 | 0,30 | 0,24 | 0,28 | 0,26 | / | -0,01 |
| | 4 | 2,1 | 2,1 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | / | 0 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | / | 0 |
| | 5 | 2,1 | 2,1 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | / | 0 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | / | 0 |
| | 6 | 2,1 | 2,1 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | / | 0 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | / | 0 |
| | 7 | 2,1 | 2,1 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | / | 0 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | / | 0 |
| | 8 | 2,1 | / | 2,22 | / | 0,96 | / | / | -1,26 | 0,23 | / | 0,24 | / | 0,14 | / | / | / |
| VI | 1 | / | 1,78 | / | 1,89 | / | 1,35 | 0,63 | 0,71 | / | 1,14 | / | 1,21 | / | 0,86 | 0,44 | 0,46 |
| | 2 | 1,78 | 1,86 | 1,89 | 2,32 | 1,99 | 2,23 | 0,11 | 0,13 | 1,14 | 1,2 | 1,21 | 1,50 | 1,28 | 1,44 | 0,08 | 0,09 |
| | 3 | 1,86 | 1,78 | 2,32 | 1,89 | 2,23 | 1,99 | -0,11 | -0,13 | 1,2 | 1,14 | 1,50 | 1,21 | 1,44 | 1,28 | -0,08 | -0,09 |
| | 4 | 1,77 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 5 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 6 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 7 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 8 | 1,78 | / | 1,89 | / | 1,35 | / | / | -0,63 | -0,71 | 1,14 | / | 1,21 | / | 0,86 | / | -0,44 |
| V | 1 | / | 1,78 | / | 1,89 | / | 1,37 | 0,68 | 0,68 | / | 1,14 | / | 1,21 | / | 0,88 | 0,44 | 0,44 |
| | 2 | 1,78 | 1,86 | 1,89 | 2,32 | 1,95 | 2,23 | 0,12 | 0,12 | 1,14 | 1,2 | 1,21 | 1,50 | 1,27 | 1,44 | 0,08 | 0,08 |
| | 3 | 1,86 | 1,78 | 2,32 | 1,89 | 2,23 | 1,95 | -0,12 | -0,12 | 1,2 | 1,14 | 1,50 | 1,21 | 1,44 | 1,27 | -0,08 | -0,08 |
| | 4 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 5 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 6 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 7 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 8 | 1,78 | / | 1,89 | / | 1,37 | / | / | -0,68 | -0,68 | 1,14 | / | 1,21 | / | 0,88 | / | -0,44 |
| I | 1 | / | 1,78 | / | 1,89 | / | 1,32 | 0,74 | 0,58 | / | 1,14 | / | 1,21 | / | 0,85 | 0,48 | 0,37 |
| | 2 | 1,78 | 1,86 | 1,89 | 2,32 | 1,99 | 2,23 | 0,13 | 0,10 | 1,14 | 1,2 | 1,21 | 1,50 | 1,28 | 1,44 | 0,09 | 0,07 |
| | 3 | 1,86 | 1,78 | 2,32 | 1,89 | 2,23 | 1,99 | -0,13 | -0,10 | 1,2 | 1,14 | 1,50 | 1,21 | 1,44 | 1,28 | -0,09 | -0,07 |
| | 4 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 5 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 6 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 7 | 1,78 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 0 | 0 | 1,14 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0 | 0 |
| | 8 | 1,78 | / | 1,89 | / | 1,32 | / | / | -0,74 | -0,58 | 1,14 | / | 1,21 | / | 0,85 | / | -0,48 |
| Sous G | | | | | | | | | Sous P | | | | | | | | |

Effort tranchant dans les poutres du portique transversal interm.

| Niv. | travée | l | q | Mw | Me | T(x=l) | T(x=0) | q | Mw | Me | T(x=l) | T(x=0) | |
|--------|--------|------|------|------|------|--------|--------|--------|------|------|--------|--------|--|
| VII | 1-2 | 4,95 | 2,72 | 3,18 | 4,12 | -6,54 | 6,92 | 0,31 | 0,21 | 0,47 | -0,72 | 0,82 | |
| | 2-3 | 2,35 | 1,57 | 2,55 | 2,55 | -1,85 | 1,85 | 0,16 | 0,29 | 0,29 | -0,19 | 0,19 | |
| | 3-4 | 4,95 | 2,72 | 4,12 | 3,18 | -6,92 | 6,54 | 0,31 | 0,47 | 0,21 | -0,82 | 0,72 | |
| VI | 1-2 | 4,95 | 2,29 | 3,24 | 3,65 | -5,59 | 5,75 | 1,55 | 2,19 | 2,46 | -3,78 | 3,89 | |
| | 2-3 | 2,35 | 1,35 | 1,77 | 1,77 | -1,59 | 1,59 | 0,79 | 1,17 | 1,17 | -0,93 | 0,93 | |
| | 3-4 | 4,95 | 2,29 | 3,65 | 3,24 | -5,75 | 5,59 | 1,55 | 2,46 | 2,19 | -3,89 | 3,78 | |
| V | 1-2 | 4,95 | 2,29 | 3,28 | 3,67 | -5,59 | 5,75 | 1,55 | 2,22 | 2,48 | -3,78 | 3,89 | |
| | 2-3 | 2,35 | 1,35 | 1,74 | 1,74 | -1,59 | 1,59 | 0,79 | 1,14 | 1,14 | -0,93 | 0,93 | |
| | 3-4 | 4,95 | 2,29 | 3,67 | 3,28 | -5,75 | 5,59 | 1,55 | 2,48 | 2,22 | -3,89 | 3,78 | |
| IV | 1-2 | 4,95 | 2,29 | 3,19 | 3,64 | -5,58 | 5,76 | 1,55 | 2,16 | 2,45 | -3,78 | 3,89 | |
| | 2-3 | 2,35 | 1,35 | 1,81 | 1,81 | -1,59 | 1,59 | 0,79 | 1,19 | 1,19 | -0,93 | 0,93 | |
| | 3-4 | 4,95 | 2,29 | 3,64 | 3,19 | -5,76 | 5,58 | 1,55 | 2,45 | 2,16 | -3,90 | 3,78 | |
| Sous G | | | | | | | | Sous P | | | | | |

Effort tranchant dans les poutres du portique transversal de rive.

| Niv. | travée | l | q | Mw | Me | T(x=l) | T(x=0) | q | Mw | Me | T(x=l) | T(x=0) | |
|--------|--------|------|------|------|------|--------|--------|--------|------|------|--------|--------|--|
| VII | 1-2 | 4,95 | 1,82 | 2,13 | 2,75 | -4,38 | 4,63 | 0,15 | 0,18 | 0,23 | -0,36 | 0,38 | |
| | 2-3 | 2,35 | 0,97 | 1,69 | 1,69 | -1,14 | 1,14 | 0,09 | 0,14 | 0,14 | -0,09 | 0,09 | |
| | 3-4 | 4,95 | 1,82 | 2,75 | 2,13 | -4,63 | 4,38 | 0,15 | 0,23 | 0,18 | -0,38 | 0,36 | |
| VI | 1-2 | 4,95 | 1,31 | 1,95 | 2,10 | -3,19 | 3,29 | 0,76 | 1,07 | 1,21 | -1,85 | 1,91 | |
| | 2-3 | 2,35 | 0,86 | 1,04 | 1,04 | -1,01 | 1,01 | 0,39 | 0,57 | 0,57 | -0,46 | 0,46 | |
| | 3-4 | 4,95 | 1,31 | 2,10 | 1,85 | -3,29 | 3,19 | 0,76 | 1,21 | 1,07 | -1,91 | 1,85 | |
| V | 1-2 | 4,95 | 1,31 | 1,88 | 2,11 | -3,20 | 3,29 | 0,76 | 1,09 | 1,21 | -1,86 | 1,91 | |
| | 2-3 | 2,35 | 0,86 | 1,02 | 1,02 | -1,01 | 1,01 | 0,39 | 0,56 | 0,56 | -0,46 | 0,46 | |
| | 3-4 | 4,95 | 1,31 | 2,11 | 1,88 | -3,29 | 3,20 | 0,76 | 1,21 | 1,09 | -1,91 | 1,86 | |
| I | 1-2 | 4,95 | 1,31 | 1,83 | 2,09 | -3,19 | 3,30 | 0,76 | 1,06 | 1,20 | -1,85 | 1,91 | |
| | 2-3 | 2,35 | 0,86 | 1,06 | 1,06 | -1,01 | 1,01 | 0,39 | 0,58 | 0,58 | -0,46 | 0,46 | |
| | 3-4 | 4,95 | 1,31 | 2,09 | 1,83 | -3,30 | 3,19 | 0,76 | 1,20 | 1,06 | -1,91 | 1,85 | |
| Sous G | | | | | | | | Sous P | | | | | |

Effort tranchant dans les poutres du pontique longitudinal
intermédiaire

| N ^o . | Travée | l | q | M _w | M _e | T(x=0) | T(x=l) | q | M _w | M _e | T(x=0) | T(x=l) |
|------------------|--------|------|------|----------------|----------------|--------|--------|------|----------------|----------------|--------|--------|
| VII | 1-2 | 3,75 | 2,1 | 1,36 | 2,48 | -3,14 | 4,24 | 0,23 | 0,15 | 0,27 | -0,40 | 0,46 |
| | 2-3 | 4,07 | 2,2 | 2,63 | 2,59 | -4,19 | 4,47 | 0,24 | 0,29 | 0,28 | -0,49 | 0,49 |
| | 3-4 | 3,75 | 2,1 | 2,38 | 2,22 | -3,98 | 3,90 | 0,23 | 0,26 | 0,28 | -0,44 | 0,43 |
| | 4-5 | 3,75 | 2,1 | 2,22 | 2,22 | -3,94 | 3,94 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | -0,43 | 0,43 |
| | 5-6 | 3,75 | 2,1 | 2,22 | 2,22 | -3,94 | 3,94 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | -0,43 | 0,43 |
| | 6-7 | 3,75 | 2,1 | 2,22 | 2,22 | -3,94 | 3,94 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | -0,43 | 0,43 |
| | 7-8 | 3,75 | 2,1 | 2,22 | 0,96 | -3,94 | 3,94 | 0,23 | 0,24 | 0,14 | -0,46 | 0,41 |
| VI | 1-2 | 3,75 | 1,78 | 1,35 | 1,99 | -3,17 | 3,51 | 1,14 | 0,86 | 1,28 | -2,03 | 2,26 |
| | 2-3 | 4,07 | 1,86 | 2,23 | 2,23 | -3,79 | 3,79 | 1,2 | 1,44 | 1,44 | -2,44 | 2,44 |
| | 3-4 | 3,75 | 1,78 | 1,99 | 1,89 | -3,36 | 3,31 | 1,14 | 1,28 | 1,21 | -2,16 | 2,12 |
| | 4-5 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 5-6 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 6-7 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 7-8 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,35 | -3,48 | 3,19 | 1,14 | 1,21 | 0,86 | -2,23 | 2,04 |
| V | 1-2 | 3,75 | 1,78 | 1,37 | 1,95 | -3,18 | 3,49 | 1,14 | 0,88 | 1,27 | -2,03 | 2,24 |
| | 2-3 | 4,07 | 1,86 | 2,23 | 2,23 | -3,79 | 3,79 | 1,2 | 1,44 | 1,44 | -2,44 | 2,44 |
| IV | 3-4 | 3,75 | 1,78 | 1,95 | 1,89 | -3,35 | 3,32 | 1,14 | 1,27 | 1,21 | -2,15 | 2,12 |
| III | 4-5 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 5-6 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| II | 6-7 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 7-8 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,37 | -3,48 | 3,20 | 1,14 | 1,21 | 0,88 | -2,23 | 2,05 |
| I | 1-2 | 3,75 | 1,78 | 1,32 | 1,99 | -3,16 | 3,52 | 1,14 | 0,85 | 1,28 | -2,02 | 2,25 |
| | 2-3 | 4,07 | 1,86 | 2,23 | 2,23 | -3,79 | 3,79 | 1,2 | 1,44 | 1,44 | -2,44 | 2,44 |
| | 3-4 | 3,75 | 1,78 | 1,99 | 1,89 | -3,36 | 3,31 | 1,14 | 1,28 | 1,21 | -2,16 | 2,12 |
| | 4-5 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 5-6 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 6-7 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,89 | -3,34 | 3,34 | 1,14 | 1,21 | 1,21 | -2,14 | 2,14 |
| | 7-8 | 3,75 | 1,78 | 1,89 | 1,32 | -3,49 | 3,19 | 1,14 | 1,21 | 0,85 | -2,23 | 2,04 |
| sous 6 | | | | | | sous P | | | | | | |

Portique transversal (de rive)

| Niv. | Nord | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _n | M _s | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _n | M _s |
|--------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| VII | 1 | / | 1,82 | / | 3,36 | / | 2,13 | / | 2,13 | / | 0,15 | / | 0,28 | / | 0,18 | / | 0,18 |
| | 2 | 1,82 | 0,97 | 3,36 | 0,40 | 2,75 | 1,69 | / | 1,06 | 0,15 | 0,08 | 0,28 | 0,03 | 0,23 | 0,14 | / | -0,09 |
| | 3 | 0,97 | 1,82 | 0,40 | 3,36 | 1,69 | 2,75 | / | 1,06 | 0,08 | 0,15 | 0,03 | 0,28 | 0,14 | 0,23 | / | 0,09 |
| | 4 | 1,82 | / | 3,36 | / | 2,13 | / | 2,13 | 0,15 | / | 0,28 | / | 0,18 | / | / | / | -0,18 |
| VI | 1 | / | 1,31 | / | 2,42 | / | 1,85 | 0,87 | 0,98 | / | 0,76 | / | 1,40 | / | 1,07 | 0,50 | 0,57 |
| | 2 | 1,31 | 0,86 | 2,42 | 0,36 | 2,10 | 1,04 | -0,50 | 0,56 | 0,76 | 0,39 | 1,40 | 0,16 | 1,21 | 0,57 | -0,30 | -0,34 |
| | 3 | 0,86 | 1,31 | 0,36 | 2,42 | 1,04 | 2,10 | 0,50 | 0,56 | 0,39 | 0,76 | 0,16 | 1,40 | 0,57 | 1,21 | 0,30 | 0,34 |
| | 4 | 1,31 | / | 2,42 | / | 1,85 | / | -0,87 | -0,98 | 0,76 | / | 1,40 | / | 1,07 | / | -0,50 | -0,57 |
| V | 1 | / | 1,31 | / | 2,42 | / | 1,85 | 0,94 | 0,94 | / | 0,76 | / | 1,40 | / | 1,09 | 0,54 | 0,54 |
| | 2 | 1,31 | 0,86 | 2,42 | 0,36 | 2,11 | 1,02 | -0,54 | 0,54 | 0,76 | 0,39 | 1,40 | 0,16 | 1,21 | 0,56 | -0,33 | -0,33 |
| | 3 | 0,86 | 1,31 | 0,36 | 2,42 | 1,02 | 2,11 | 0,54 | 0,54 | 0,39 | 0,76 | 0,16 | 1,40 | 0,56 | 1,21 | 0,33 | 0,33 |
| | 4 | 1,31 | / | 2,42 | / | 1,85 | / | -0,94 | -0,94 | 0,76 | / | 1,40 | / | 1,09 | / | -0,54 | -0,54 |
| I | 1 | / | 1,31 | / | 2,42 | / | 1,83 | 1,03 | 0,80 | / | 0,76 | / | 1,40 | / | 1,06 | 0,59 | 0,46 |
| | 2 | 1,31 | 0,86 | 2,42 | 0,36 | 2,09 | 1,06 | -0,58 | 0,45 | 0,76 | 0,39 | 1,40 | 0,16 | 1,20 | 0,58 | -0,35 | -0,27 |
| | 3 | 0,86 | 1,31 | 0,36 | 2,42 | 1,06 | 2,09 | 0,58 | 0,45 | 0,39 | 0,76 | 0,16 | 1,40 | 0,58 | 1,20 | 0,35 | 0,27 |
| | 4 | 1,31 | / | 2,42 | / | 1,83 | / | -1,03 | -0,80 | 0,76 | / | 1,40 | / | 1,06 | / | -0,59 | -0,46 |
| Sous 6 | | | | | | | | | | Sous 7 | | | | | | | |

Portique longitudinal da rive

| Niv. | NOVA ^d | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _u | M _s | q _w | q _e | M _w | M _e | M _w | M _e | M _u | M _s | |
|--------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| III | 1 | / | 1,15 | / | 1,30 | / | 0,75 | / | 0,75 | 0,11 | / | 0,11 | / | 0,106 | / | 0,106 | | |
| | 2 | 1,15 | 1,16 | 1,30 | 1,45 | 1,35 | 1,41 | / | 0,06 | 0,11 | 0,11 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | / | 0,101 | | |
| | 3 | 1,16 | 1,15 | 1,46 | 1,22 | 1,39 | 1,29 | / | 0,1 | 0,11 | 0,1 | 0,14 | 0,11 | 0,13 | 0,12 | / | 0,101 | |
| | 4 | 1,15 | 1,15 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | / | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | / | 0 | |
| | 5 | 1,15 | 1,15 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | / | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | / | 0 | |
| | 6 | 1,15 | 1,15 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | / | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | / | 0 | |
| | 7 | 1,15 | 1,15 | 1,22 | 1,30 | 1,24 | 1,28 | / | 0,03 | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | / | 0 | |
| | 8 | 1,15 | / | 1,30 | / | 0,76 | / | 0,76 | 0,1 | / | 0,11 | / | 0,06 | / | | | | -0,06 |
| VI | 1 | / | 1,01 | / | 1,07 | / | 0,76 | 0,36 | 0,40 | / | 0,51 | / | 0,54 | / | 0,39 | 0,18 | 0,20 | |
| | 2 | 1,01 | 1,02 | 1,07 | 1,27 | 1,12 | 1,23 | 0,05 | 0,06 | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,65 | 0,57 | 0,63 | 0,03 | 0,03 | |
| | 3 | 1,02 | 1,01 | 1,27 | 1,07 | 1,23 | 1,12 | 0,05 | 0,06 | 0,52 | 0,51 | 0,65 | 0,54 | 0,63 | 0,57 | 0,03 | 0,03 | |
| | 4 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 5 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 6 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 7 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 8 | 1,01 | / | 1,07 | / | 0,76 | / | 0,36 | 0,4 | 0,51 | / | 0,54 | / | 0,39 | / | 0,18 | 0,20 | |
| II | 1 | / | 1,01 | / | 1,07 | / | 0,77 | 0,39 | 0,39 | / | 0,51 | / | 0,54 | / | 0,39 | 0,20 | 0,20 | |
| | 2 | 1,01 | 1,02 | 1,07 | 1,27 | 1,11 | 1,23 | 0,06 | 0,06 | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,65 | 0,56 | 0,63 | 0,03 | 0,03 | |
| | 3 | 1,02 | 1,01 | 1,27 | 1,07 | 1,23 | 1,11 | 0,06 | 0,06 | 0,52 | 0,51 | 0,65 | 0,54 | 0,63 | 0,56 | 0,03 | 0,03 | |
| | 4 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 5 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 6 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 7 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 8 | 1,01 | / | 1,07 | / | 0,77 | / | 0,39 | 0,39 | 0,51 | / | 0,54 | / | 0,39 | / | 0,20 | 0,20 | |
| I | 1 | / | 1,01 | / | 1,07 | / | 0,75 | 0,42 | 0,33 | / | 0,51 | / | 0,54 | / | 0,38 | 0,17 | 0,17 | |
| | 2 | 1,01 | 1,02 | 1,07 | 1,27 | 1,12 | 1,23 | 0,06 | 0,05 | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,65 | 0,57 | 0,63 | 0,04 | 0,03 | |
| | 3 | 1,02 | 1,01 | 1,27 | 1,07 | 1,23 | 1,12 | 0,06 | 0,05 | 0,52 | 0,51 | 0,65 | 0,54 | 0,63 | 0,57 | 0,04 | 0,03 | |
| | 4 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 5 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 6 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 7 | 1,01 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 0 | 0 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0 | 0 | |
| | 8 | 1,01 | / | 1,07 | / | 0,75 | / | 0,42 | 0,33 | 0,51 | / | 0,54 | / | 0,38 | / | 0,17 | 0,17 | |
| Sous G | | | | | | | | | Sous P | | | | | | | | | |

Effort tranchant dans les poutres du portique
longitudinal de rive

| Niveau | Travée | Q | q | Mw | Me | $T(x=0)$ | $T(x=l)$ | q | Mw | Me | $T(x=l)$ | $T(x=0)$ |
|--------|--------|------|------|--------|------|----------|----------|--------|------|------|----------|----------|
| III | 1-2 | 3,75 | 1,15 | 0,75 | 1,35 | -2 | 2,32 | 0,11 | 0,06 | 0,12 | -0,17 | 0,20 |
| | 2-3 | 4,07 | 1,16 | 1,44 | 1,39 | -2,37 | 2,36 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | -0,22 | 0,22 |
| | 3-4 | 3,75 | 1,15 | 1,29 | 1,22 | -2,18 | 2,14 | 0,1 | 0,12 | 0,11 | -0,19 | 0,19 |
| | 4-5 | 3,75 | 1,15 | 1,22 | 1,22 | -2,16 | 2,16 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | -0,19 | 0,19 |
| | 5-6 | 3,75 | 1,15 | 1,22 | 1,22 | -2,16 | 2,16 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | -0,19 | 0,19 |
| | 6-7 | 3,75 | 1,15 | 1,22 | 1,24 | -2,15 | 2,16 | 0,1 | 0,11 | 0,11 | -0,19 | 0,19 |
| | 7-8 | 3,75 | 1,15 | 1,28 | 0,76 | -2,30 | 2,02 | 0,1 | 0,11 | 0,06 | -0,20 | 0,17 |
| II | 1-2 | 3,75 | 1,01 | 0,76 | 1,12 | -1,80 | 1,99 | 0,51 | 0,39 | 0,57 | -0,91 | 1 |
| | 2-3 | 4,07 | 1,02 | 1,23 | 1,23 | -2,08 | 2,08 | 0,52 | 0,63 | 0,63 | -1,06 | 1,06 |
| | 3-4 | 3,75 | 1,01 | 1,12 | 1,07 | -1,91 | 1,88 | 0,51 | 0,57 | 0,54 | -0,96 | 0,95 |
| | 4-5 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | -1,89 | 1,89 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | -0,96 | 0,96 |
| | 5-6 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | -1,89 | 1,89 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | -0,96 | 0,96 |
| | 6-7 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | -1,89 | 1,89 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | -0,96 | 0,96 |
| | 7-8 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 0,76 | -1,88 | 1,81 | 0,51 | 0,54 | 0,39 | -1 | 0,92 |
| I | 1-2 | 3,75 | 1,01 | 0,75 | 1,12 | -1,80 | 1,99 | 0,51 | 0,38 | 0,57 | -0,91 | 1,01 |
| | 2-3 | 4,07 | 1,02 | 1,23 | 1,23 | -2,08 | 2,08 | 0,52 | 0,63 | 0,63 | -1,06 | 1,06 |
| | 3-4 | 3,75 | 1,01 | 1,12 | 1,07 | -1,91 | 1,88 | 0,51 | 0,57 | 0,54 | -0,96 | 0,95 |
| | 4-5 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | -1,89 | 1,89 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | -0,96 | 0,96 |
| | 5-6 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | -1,89 | 1,89 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | -0,96 | 0,96 |
| | 6-7 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 1,07 | -1,89 | 1,89 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | -0,96 | 0,96 |
| | 7-8 | 3,75 | 1,01 | 1,07 | 0,75 | -1,88 | 1,81 | 0,51 | 0,54 | 0,38 | -1 | 0,91 |
| | | | | Sous G | | | | Sous P | | | | |

Efforts normaux dans les poteaux des portiques transvers.

| Niveau | Poteau | N (t) | N cumulé | N | N ^C | N | N ^C | N | N ^C |
|--------|--------|-------|----------|--------|------------------------|--------|----------------|--------|----------------|
| VII | 1 | 6,92 | 6,92 | 0,82 | 0,82 | 4,63 | 4,63 | 0,38 | 0,38 |
| | 2 | 8,39 | 8,39 | 0,91 | 0,91 | 5,52 | 5,52 | 0,45 | 0,45 |
| | 3 | 8,39 | 8,39 | 0,91 | 0,91 | 5,52 | 5,52 | 0,45 | 0,45 |
| | 4 | 6,92 | 6,92 | 0,82 | 0,82 | 4,63 | 4,63 | 0,38 | 0,38 |
| VI | 1 | 5,75 | 14,26 | 3,89 | 4,71 | 3,29 | 9,51 | 1,91 | 2,29 |
| | 2 | 7,18 | 17,16 | 4,71 | 5,62 | 4,2 | 14,31 | 2,31 | 2,76 |
| | 3 | 7,18 | 17,16 | 4,71 | 5,62 | 4,2 | 14,31 | 2,31 | 2,76 |
| | 4 | 5,75 | 14,26 | 3,89 | 4,71 | 3,29 | 9,51 | 1,91 | 2,29 |
| V | 1 | 5,75 | 21,6 | 3,89 | 8,6 | 3,29 | 14,39 | 1,91 | 4,2 |
| | 2 | 7,18 | 25,93 | 4,71 | 10,33 | 4,2 | 17,11 | 2,31 | 5,08 |
| | 3 | 7,18 | 25,93 | 4,71 | 10,33 | 4,2 | 17,11 | 2,31 | 5,08 |
| | 4 | 5,75 | 21,6 | 3,89 | 8,6 | 3,29 | 14,39 | 1,91 | 4,2 |
| IV | 1 | 5,75 | 28,94 | 3,89 | 12,49 | 3,29 | 19,27 | 1,91 | 6,11 |
| | 2 | 7,18 | 34,7 | 4,71 | 15,04 | 4,2 | 22,91 | 2,31 | 7,4 |
| | 3 | 7,18 | 34,7 | 4,71 | 15,04 | 4,2 | 22,91 | 2,31 | 7,4 |
| | 4 | 5,75 | 28,94 | 3,89 | 12,49 | 3,29 | 19,27 | 1,91 | 6,11 |
| III | 1 | 5,75 | 36,28 | 3,89 | 16,38 | 3,29 | 24,15 | 1,91 | 8,02 |
| | 2 | 7,18 | 43,47 | 4,71 | 19,75 | 4,2 | 28,71 | 2,31 | 9,72 |
| | 3 | 7,18 | 43,47 | 4,71 | 19,75 | 4,2 | 28,71 | 2,31 | 9,72 |
| | 4 | 5,75 | 36,28 | 3,89 | 16,38 | 3,29 | 24,15 | 1,91 | 8,02 |
| II | 1 | 5,75 | 43,62 | 3,89 | 20,27 | 3,29 | 29,03 | 1,91 | 9,93 |
| | 2 | 7,18 | 52,24 | 4,71 | 24,46 | 4,2 | 34,51 | 2,31 | 12,04 |
| | 3 | 7,18 | 52,24 | 4,71 | 24,46 | 4,2 | 34,51 | 2,31 | 12,04 |
| | 4 | 5,75 | 43,62 | 3,89 | 20,27 | 3,29 | 29,03 | 1,91 | 9,93 |
| I | 1 | 3,43 | 48,64 | 3,89 | 24,16 | 3,30 | 33,92 | 1,91 | 11,84 |
| | 2 | 5,94 | 59,77 | 4,71 | 29,17 | 4,2 | 40,3 | 2,31 | 14,35 |
| | 3 | 5,94 | 59,77 | 4,71 | 29,17 | 4,2 | 40,3 | 2,31 | 14,35 |
| | 4 | 3,43 | 48,64 | 3,90 | 24,16 | 3,30 | 33,92 | 1,91 | 11,84 |
| | | | sous G | sous P | | sous G | | sous P | |
| | | | | | portique intermédiaire | | | | |
| | | | | | portique de rive. | | | | |

Effort normal dans les poteaux du portique longitudinal
intermediaire

| N ^o | pot. | N | N _C | N ^o | pot. | N | N _C |
|----------------|------|------|----------------|----------------|------|------|----------------|
| VII | 1 | 4,24 | 4,24 | III | 1 | 3,49 | 24,28 |
| | 2 | 8,11 | 8,11 | | 2 | 6,97 | 42,54 |
| | 3 | 8,39 | 8,39 | | 3 | 7,11 | 43,18 |
| | 4 | 7,92 | 7,92 | | 4 | 6,69 | 44,05 |
| | 5 | 7,88 | 7,88 | | 5 | 6,68 | 40,96 |
| | 6 | 7,88 | 7,88 | | 6 | 6,68 | 40,96 |
| | 7 | 7,88 | 7,88 | | 7 | 6,54 | 40,39 |
| | 8 | 3,94 | 3,94 | | 8 | 3,48 | 24,12 |
| VI | 1 | 3,57 | 9,04 | II | 1 | 3,49 | 29,36 |
| | 2 | 6,96 | 16,66 | | 2 | 6,97 | 50,79 |
| | 3 | 7,1 | 17,08 | | 3 | 7,11 | 51,18 |
| | 4 | 6,7 | 16,21 | | 4 | 6,69 | 49,33 |
| | 5 | 6,68 | 16,15 | | 5 | 6,68 | 49,23 |
| | 6 | 6,68 | 16,15 | | 6 | 6,68 | 49,23 |
| | 7 | 6,53 | 16 | | 7 | 6,54 | 48,52 |
| | 8 | 3,48 | 9,01 | | 8 | 3,48 | 29,19 |
| V | 1 | 3,49 | 14,12 | I | 1 | 3,52 | 14,47 |
| | 2 | 6,97 | 25,22 | | 2 | 6,95 | 59,44 |
| | 3 | 7,11 | 25,78 | | 3 | 7,1 | 60,57 |
| | 4 | 6,69 | 24,49 | | 4 | 6,7 | 57,62 |
| | 5 | 6,68 | 24,42 | | 5 | 6,68 | 57,50 |
| | 6 | 6,68 | 24,42 | | 6 | 6,68 | 57,50 |
| | 7 | 6,54 | 24,13 | | 7 | 6,53 | 56,44 |
| | 8 | 3,48 | 14,08 | | 8 | 3,49 | 14,77 |
| IV | 1 | 3,49 | 19,2 | Sous G | | | |
| | 2 | 6,97 | 33,78 | | | | |
| | 3 | 7,11 | 34,48 | | | | |
| | 4 | 6,69 | 32,77 | | | | |
| | 5 | 6,68 | 32,69 | | | | |
| | 6 | 6,68 | 32,69 | | | | |
| | 7 | 6,54 | 32,26 | | | | |
| | 8 | 3,48 | 19,15 | | | | |

| N ^o | pot. | N | N _C | N ^o | pot. | N | N _C |
|----------------|------|------|----------------|----------------|------|------|----------------|
| VII | 1 | 0,46 | 0,46 | III | 1 | 2,24 | 9,44 |
| | 2 | 0,89 | 0,89 | | 2 | 4,47 | 18,77 |
| | 3 | 0,92 | 0,92 | | 3 | 4,56 | 19,16 |
| | 4 | 0,87 | 0,87 | | 4 | 4,29 | 18,04 |
| | 5 | 0,86 | 0,86 | | 5 | 4,28 | 17,98 |
| | 6 | 0,86 | 0,86 | | 6 | 4,28 | 17,98 |
| | 7 | 0,84 | 0,84 | | 7 | 4,19 | 17,59 |
| | 8 | 0,46 | 0,46 | | 8 | 2,23 | 9,38 |
| III | 1 | 2,26 | 2,72 | II | 1 | 2,24 | 11,68 |
| | 2 | 4,47 | 5,36 | | 2 | 4,47 | 24,24 |
| | 3 | 4,56 | 5,48 | | 3 | 4,56 | 23,72 |
| | 4 | 4,30 | 5,17 | | 4 | 4,29 | 22,33 |
| | 5 | 4,28 | 5,14 | | 5 | 4,28 | 22,26 |
| | 6 | 4,28 | 5,14 | | 6 | 4,28 | 22,26 |
| | 7 | 4,18 | 5,02 | | 7 | 4,19 | 21,78 |
| | 8 | 2,23 | 2,69 | | 8 | 2,23 | 11,61 |
| II | 1 | 2,24 | 4,96 | I | 1 | 2,25 | 13,93 |
| | 2 | 4,47 | 9,83 | | 2 | 4,46 | 27,7 |
| | 3 | 4,56 | 10,04 | | 3 | 4,56 | 28,28 |
| | 4 | 4,29 | 9,46 | | 4 | 4,30 | 26,63 |
| | 5 | 4,28 | 9,42 | | 5 | 4,28 | 26,54 |
| | 6 | 4,28 | 9,42 | | 6 | 4,28 | 26,54 |
| | 7 | 4,19 | 9,21 | | 7 | 4,18 | 25,96 |
| | 8 | 2,23 | 4,92 | | 8 | 2,23 | 13,84 |
| III | 1 | 2,24 | 7,2 | Sous P | | | |
| | 2 | 4,47 | 14,3 | | | | |
| | 3 | 4,56 | 14,6 | | | | |
| | 4 | 4,29 | 13,75 | | | | |
| | 5 | 4,28 | 13,7 | | | | |
| | 6 | 4,28 | 13,7 | | | | |
| | 7 | 4,19 | 13,4 | | | | |
| | 8 | 2,23 | 7,15 | | | | |

Effort normal dans les poteaux du portique longitudinal
de rive.

| Ni° | pot. | N | N ^c | Ni° | pot. | N | N ^c |
|-----|------|------|----------------|--------|------|------|----------------|
| III | 1 | 2,32 | 2,32 | III | 1 | 1,98 | 16,61 |
| | 2 | 4,36 | 4,36 | | 2 | 3,88 | 26,24 |
| | 3 | 4,51 | 4,51 | | 3 | 3,96 | 26,71 |
| | 4 | 4,34 | 4,34 | | 4 | 3,79 | 25,87 |
| | 5 | 4,32 | 4,32 | | 5 | 3,78 | 25,8 |
| | 6 | 4,32 | 4,32 | | 6 | 3,78 | 25,8 |
| | 7 | 4,17 | 4,17 | | 7 | 3,7 | 25,33 |
| | 8 | 2,30 | 2,30 | | 8 | 1,97 | 16,55 |
| II | 1 | 1,99 | 5,9 | II | 1 | 1,98 | 20,18 |
| | 2 | 3,88 | 9,83 | | 2 | 3,88 | 31,71 |
| | 3 | 3,96 | 10,06 | | 3 | 3,96 | 32,26 |
| | 4 | 3,8 | 9,73 | | 4 | 3,79 | 31,95 |
| | 5 | 3,78 | 9,69 | | 5 | 3,78 | 31,17 |
| | 6 | 3,78 | 9,69 | | 6 | 3,78 | 31,17 |
| | 7 | 3,7 | 9,46 | | 7 | 3,7 | 30,62 |
| | 8 | 1,98 | 5,87 | | 8 | 1,97 | 20,14 |
| I | 1 | 1,98 | 9,47 | I | 1 | 1,99 | 23,76 |
| | 2 | 3,88 | 15,3 | | 2 | 3,88 | 36,54 |
| | 3 | | | | 3 | | |
| | 4 | | | | 4 | 3,8 | 16,64 |
| | 5 | 3,78 | 15,06 | | 5 | 3,78 | 36,54 |
| | 6 | 3,78 | 15,06 | | 6 | 3,78 | 36,54 |
| | 7 | 3,7 | 14,75 | | 7 | 3,7 | 35,91 |
| | 8 | 1,97 | 9,43 | | 8 | 1,98 | 23,68 |
| III | 1 | 1,98 | 13,04 | Sous G | | | |
| | 2 | 3,88 | 20,77 | | | | |
| | 3 | 3,96 | 21,16 | | | | |
| | 4 | 3,79 | 20,149 | | | | |
| | 5 | 3,78 | 20,143 | | | | |
| | 6 | 3,78 | 20,143 | | | | |
| | 7 | 3,7 | 20,104 | | | | |
| | 8 | 1,97 | 12,99 | | | | |

| Ni° | pot. | N | N ^c | Ni° | pot. | N | N ^c |
|-----|------|------|----------------|--------|------|------|----------------|
| III | 1 | 0,20 | 0,20 | III | 1 | 1 | 4,2 |
| | 2 | 0,39 | 0,39 | | 2 | 1,97 | 8,27 |
| | 3 | 0,41 | 0,41 | | 3 | 2,01 | 8,45 |
| | 4 | 0,38 | 0,38 | | 4 | 1,92 | 8,06 |
| | 5 | 0,38 | 0,38 | | 5 | 1,92 | 8,06 |
| | 6 | 0,38 | 0,38 | | 6 | 1,92 | 8,06 |
| | 7 | 0,36 | 0,36 | | 7 | 1,88 | 7,88 |
| | 8 | 0,20 | 0,20 | | 8 | 1 | 4,20 |
| II | 1 | 1 | 1,2 | II | 1 | 1 | 5,20 |
| | 2 | 1,97 | 2,36 | | 2 | 1,97 | 10,24 |
| | 3 | 2,01 | 2,42 | | 3 | 2,01 | 10,46 |
| | 4 | 1,92 | 2,3 | | 4 | 1,92 | 9,98 |
| | 5 | 1,92 | 2,3 | | 5 | 1,92 | 9,98 |
| | 6 | 1,92 | 2,3 | | 6 | 1,92 | 9,98 |
| | 7 | 1,88 | 2,24 | | 7 | 1,88 | 9,76 |
| | 8 | 1 | 1,20 | | 8 | 1 | 5,20 |
| I | 1 | 1 | 2,2 | I | 1 | 1,01 | 6,27 |
| | 2 | 1,97 | 4,33 | | 2 | 1,97 | 12,21 |
| | 3 | 2,01 | 4,43 | | 3 | 2,01 | 12,47 |
| | 4 | 1,92 | 4,22 | | 4 | 1,92 | 11,9 |
| | 5 | 1,92 | 4,22 | | 5 | 1,92 | 11,9 |
| | 6 | 1,92 | 4,22 | | 6 | 1,92 | 11,9 |
| | 7 | 1,88 | 4,12 | | 7 | 1,87 | 11,63 |
| | 8 | 1 | 2,20 | | 8 | 1 | 6,20 |
| III | 1 | 1 | 3,2 | Sous P | | | |
| | 2 | 1,97 | 6,3 | | | | |
| | 3 | 2,01 | 6,44 | | | | |
| | 4 | 1,92 | 6,14 | | | | |
| | 5 | 1,92 | 6,14 | | | | |
| | 6 | 1,92 | 6,14 | | | | |
| | 7 | 1,88 | 6 | | | | |
| | 8 | 1 | 3,20 | | | | |

S'UPERPOSITION

DES

S'OLLICITATIONS'

SUPERPOSITION DES SOLLICITATIONS

Dans la justification de calcul relative à l'équilibre statique, à la résistance et à la stabilité de forme, on prend en compte les sollicitations dites sollicitations totales pondérées.
 La sollicitation pondérée du 1^{er} genre à considérer sera : $G+1,2P$
 La sollicitation du 2^e genre à considérer sera : $G+P+SI$

Donc les quels :

- G : sollicitation due à la charge permanente.
- P : sollicitation due aux surcharges d'exploitation, y compris les majoration éventuelles pour les effets dynamiques.
- SI : sollicitation due au séisme.

Les combinaisons à considérer sont les suivantes :

pour les pontes : $\begin{cases} G+1,2P & 1^{\text{er}} \text{ genre} \\ G+P \pm (SH) \text{ et } 0,8G \pm SI & 2^{\text{e}} \text{ genre} \end{cases}$

pour les poteaux : $\begin{cases} G+1,2P & 1^{\text{er}} \text{ genre} \\ G+P \pm 1,2SH \text{ et } 0,8G \pm SH & 2^{\text{e}} \text{ genre} \end{cases}$

Remarque : les combinaisons du 2^e genre sont données par le RPA 81.

Moment en travée (Art. A12 du CCBA 68)

Pour déterminer les moments en travée, on trace la courbe des moments de la travée indépendante complète de portée l avec les charges permanentes G , puis avec les charges permanentes et les surcharges et puis on prend comme ligne de fermeture.

pour les moments positifs celle qui joint les moments d'appuis minimum en valeurs absolues.

pour les moments négatifs celle qui joint les moments d'appuis maximum en valeurs absolues.

et ceci dans chaque cas de charges en supposant que les surcharges peuvent être indépendantes les unes des autres.

EXEMPLE : soit à calculer le moment en travée pour $G+1,2P$
 on commence à calculer le moment iso statique

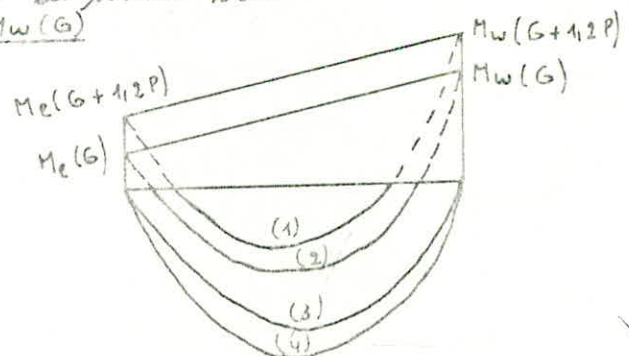
M_0 pour $G+1,2P$, le moment en travée sera :

$$M_t = M_0(G+1,2P) - \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2}$$

Moment en appui :

$$M_a = M_a(G) + M_a(1,2P)$$

Tous les calculs seront fait sous forme de tableaux.



- (1) : $M_0(G) + M_a(G+1,2P)$
- (2) : $M_0(G+1,2P) + M_a(G)$
- (3) : $M_0(G)$
- (4) : $M_0(G+1,2P)$

Moment en travée sous G+1.2P
poutres des portiques transversaux.

| Niv. | travée | $\frac{M_e + M_w}{2}$ | q G+1.2P | M ₀ G+1.2P | M _e G+1.2P | Niv. | travée | $\frac{M_e + M_w}{2}$ | q G+1.2P | M ₀ G+1.2P | M _e G+1.2P |
|------------------------------|--------|-----------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------|-----------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| VII | 1-2 | 2,44 | 2 | 6,13 | 3,69 | VII | 1-2 | 3,65 | 3,09 | 9,46 | 5,81 |
| | 2-3 | 1,69 | 1,07 | 0,74 | -0,95 | | 2-3 | 2,55 | 1,76 | 1,22 | -1,33 |
| | 3-4 | 2,44 | 2 | 6,13 | 3,69 | | 3-4 | 3,65 | 3,09 | 9,46 | 5,81 |
| VI | 1-2 | 1,98 | 2,22 | 6,80 | 4,82 | III | 1-2 | 3,45 | 4,15 | 12,71 | 9,26 |
| | 2-3 | 1,04 | 1,33 | 0,92 | -0,12 | | 2-3 | 1,77 | 2,30 | 1,59 | -0,18 |
| | 3-4 | 1,98 | 2,22 | 6,80 | 4,82 | | 3-4 | 3,45 | 4,15 | 12,71 | 9,26 |
| V III III II | 1-2 | 2 | 2,22 | 6,80 | 4,8 | V III III II | 1-2 | 3,48 | 4,15 | 12,71 | 9,23 |
| | 2-3 | 1,02 | 1,33 | 0,92 | -0,1 | | 2-3 | 1,74 | 2,30 | 1,59 | -0,15 |
| | 3-4 | 2 | 2,22 | 6,80 | 4,8 | | 3-4 | 3,48 | 4,15 | 12,71 | 9,23 |
| I | 1-2 | 1,96 | 2,22 | 6,80 | 4,84 | I | 1-2 | 3,42 | 4,15 | 12,71 | 9,29 |
| | 2-3 | 1,06 | 1,33 | 0,92 | -0,14 | | 2-3 | 1,81 | 2,30 | 1,59 | -0,22 |
| | 3-4 | 1,96 | 2,22 | 6,80 | 4,84 | | 3-4 | 3,42 | 4,15 | 12,71 | 9,29 |
| portique transversal de rive | | | | | | portique transversal interm. | | | | | |

Moment en travée sous G+1.2P des poutres du portique longitudinal intermédiaire

| Niv. | travée | $\frac{M_e + M_w}{2}$ | q | M ₀ | M _e | Niv. | travée | $\frac{M_e + M_w}{2}$ | q | M ₀ | M _e |
|------|--------|-----------------------|------|----------------|----------------|------|--------|-----------------------|------|----------------|----------------|
| VII | 1-2 | 1,92 | 2,38 | 4,18 | 2,26 | I | 1-2 | 1,66 | 3,15 | 5,54 | 3,88 |
| | 2-3 | 2,61 | 2,49 | 5,16 | 2,55 | | 2-3 | 2,23 | 3,3 | 6,83 | 4,6 |
| | 3-4 | 2,3 | 2,38 | 4,18 | 2,88 | | 3-4 | 1,92 | 3,15 | 5,54 | 3,62 |
| | 4-5 | 2,22 | " | " | 4,96 | | 4-5 | 1,89 | " | " | 3,65 |
| | 5-6 | " | " | " | " | | 5-6 | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | | 6-7 | " | " | " | " |
| | 7-8 | 1,59 | " | " | 2,59 | | 7-8 | 1,63 | " | " | 3,91 |
| VI | 1-2 | 1,67 | 3,15 | 5,54 | 3,87 | I | 1-2 | 1,66 | " | " | 3,88 |
| | 2-3 | 2,23 | 3,3 | 6,83 | 4,6 | | 2-3 | 2,23 | 3,3 | 6,83 | 4,6 |
| | 3-4 | 1,94 | 3,15 | 5,54 | 3,6 | | 3-4 | 1,94 | 3,15 | 5,54 | 3,6 |
| | 4-5 | 1,89 | " | " | 3,65 | | 4-5 | 1,89 | " | " | 3,65 |
| | 5-6 | " | " | " | " | | 5-6 | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | | 6-7 | " | " | " | " |
| | 7-8 | 1,62 | " | " | 3,92 | | 7-8 | 1,61 | " | " | 3,93 |

Moment en travée sous G+1,2P des poutres du portique longitudinal de rive

| Niv. | travée | $M_e + M_w$ 2 | q | M_0 | M_t | Niv. | travée | $M_e + M_w$ 2 | q | M_0 | M_t |
|------|--------|------------------|------|-------|-------|------|--------|------------------|------|-------|-------|
| VII | 1-2 | 1,05 | 1,27 | 2,23 | 1,18 | I | 1-2 | 0,94 | 1,62 | 2,85 | 1,91 |
| | 2-3 | 1,4 | 1,29 | 2,67 | 1,27 | | 2-3 | 1,23 | 1,65 | 3,42 | 2,19 |
| | 3-4 | 1,26 | 1,27 | 2,23 | 0,97 | | 3-4 | 1,09 | 1,62 | 2,85 | 1,76 |
| | 4-5 | 1,22 | " | " | 1,01 | | 4-5 | 1,07 | " | " | 1,78 |
| | 5-6 | " | " | " | " | | 5-6 | " | " | " | " |
| | 6-7 | 1,23 | " | " | 1 | | 6-7 | " | " | " | " |
| | 7-8 | 1,02 | " | " | 1,21 | | 7-8 | 0,92 | " | " | 1,93 |
| | 8-9 | " | " | " | " | | 8-9 | " | " | " | " |
| VI | 1-2 | 0,94 | 1,62 | 2,85 | 1,91 | I | 1-2 | 0,94 | 1,62 | " | 1,91 |
| | 2-3 | 1,23 | 1,65 | 3,42 | 2,19 | | 2-3 | 1,23 | 1,65 | 3,42 | 2,19 |
| | 3-4 | 1,1 | 1,62 | 2,85 | 1,75 | | 3-4 | 1,1 | 1,62 | 2,85 | 1,75 |
| | 4-5 | 1,07 | " | " | 1,78 | | 4-5 | 1,07 | " | " | 1,78 |
| | 5-6 | 1,07 | " | " | " | | 5-6 | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | | 6-7 | " | " | " | " |
| | 7-8 | 0,92 | " | " | 1,93 | | 7-8 | 0,92 | " | " | 1,93 |
| | 8-9 | " | " | " | " | | 8-9 | " | " | " | " |

Moment fléchissant dans les poutres du portique transversal intermédiaire

| Séisme | No. | G | | P | | G+1,2P | | \vec{S}_H | | | \overleftarrow{S}_H | | | $0,8G + \vec{S}_H$ | | | $0,8G + \overleftarrow{S}_H$ | | | $G+P + \vec{S}_H$ | | | $G+P + \overleftarrow{S}_H$ | | | | | | |
|--------|-----|------|------|-------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|--------------------|--------|-------|------------------------------|-------|-------|-------------------|--------|-------|-----------------------------|-------|-------|----|----|----|--|
| | | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | |
| VII | 1-2 | 4,12 | 3,18 | -0,47 | 0,21 | -4,68 | 3,43 | 1,57 | 2,47 | 0,13 | 2,57 | 2,17 | -0,3 | -1,73 | -4,71 | 4,04 | -4,87 | -0,37 | 3,44 | -3,02 | -5,56 | 5,93 | -6,16 | -1,22 | 5,93 | | | | |
| | 2-3 | 2,55 | 2,55 | -0,23 | -0,29 | -2,9 | -2,9 | 3,21 | 3,21 | 0 | -3,21 | 3,21 | 0 | 1,17 | -5,25 | -1,18 | -5,25 | 1,17 | -1,18 | 0,37 | -6,05 | -1,36 | -6,05 | 0,37 | -1,36 | | | | |
| | 3-4 | 3,19 | 4,12 | -0,21 | -0,47 | -3,43 | -4,68 | 2,17 | 1,57 | -0,3 | -2,17 | 1,57 | 0,3 | -0,37 | -4,87 | 3,44 | -4,71 | -1,73 | 4,04 | -1,22 | -6,16 | 5,93 | -5,56 | -3,02 | 5,93 | | | | |
| VI | 1-2 | 3,65 | 3,24 | -2,46 | -2,19 | -6,6 | -5,87 | 2,87 | 3,65 | 0,39 | -2,87 | 3,65 | -0,39 | -0,05 | -6,24 | 3,24 | -5,79 | 1,06 | 2,46 | -3,24 | -9,08 | 8,7 | -8,98 | -1,78 | 8,7 | | | | |
| | 2-3 | 1,77 | 1,77 | -1,17 | -1,17 | -3,18 | -3,18 | 5,84 | 5,84 | 0 | -5,84 | 5,84 | 0 | 4,42 | -7,26 | -0,67 | -7,26 | 4,42 | -0,67 | 2,96 | -8,78 | -0,29 | -8,78 | 2,96 | -0,29 | | | | |
| | 3-4 | 3,24 | 3,65 | -2,19 | -2,46 | -5,87 | -6,6 | 3,65 | 2,87 | -0,39 | -3,65 | 2,87 | 0,39 | -1,06 | -5,79 | 2,46 | -6,24 | -0,05 | 3,24 | -1,78 | -8,98 | 7,92 | -9,08 | -3,24 | 7,92 | | | | |
| V | 1-2 | 3,65 | 3,28 | -2,48 | -2,22 | -6,65 | -5,95 | 3,64 | 3,93 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 0,70 | -6,55 | 2,97 | -6,58 | 1,34 | 2,67 | -2,71 | -9,43 | 8,43 | -9,79 | -1,57 | 8,43 | | | | |
| | 2-3 | 1,74 | 1,74 | -1,14 | -1,14 | -3,11 | -3,11 | 7,42 | 7,42 | 0 | -7,42 | 7,42 | 0 | 6,03 | -8,81 | -0,65 | -8,81 | 6,03 | -0,65 | 4,54 | -10,10 | -0,26 | -10,30 | 4,54 | -0,26 | | | | |
| | 3-4 | 3,28 | 3,65 | -2,22 | -2,48 | -5,95 | -6,65 | 3,93 | 3,64 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 0,70 | -6,58 | 2,97 | -6,55 | 1,34 | 2,67 | -2,71 | -9,43 | 8,43 | -9,79 | -1,57 | 8,43 | | | | |
| IV | 1-2 | 3,65 | 3,28 | -2,48 | -2,22 | -6,65 | -5,95 | 3,64 | 3,93 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 1,62 | -7,25 | 2,86 | -7,50 | 2,01 | 2,78 | -1,59 | -10,13 | 8,32 | -10,74 | -0,87 | 8,32 | | | | |
| | 2-3 | 1,74 | 1,74 | -1,14 | -1,14 | -3,11 | -3,11 | 7,42 | 7,42 | 0 | -7,42 | 7,42 | 0 | 7,71 | -10,63 | -0,65 | -10,63 | 7,71 | -0,65 | 6,42 | -12,18 | -0,26 | -12,18 | 6,42 | -0,26 | | | | |
| | 3-4 | 3,28 | 3,65 | -2,22 | -2,48 | -5,95 | -6,65 | 3,93 | 3,64 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 2,01 | -7,50 | 2,86 | -7,25 | 1,62 | 2,86 | -4,87 | -10,74 | 8,24 | -10,13 | -1,57 | 8,24 | | | | |
| III | 1-2 | 3,65 | 3,28 | -2,48 | -2,22 | -6,65 | -5,95 | 3,64 | 3,93 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 2,26 | -7,16 | 2,59 | -8,14 | 2,12 | 3,05 | -0,95 | -10,24 | 8,05 | -11,35 | -0,76 | 8,05 | | | | |
| | 2-3 | 1,74 | 1,74 | -1,14 | -1,14 | -3,11 | -3,11 | 7,42 | 7,42 | 0 | -7,42 | 7,42 | 0 | 9,24 | -11,93 | -0,65 | -11,93 | 9,24 | -0,65 | 7,72 | -13,18 | -0,26 | -13,18 | 7,72 | -0,26 | | | | |
| | 3-4 | 3,28 | 3,65 | -2,22 | -2,48 | -5,95 | -6,65 | 3,93 | 3,64 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 2,12 | -8,14 | 2,59 | -7,16 | 2,26 | 2,59 | -0,76 | -11,35 | 8,51 | -10,24 | -0,95 | 8,51 | | | | |
| II | 1-2 | 3,65 | 3,28 | -2,48 | -2,22 | -6,65 | -5,95 | 3,64 | 3,93 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 2,77 | -9,30 | 3,34 | -8,65 | 4,06 | 2,33 | -0,44 | -12,18 | 8,77 | -14,86 | -1,18 | 8,77 | | | | |
| | 2-3 | 1,74 | 1,74 | -1,14 | -1,14 | -3,11 | -3,11 | 7,42 | 7,42 | 0 | -7,42 | 7,42 | 0 | 10,25 | -13,03 | -0,65 | -13,03 | 10,25 | -0,65 | 8,76 | -14,52 | -0,26 | -14,52 | 8,76 | -0,26 | | | | |
| | 3-4 | 3,28 | 3,65 | -2,22 | -2,48 | -5,95 | -6,65 | 3,93 | 3,64 | 0,15 | -3,64 | 3,93 | -0,15 | 4,06 | -8,65 | 2,33 | -9,30 | 2,77 | 3,34 | -1,18 | -14,86 | 7,79 | -12,18 | -0,44 | 7,79 | | | | |
| I | 1-2 | 3,64 | 3,19 | -2,45 | -2,16 | -6,57 | -5,78 | 6,15 | 5,14 | -0,54 | -6,15 | 5,14 | 0,54 | 3,24 | -7,69 | 0,07 | -9,06 | 2,59 | 1,09 | 0,06 | -10,49 | 4,95 | -12,24 | -0,21 | 4,95 | | | | |
| | 2-3 | 1,81 | 1,81 | -1,19 | -1,19 | -3,24 | -3,24 | 12,55 | 12,55 | 0 | -12,55 | 12,55 | 0 | 11,10 | -14 | -0,18 | -14 | 11,10 | -0,18 | 9,55 | -15,55 | 0,32 | -15,55 | 9,55 | 0,32 | | | | |
| | 3-4 | 3,19 | 3,64 | -2,16 | -2,45 | -5,78 | -6,57 | 5,14 | 6,15 | -0,54 | -6,15 | 5,14 | 0,54 | 2,59 | -9,06 | 1,09 | -7,69 | 3,24 | 0,07 | -0,21 | -12,24 | 5,97 | -10,49 | 0,06 | 5,97 | | | | |

- 53 -

Moment fléchissant dans les poutres du pontique transversal de rive

- 15 -

| Solllicitations | | G | | P | | G+1,2P | | $\bar{S}H$ | | | $\overleftarrow{S}H$ | | | 0,8G + $\bar{S}H$ | | | 0,8G + $\overleftarrow{S}H$ | | | G + P + $\bar{S}H$ | | | G + P + $\overleftarrow{S}H$ | | | |
|-----------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|-------|
| Ni. | travaux | M ₀ | M _W | M _e | M _W | M _e | M _W | M _e | M _W | M _e | M _e | M _W | M _e | M _e | M _W | M _e | M _e | M _W | M _e | M _e | M _W | M _e | M _e | M _W | M _e | |
| VII | 1-2 | 2,78 | -2,13 | -0,23 | -0,18 | -3,03 | -2,35 | 1,39 | -2,28 | 0,45 | -1,39 | 2,28 | -0,45 | -0,81 | -3,98 | 2,95 | -3,59 | 0,58 | 2,05 | -1,59 | -4,59 | 4,04 | -4,37 | -0,03 | 3,14 | -1,59 |
| | 2-3 | -1,69 | -1,69 | -0,14 | -0,14 | -1,86 | -1,86 | 2,84 | -2,84 | 0 | -2,84 | 2,84 | 0 | 1,49 | -4,19 | -0,82 | -4,19 | 1,49 | -0,82 | 1,01 | -4,67 | -0,96 | -4,67 | 1,01 | -0,42 | -0,42 |
| | 3-4 | -2,13 | -2,78 | -0,18 | -0,23 | -2,35 | -3,03 | 2,28 | -1,39 | -0,45 | -2,28 | 1,39 | 0,45 | 0,58 | -3,59 | 2,05 | -3,9 | -0,81 | 2,95 | -0,03 | -4,37 | 3,14 | -4,59 | -1,59 | -0,42 | -0,42 |
| VI | 1-2 | -2,1 | -1,85 | -1,21 | -1,04 | -3,55 | -3,14 | 3,07 | -3,82 | 0,38 | -3,07 | 3,82 | -0,38 | 1,39 | -5,30 | 1,62 | -4,75 | 2,34 | 1,24 | -0,24 | -6,74 | 4,74 | -6,38 | 0,99 | 3,98 | -0,18 |
| | 2-3 | -1,04 | -1,04 | -0,57 | -0,57 | -1,73 | -1,73 | 6,27 | -6,27 | 0 | -6,27 | 6,27 | 0 | 5,44 | -7,10 | -0,36 | -7,10 | 5,44 | -0,36 | 4,66 | -7,88 | -0,18 | -7,88 | 4,66 | -0,18 | -0,18 |
| | 3-4 | -1,85 | -2,1 | -1,04 | -1,21 | -3,14 | -3,55 | 3,82 | -3,07 | -0,38 | -3,82 | 3,07 | 0,38 | 2,34 | -4,75 | 1,24 | -5,30 | 1,39 | 1,62 | -0,94 | -6,38 | 3,98 | -6,74 | -0,24 | 4,74 | -0,18 |
| V | 1-2 | -2,11 | -1,88 | -1,21 | -1,09 | -3,56 | -3,19 | 4,10 | -4,10 | 0,01 | -4,10 | 4,10 | -0,01 | 2,41 | -5,64 | 1,62 | -5,79 | 2,61 | 1,60 | 0,78 | -7,08 | 4,35 | -7,42 | 1,14 | 4,33 | -0,16 |
| | 2-3 | -1,02 | -1,02 | -0,56 | -0,56 | -1,69 | -1,69 | 8,35 | -8,35 | 0 | -8,35 | 8,35 | 0 | 7,53 | -9,17 | -0,34 | -9,17 | 7,53 | -0,34 | 6,77 | -9,93 | -0,16 | -9,93 | 6,77 | -0,16 | -0,16 |
| | 3-4 | -1,88 | -2,11 | -1,09 | -1,21 | -3,19 | -3,56 | 4,11 | -4,1 | -0,01 | -4,11 | 4,1 | 0,01 | 2,61 | -5,79 | 1,60 | -5,64 | 2,41 | 1,62 | 1,14 | -7,42 | 4,33 | -7,08 | 0,78 | 4,35 | -0,16 |
| IV | 1-2 | -2,11 | -1,88 | -1,21 | -1,09 | -3,56 | -3,19 | 5,63 | -4,89 | 0,14 | -5,63 | 4,89 | 0,14 | 3,94 | -6,39 | 1,21 | -7,32 | 3,39 | 2,01 | 2,31 | -7,86 | 3,94 | -8,95 | 1,92 | 4,74 | -0,16 |
| | 2-3 | -1,02 | -1,02 | -0,56 | -0,56 | -1,69 | -1,69 | 11,48 | -11,48 | 0 | -11,48 | 11,48 | 0 | 10,66 | -12,30 | -0,34 | -12,30 | 10,66 | -0,34 | 9,90 | -13,06 | -0,16 | -13,06 | 9,90 | -0,16 | -0,16 |
| | 3-4 | -1,88 | -2,11 | -1,09 | -1,21 | -3,19 | -3,56 | 4,83 | -5,63 | 0,14 | -4,83 | 5,63 | -0,14 | 3,39 | -7,32 | 2,01 | -6,39 | 3,94 | 1,21 | 1,92 | -8,95 | 4,74 | -7,86 | 2,31 | 3,94 | -0,16 |
| III | 1-2 | -2,11 | -1,88 | -1,21 | -1,09 | -3,56 | -3,19 | 6,48 | -4,86 | 0,76 | -6,48 | 4,86 | 0,76 | 4,79 | -6,36 | 0,85 | -8,70 | 3,36 | 2,27 | 3,46 | -7,83 | 3,58 | -9,80 | 1,89 | 5,7 | -0,16 |
| | 2-3 | -1,02 | -1,02 | -0,56 | -0,56 | -1,69 | -1,69 | 13,21 | -13,21 | 0 | -13,21 | 13,21 | 0 | 12,39 | -14,02 | -0,34 | -14,02 | 12,39 | -0,34 | 11,63 | -14,79 | -0,16 | -14,79 | 11,63 | -0,16 | -0,16 |
| | 3-4 | -1,88 | -2,11 | -1,09 | -1,21 | -3,19 | -3,56 | 4,96 | -6,48 | 0,76 | -4,96 | 6,48 | -0,76 | 3,36 | -8,70 | 2,37 | -6,36 | 4,79 | 0,85 | 1,89 | -9,80 | 5,7 | -7,83 | 3,16 | 3,58 | -0,16 |
| II | 1-2 | -2,11 | -1,88 | -1,21 | -1,09 | -3,56 | -3,19 | 7,24 | -6,98 | 0,13 | -7,24 | 6,98 | 0,13 | 5,55 | -8,48 | 1,48 | -8,93 | 5,48 | 1,74 | 3,92 | -9,95 | 4,21 | -10,56 | 4,01 | 6,47 | -0,16 |
| | 2-3 | -1,02 | -1,02 | -0,56 | -0,56 | -1,69 | -1,69 | 14,76 | -14,76 | 0 | -14,76 | 14,76 | 0 | 13,94 | -15,58 | -0,34 | -15,58 | 13,94 | -0,34 | 13,18 | -16,34 | -0,16 | -16,34 | 13,18 | -0,16 | -0,16 |
| | 3-4 | -1,88 | -2,11 | -1,09 | -1,21 | -3,19 | -3,56 | 6,98 | -7,24 | 0,13 | -6,98 | 7,24 | -0,13 | 5,48 | -8,93 | 1,74 | -8,48 | 5,55 | 1,48 | 4,01 | -10,56 | 4,47 | -9,95 | 3,92 | 6,47 | -0,16 |
| I | 1-2 | -2,09 | -1,83 | -1,20 | -1,06 | -3,53 | -3,16 | 7,71 | -5,36 | 1,19 | -7,71 | 5,36 | 1,19 | 6,14 | -6,82 | 0,41 | -9,48 | 3,90 | 2,87 | 4,52 | -8,25 | 3,15 | -11,16 | 2,47 | 6,61 | -0,16 |
| | 2-3 | -1,06 | -1,06 | -0,58 | -0,58 | -1,76 | -1,76 | 15,93 | -15,93 | 0 | -15,93 | 15,93 | 0 | 15,08 | -16,78 | -0,38 | -16,78 | 15,09 | -0,38 | 14,29 | -17,57 | -0,16 | -17,57 | 14,29 | -0,16 | -0,16 |
| | 3-4 | -1,83 | -2,09 | -1,06 | -1,20 | -3,16 | -3,53 | 5,36 | -7,71 | 1,19 | -5,36 | 7,71 | -1,19 | 3,90 | -9,48 | 2,87 | -6,82 | 6,14 | 0,41 | 2,47 | -11,16 | 3,15 | -8,25 | 4,52 | 6,61 | -0,16 |

alloment fléchissant dans les poutres du portique longitudinal de rive
(suite)

| Série | | G | | P | | S+1,2P | | SH | | SH | | | 0,8G + SH | | | 0,8G + SH | | | G + P + SH | | | G + P + SH | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|-------|-------|
| Niv. | Point | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | Me | Mw | Me | |
| III | 1-2 | -1,11 | -0,77 | -0,56 | -0,39 | -1,72 | -1,24 | 8,14 | -10,15 | 0,88 | -8,14 | 10,15 | -0,88 | 7,51 | -10,77 | 1,55 | -9,23 | 9,53 | -0,21 | 6,73 | -11,31 | 2,61 | -10,07 | 8,99 | 0,85 |
| | 2-3 | -1,23 | -1,23 | -0,63 | -0,63 | -1,99 | -1,99 | 7,73 | -7,73 | 0 | -7,73 | 7,73 | 0 | 6,8 | -8,76 | 0,70 | -8,76 | 6,80 | 0,44 | 5,92 | -9,64 | 1,96 | -9,64 | 5,92 | 1,96 |
| | 3-4 | -1,07 | -1,11 | -0,54 | -0,56 | -1,72 | -1,72 | 8,09 | -8,14 | 0,11 | -8,09 | 8,14 | -0,11 | 7,33 | -9,29 | 0,65 | -8,95 | 7,51 | 0,43 | 6,48 | -10,07 | 1,69 | -9,7 | 6,43 | 1,47 |
| | 4-5 | " | -1,07 | " | -0,54 | " | -1,72 | " | 8,09 | 0 | " | 8,09 | 0 | " | -8,95 | 0,57 | " | 7,23 | 0,57 | " | -9,7 | 1,6 | " | 6,47 | 1,6 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | 8,07 | " | 0,01 | 8,07 | " | -0,01 | 7,24 | " | 0,58 | -8,93 | " | 0,56 | 6,46 | " | " | -9,68 | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | -8,07 | 0 | " | 8,07 | 0 | " | -8,93 | 0,57 | " | 7,24 | 0,57 | " | -9,68 | " | " | 6,46 | " |
| | 7-8 | -0,77 | " | -0,39 | " | -1,24 | " | 10,15 | " | -1,04 | -10,15 | " | 1,04 | 9,53 | " | -0,35 | -10,77 | " | 1,73 | 8,99 | " | 0,21 | -11,31 | " | 2,61 |
| | 8-9 | -1,11 | -0,77 | -0,56 | -0,39 | -1,72 | -1,24 | 8,14 | -10,15 | 0,88 | -8,14 | 10,15 | -0,88 | 7,51 | -10,77 | 1,55 | -9,23 | 9,53 | -0,21 | 6,73 | -11,31 | 2,61 | -10,07 | 8,99 | 0,85 |
| II | 1-2 | -1,11 | -0,77 | -0,56 | -0,39 | -1,72 | -1,24 | 9,51 | -15,46 | 2,98 | -9,51 | 15,46 | -2,98 | 8,62 | -10,08 | 3,65 | -8,62 | -16,07 | 2,31 | 7,84 | -16,02 | 4,24 | -14,18 | 14,20 | -0,18 |
| | 2-3 | -1,23 | -1,23 | -0,63 | -0,63 | -1,99 | -1,99 | 8,8 | -8,8 | 0 | -8,8 | 8,8 | 0 | 7,82 | -9,78 | 0,70 | -7,82 | -9,78 | 0,70 | 6,94 | -10,06 | 1,26 | -10,66 | 6,94 | 1,96 |
| | 3-4 | -1,07 | -1,11 | -0,54 | -0,56 | -1,72 | -1,72 | 9,16 | -9,57 | 0,18 | -9,16 | 9,57 | -0,18 | 8,30 | -10,4 | 0,72 | -8,30 | -10,4 | 0,36 | 7,55 | -14,18 | 1,26 | -10,72 | 7,84 | 1,4 |
| | 4-5 | " | -1,07 | " | -0,54 | " | -1,72 | " | 9,16 | 0 | " | 9,16 | 0 | 8,30 | -10,02 | 0,57 | " | -10,02 | 0,57 | " | -10,72 | 1,6 | " | 7,55 | 1,6 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | 0 | " | " | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | 0 | " | " | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | -0,77 | " | -0,39 | " | -1,24 | " | 15,46 | " | -3,15 | -15,46 | " | 3,15 | 14,84 | " | " | 14,84 | " | 4 | 14,3 | " | -1,4 | -16,62 | " | 4,9 |
| | 8-9 | -1,11 | -0,77 | -0,56 | -0,39 | -1,72 | -1,24 | 9,81 | -10,32 | 0,26 | -9,81 | 10,32 | -0,26 | 8,91 | -10,92 | 0,93 | -8,91 | -10,92 | 0,41 | 8,12 | -14,25 | 1,99 | -14,5 | 9,13 | 1,47 |
| I | 1-2 | -1,11 | -0,77 | -0,56 | -0,39 | -1,72 | -1,24 | 9,81 | -10,32 | 0,26 | -9,81 | 10,32 | -0,26 | 8,91 | -10,92 | 0,93 | -8,91 | -10,92 | 0,41 | 8,12 | -14,25 | 1,99 | -14,5 | 9,13 | 1,47 |
| | 2-3 | -1,23 | -1,23 | -0,63 | -0,63 | -1,99 | -1,99 | 9,08 | -9,08 | 0 | -9,08 | 9,08 | 0 | 8,10 | -10,06 | 0,70 | -8,10 | -10,06 | 0,70 | 7,22 | -10,94 | 1,96 | -10,94 | 7,22 | 1,96 |
| | 3-4 | -1,07 | -1,11 | -0,54 | -0,56 | -1,72 | -1,72 | 9,45 | -9,81 | 0,18 | -9,45 | 9,81 | -0,18 | 8,59 | -10,71 | 0,72 | -8,59 | -10,71 | 0,36 | 7,84 | -11,5 | 1,75 | -11,06 | 8,12 | 1,33 |
| | 4-5 | " | -1,07 | " | -0,54 | " | -1,72 | " | 9,45 | 0 | " | 9,45 | 0 | " | -10,31 | 0,57 | " | -10,31 | 0,57 | " | -11,06 | 1,6 | " | 7,84 | 1,6 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | 9,5 | " | 0,03 | -9,5 | " | -0,03 | 8,64 | " | 0,55 | 8,64 | " | 0,60 | 7,89 | " | 1,57 | -11,11 | " | 1,63 |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | -9,5 | 0 | " | 9,5 | 0 | " | -10,36 | 0,57 | " | -10,36 | 0,57 | " | -11,11 | " | " | 7,89 | " | |
| | 7-8 | -0,77 | " | -0,39 | " | -1,24 | " | 10,32 | " | -0,41 | -10,32 | " | 0,41 | 9,81 | " | 0,27 | 9,81 | " | 1,11 | 9,30 | " | 1,35 | -11,54 | " | 2,17 |
| | 8-9 | -1,11 | -0,77 | -0,56 | -0,39 | -1,72 | -1,24 | 9,81 | -10,32 | 0,26 | -9,81 | 10,32 | -0,26 | 8,91 | -10,92 | 0,93 | -8,91 | -10,92 | 0,41 | 8,12 | -14,25 | 1,99 | -14,5 | 9,13 | 1,47 |

-56-

moment fléchissant dans les poutres du portique longitudinal intermédiaire
(suite)

| solléit. | | G | | P | | G+1,2P | | \overline{SH} | | | \overline{SH} | | | $0,8G + \overline{SH}$ | | | $0,8G + \overline{SH}$ | | | $G + P + \overline{SH}$ | | | $G + P + \overline{SH}$ | | | |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-----------------|--------|-------|-----------------|-------|-------|------------------------|--------|-------|------------------------|-------|-------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|-------|------|------|
| Niv. | travee | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | Me | Mw | |
| III | 1-2 | -1,95 | -1,37 | -1,27 | -0,88 | -3,47 | -2,43 | 7,83 | -9,46 | 0,82 | -7,83 | 9,46 | -0,82 | 6,27 | -10,56 | 2,00 | -9,39 | 8,36 | 0,36 | 4,61 | -11,71 | 4,29 | -11,05 | 7,21 | 2,65 | |
| | 2-3 | -2,23 | -2,23 | -1,44 | -1,44 | -3,96 | -3,96 | 7,25 | -7,25 | 0 | -7,25 | 7,25 | 0 | 5,47 | -9,03 | 1,30 | -9,03 | 5,47 | 1,30 | 3,58 | -10,92 | 4,11 | -10,92 | 3,58 | 4,11 | |
| | 3-4 | -1,89 | -1,95 | -1,21 | -1,27 | -3,34 | -3,47 | 7,54 | -7,83 | 0,15 | -7,54 | 7,83 | -0,15 | 6,03 | -9,39 | 1,12 | -9,05 | 6,27 | 0,82 | 4,44 | -11,05 | 3,06 | -10,64 | 4,61 | 3,36 | |
| | 4-5 | " | -1,89 | " | -1,21 | " | -3,34 | " | -7,54 | 0 | " | 7,54 | 0 | " | -9,05 | 0,99 | " | 6,03 | 0,99 | " | -10,64 | 3,24 | " | 4,44 | 3,24 | |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | 7,54 | 0 | " | -7,54 | 0 | " | 1,1 | -9,02 | " | 0,97 | 4,41 | " | 3,26 | -10,61 | " | 3,22 | " | |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | -7,51 | 0 | " | 7,51 | 0 | " | " | 0,99 | " | 6 | 0,99 | " | -10,61 | 3,24 | " | 4,41 | 3,24 | |
| | 7-8 | -1,37 | " | -0,88 | " | -2,43 | " | 9,46 | " | -0,88 | -9,46 | 4 | 0,98 | 8,36 | " | 0,22 | -10,56 | " | 2,18 | 7,21 | " | 2,52 | -11,71 | " | 4,48 | 3,24 |
| | 8-9 | -2,23 | -2,23 | -1,44 | -1,44 | -3,96 | -3,96 | 8,20 | -8,2 | 0 | -8,2 | 8,2 | 0 | 6,42 | -9,98 | 1,30 | -9,98 | 6,42 | 1,30 | 5,64 | -16,64 | 6,24 | -12,08 | 12,14 | 0,70 | |
| II | 1-2 | -1,95 | -1,37 | -1,27 | -0,88 | -3,47 | -2,43 | 8,86 | -14,39 | 2,77 | -8,86 | 14,39 | -2,77 | 7,30 | -15,49 | -3,95 | -10,42 | 13,29 | -1,59 | 5,64 | -16,64 | 6,24 | -12,08 | 12,14 | 0,70 | |
| | 2-3 | -2,23 | -2,23 | -1,44 | -1,44 | -3,96 | -3,96 | 8,20 | -8,2 | 0 | -8,2 | 8,2 | 0 | 6,42 | -9,98 | 1,30 | -9,98 | 6,42 | 1,30 | 5,64 | -16,64 | 6,24 | -12,08 | 12,14 | 0,70 | |
| | 3-4 | -1,89 | -1,95 | -1,21 | -1,27 | -3,34 | -3,47 | 8,53 | -8,86 | 0,17 | -8,53 | 8,86 | -0,17 | 7,02 | -10,42 | 1,14 | -10,04 | 7,30 | 0,80 | 5,43 | -11,87 | 4,11 | -11,87 | 4,53 | 4,11 | |
| | 4-5 | " | -1,89 | " | -1,21 | " | -3,34 | " | -8,53 | 0 | " | 8,53 | 0 | " | -10,04 | 0,99 | " | 7,02 | 0,99 | " | -11,63 | 3,24 | " | 5,43 | 3,24 | |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | 0 | " | " | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | 0 | " | " | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | -1,37 | " | -0,88 | " | -2,43 | " | 14,39 | " | 2,77 | -14,39 | " | 2,93 | 13,29 | " | -1,73 | -15,49 | " | 4,13 | 12,14 | " | 0,57 | -16,64 | " | 6,43 | " |
| | 8-9 | -2,23 | -2,23 | -1,44 | -1,44 | -3,96 | -3,96 | 8,5 | -8,50 | 0 | -8,5 | 8,5 | 0 | 6,72 | -10,28 | 1,30 | -10,28 | 6,72 | 1,30 | 4,83 | -12,27 | 4,11 | -12,17 | 4,83 | 4,11 | |
| I | 1-2 | -1,99 | -1,32 | -1,28 | -0,85 | -3,53 | -2,34 | 9,18 | -9,68 | 0,25 | -9,18 | 9,68 | -0,25 | 7,59 | -10,74 | 1,43 | -10,77 | 8,62 | 0,93 | 5,91 | -11,85 | 3,72 | -12,45 | 7,51 | 3,22 | |
| | 2-3 | -2,23 | -2,23 | -1,44 | -1,44 | -3,96 | -3,96 | 8,5 | -8,50 | 0 | -8,5 | 8,5 | 0 | 6,72 | -10,28 | 1,30 | -10,28 | 6,72 | 1,30 | 4,83 | -12,27 | 4,11 | -12,17 | 4,83 | 4,11 | |
| | 3-4 | -1,89 | -1,99 | -1,21 | -1,28 | -3,34 | -3,53 | 8,84 | -9,18 | 0,17 | -8,84 | 9,18 | -0,17 | 7,33 | -10,77 | 1,12 | -10,35 | 7,59 | 0,78 | 5,74 | -12,45 | 3,36 | -11,94 | 5,91 | 3,02 | |
| | 4-5 | " | -1,89 | " | -1,21 | " | -3,34 | " | -8,84 | 0 | " | 8,84 | 0 | " | -10,35 | 0,99 | " | 7,33 | 0,99 | " | -11,94 | 3,24 | " | 5,74 | 3,24 | |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | 8,9 | " | -0,03 | -8,9 | " | 0,03 | 7,39 | " | 0,95 | -10,41 | " | 1,02 | 5,8 | 4 | 3,21 | -1,2 | " | 3,27 | |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | -8,90 | 0 | " | 8,9 | 0 | " | " | 0,99 | " | 7,39 | 0,99 | " | -1,2 | 3,24 | " | 5,80 | 3,24 | | |
| | 7-8 | -1,32 | " | -0,85 | " | -2,34 | " | 9,68 | " | -0,25 | -9,68 | " | 0,25 | 8,62 | " | 0,81 | -10,74 | " | 1,59 | 7,51 | " | 3,13 | -11,85 | " | 3,91 | |
| | 8-9 | -2,23 | -2,23 | -1,44 | -1,44 | -3,96 | -3,96 | 8,5 | -8,50 | 0 | -8,5 | 8,5 | 0 | 6,72 | -10,28 | 1,30 | -10,28 | 6,72 | 1,30 | 4,83 | -12,27 | 4,11 | -12,17 | 4,83 | 4,11 | |

- 58 -

Combinaison des efforts tranchants dans la poutre

| | | Portique transversal 1 | | | | | | Portique transversal 2 | | | | | | | | | | |
|-------|--|------------------------|------|-------|-------|--------|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Sonde | | G+1.2P | | G+P+S | | 0.8G+S | | G+1.2P | | G+P+S | | 0.8G+S | | G+P+S | | 0.8G+S | | |
| | | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw | |
| 1-2 | | 5.81 | 5.09 | 5.48 | 4.27 | 5.75 | 4.24 | 2.96 | 4.44 | 7.41 | 7.91 | 8.02 | 6.96 | 6.50 | 8.50 | 4.78 | 4.47 | 6.30 |
| 2-3 | | 1.25 | 1.25 | 3.65 | 1.19 | 3.65 | 3.33 | 1.51 | 8.33 | 2.08 | 2.09 | 4.77 | 0.69 | 0.69 | 4.77 | 1.25 | 1.25 | 4.21 |
| 3-4 | | 5.09 | 4.81 | 5.75 | 4 | 5.48 | 4.44 | 2.76 | 4.84 | 7.91 | 7.41 | 8.50 | 6.50 | 6.98 | 8.02 | 4.78 | 4.78 | 5.99 |
| 1-2 | | 5.41 | 5.58 | 6.43 | 3.81 | 6.59 | 3.94 | 1.24 | 4.02 | 10.13 | 10.42 | 10.69 | 10.44 | 8.05 | 8.32 | 10.96 | 8.15 | 3.28 |
| 2-3 | | 1.56 | 1.56 | 6.81 | 3.87 | 6.81 | 6.18 | 4.53 | 6.15 | 2.71 | 2.71 | 7.49 | 2.45 | 2.45 | 7.49 | 3.70 | 3.70 | 6.84 |
| 3-4 | | 5.58 | 5.41 | 6.59 | 3.65 | 6.43 | 4.02 | 1.16 | 3.94 | 10.42 | 10.13 | 8.32 | 3.05 | 10.42 | 10.69 | 3.15 | -10.96 | 5.79 |
| 1-2 | | 5.43 | 5.58 | 6.72 | 3.54 | 6.86 | 4.22 | 0.97 | 4.22 | 10.13 | 10.42 | 10.69 | 10.13 | 7.84 | 11.17 | 3.07 | -2.94 | 6.13 |
| 2-3 | | 1.56 | 1.56 | 8.58 | 5.64 | 8.58 | 7.92 | 6.30 | 7.92 | 2.71 | 2.71 | 8.84 | 3.80 | 3.80 | 8.84 | 5.05 | 5.05 | 7.59 |
| 3-4 | | 5.58 | 5.43 | 6.86 | 3.40 | 6.72 | 4.22 | 0.90 | 4.22 | 10.42 | 10.13 | 11.17 | 7.84 | 8.11 | 10.90 | 2.94 | -3.02 | 6 |
| 1-2 | | 5.43 | 5.58 | 7.17 | 3.09 | 7.51 | 4.67 | 0.52 | 4.74 | 10.13 | 10.42 | 11.83 | 7.78 | 7.51 | 11.50 | 2.74 | -2.61 | 6.46 |
| 2-3 | | 1.56 | 1.56 | 11.24 | 8.30 | 11.24 | 10.58 | 8.96 | 10.58 | 2.71 | 2.71 | 10.44 | 5.40 | 5.40 | 10.44 | 6.65 | 6.65 | 9.19 |
| 3-4 | | 5.58 | 5.43 | 7.81 | 2.95 | 7.17 | 4.74 | 0.45 | 4.67 | 10.42 | 10.13 | 11.50 | 7.51 | 7.78 | 11.23 | 2.61 | -2.74 | 6.33 |
| 2-2 | | 5.43 | 5.58 | 7.37 | 2.89 | 7.51 | 4.87 | 0.32 | 4.94 | 10.13 | 10.42 | 11.58 | 7.63 | 7.56 | 11.65 | 2.59 | -2.46 | 6.61 |
| 2-3 | | 1.56 | 1.56 | 12.71 | 9.77 | 12.71 | 12.05 | 10.43 | 12.05 | 2.71 | 2.71 | 11.54 | 6.50 | 6.50 | 11.54 | 7.75 | 7.75 | 10.09 |
| 3-4 | | 5.58 | 5.43 | 7.51 | 2.75 | 7.37 | 4.94 | 0.32 | 4.87 | 10.42 | 10.13 | 11.65 | 7.36 | 7.63 | 11.87 | 2.46 | -2.59 | 6.48 |
| 1-2 | | 5.43 | 5.58 | 7.93 | 2.33 | 8.07 | 5.43 | 0.24 | 5.80 | 10.13 | 10.42 | 11.87 | 7.66 | 7.89 | 12.14 | 2.10 | -1.97 | 7.10 |
| 2-3 | | 1.56 | 1.56 | 14.03 | 11.09 | 14.03 | 13.74 | 11.75 | 13.37 | 2.71 | 2.71 | 12.43 | 7.39 | 7.39 | 12.43 | 8.64 | 8.64 | 11.18 |
| 3-4 | | 5.58 | 5.43 | 8.07 | 2.19 | 7.93 | 5.50 | 0.31 | 5.43 | 10.42 | 10.13 | 12.14 | 7.89 | 7.11 | 11.87 | 1.97 | -2.10 | 6.97 |
| 1-2 | | 5.41 | 5.59 | 7.77 | 2.55 | 7.87 | 5.21 | 0.11 | 5.30 | 7.79 | 8.1 | 9.31 | 5.04 | 7.75 | 9.60 | 0.46 | -0.32 | 5.02 |
| 2-3 | | 1.56 | 1.56 | 7.87 | 2.38 | 7.70 | 5.30 | 0.11 | 5.21 | 3.81 | 3.81 | 14.30 | 7.06 | 7.06 | 14.20 | 8.53 | 8.53 | 12.83 |
| 3-4 | | 5.59 | 5.59 | 15.03 | 12.09 | 15.03 | 14.57 | 12.75 | 14.87 | 8.10 | 7.79 | 9.60 | 4.75 | 5.04 | 9.31 | 0.32 | -0.46 | 4.88 |

0

Combinaison des efforts tranchants dans les poutres

| | | Partique longitudinal D | | | | | | | | | |
|--------|----------|-------------------------|------|-----------|-------|-----------|------|----------|------|----------|------|
| niveau | traverse | G + 1.2P | | G + Q + S | | G + Q + S | | 0.8G + S | | 0.8G + S | |
| | | Te(-) | Tu | Te(-) | Tu | (-)Te | Tu | Te(-) | Tu | Te(-) | Tu |
| 7 | 1-2 | 2.20 | 2.56 | 3.29 | 1.40 | 1.05 | 3.64 | 2.72 | 0.74 | 0.48 | 2.98 |
| | 2-3 | 2.63 | 2.66 | 3.39 | 1.78 | 1.79 | 3.38 | 2.70 | 1.09 | 1.10 | 2.69 |
| | 3-4 | 2.41 | 2.37 | 3.29 | 1.41 | 1.45 | 3.25 | 2.66 | 0.79 | 0.82 | 2.63 |
| | 4-5 | 2.39 | 2.39 | 3.26 | 1.44 | 1.44 | 3.26 | 2.66 | 0.82 | 0.82 | 2.64 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 2.54 | 2.22 | 3.60 | 1.09 | 1.40 | 3.29 | 2.94 | 0.52 | 0.74 | 2.72 |
| 6 | 1-2 | 2.89 | 3.19 | 5.07 | 0.63 | 0.35 | 5.35 | 3.80 | 0.77 | 0.92 | 3.95 |
| | 2-3 | 3.35 | 3.35 | 4.92 | 1.36 | 1.36 | 4.92 | 3.44 | 0.12 | 0.12 | 3.44 |
| | 3-4 | 3.06 | 3.02 | " | 0.78 | 0.82 | 4.88 | 3.58 | 0.55 | 0.52 | 3.55 |
| | 4-5 | 3.04 | 3.04 | 4.86 | 0.84 | 0.84 | 4.86 | 3.52 | 0.50 | 0.50 | 3.52 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 3.18 | 2.91 | 5.30 | 0.41 | 0.66 | 5.05 | 3.90 | 0.87 | 0.74 | 3.77 |
| 5 | 1-2 | 2.89 | 3.18 | 6.10 | -0.41 | 0.69 | 6.37 | 4.83 | 1.81 | 1.95 | 4.97 |
| | 2-3 | 3.35 | 3.35 | 5.75 | 0.53 | 0.53 | 5.75 | 4.27 | 0.95 | 0.85 | 4.27 |
| | 3-4 | 3.05 | 3.02 | 5.86 | -0.17 | 0.14 | 5.83 | 4.52 | 1.50 | 1.48 | 4.56 |
| | 4-5 | 3.04 | 3.04 | 5.80 | -0.10 | 0.10 | 5.80 | 4.46 | 1.44 | 1.44 | 4.46 |
| | 5-6 | 3.04 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 3.17 | 2.91 | 6.31 | -0.61 | 0.37 | 6.07 | 4.92 | 1.89 | 1.66 | 4.29 |
| 4 | 1-2 | 2.89 | 3.18 | 7.14 | -1.45 | 1.72 | 7.41 | 5.87 | 2.85 | 2.99 | 6.01 |
| | 2-3 | 3.35 | 3.35 | 6.51 | -0.23 | 0.23 | 6.51 | 5.03 | 1.71 | 1.71 | 5.03 |
| | 3-4 | 3.05 | 3.02 | 6.74 | -1.05 | 1.02 | 6.71 | 5.40 | 2.38 | 2.36 | 5.38 |
| | 4-5 | 3.04 | 3.04 | 6.66 | -0.96 | 0.96 | 6.66 | 5.32 | 2.30 | 2.20 | 5.32 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 3.17 | 2.91 | 7.33 | -1.63 | 1.39 | 7.09 | 5.94 | 2.91 | 2.78 | 5.81 |
| 3 | 1-2 | 2.89 | 3.18 | 7.75 | -2.06 | 2.33 | 8.02 | 6.48 | 3.46 | 3.60 | 6.52 |
| | 2-3 | 3.35 | 3.35 | 6.96 | -0.66 | 0.68 | 6.96 | 5.48 | 2.16 | 2.16 | 5.48 |
| | 3-4 | 3.05 | 3.02 | 7.26 | -1.57 | 1.54 | 7.23 | 5.92 | 2.90 | 2.88 | 5.90 |
| | 4-5 | 3.04 | 3.04 | 7.17 | -1.47 | 1.47 | 7.17 | 5.83 | 2.81 | 2.81 | 5.83 |
| | 5-6 | " | " | 7.16 | -1.46 | 1.46 | " | 5.82 | 2.80 | 2.80 | 5.82 |
| | 6-7 | " | " | 7.15 | " | " | " | 5.81 | 2.79 | 2.79 | 5.81 |
| | 7-8 | 3.17 | 2.91 | 7.83 | -2.13 | 1.89 | 7.59 | 6.44 | 3.42 | 3.28 | 6.31 |
| 2 | 1-2 | 2.89 | 3.18 | 8.37 | -3.68 | 3.95 | 8.64 | 8.10 | 5.08 | 5.22 | 8.24 |
| | 2-3 | 3.35 | 3.35 | 7.46 | -1.18 | 1.18 | 7.46 | 5.98 | 2.66 | 2.66 | 5.98 |
| | 3-4 | 3.05 | 3.02 | 7.84 | -2.15 | 2.12 | 7.81 | 6.50 | 3.48 | 3.46 | 6.48 |
| | 4-5 | 3.04 | 3.04 | 7.74 | -2.04 | 2.04 | 7.74 | 6.46 | 3.38 | 3.38 | 6.40 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 3.17 | 2.91 | 8.54 | -3.84 | 3.60 | 8.30 | 8.15 | 5.12 | 4.99 | 8.02 |
| 1 | 1-2 | 2.89 | 3.20 | 8.08 | -2.37 | 2.66 | 8.37 | 6.81 | 3.78 | 3.93 | 6.96 |
| | 2-3 | 3.35 | 3.35 | 7.60 | -1.32 | 1.32 | 7.60 | 6.12 | 2.80 | 2.80 | 6.12 |
| | 3-4 | 3.06 | 3.02 | 8.01 | -2.31 | 2.27 | 7.97 | 6.67 | 3.64 | 3.61 | 6.64 |
| | 4-5 | 3.04 | 3.04 | 7.89 | -2.19 | 2.19 | 7.89 | 6.55 | 3.53 | 3.53 | 6.55 |
| | 5-6 | " | " | 7.90 | -2.20 | 2.20 | 7.90 | 6.56 | 3.54 | 3.54 | 6.56 |
| | 6-7 | " | " | " | -2.22 | 2.22 | 7.92 | " | " | 3.56 | 6.58 |
| | 7-8 | 2.12 | 2.22 | 8.27 | 2.52 | 2.31 | 8.01 | 6.77 | 3.74 | 3.71 | 6.71 |

Contribuições das células transversais sobre as juntas.

| | | Portiçoes Longitudinais C | | | | | | | | | |
|--------|---------|---------------------------|------|-----------|-------|-------|-------|----------|-------|----------|------|
| Módulo | Células | G + 1 + 2 + 3 | | G + 2 + 3 | | G + 3 | | 0.80 + 3 | | 0.60 + 3 | |
| | | Te (m) | Tw | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw | Te | Tw |
| 7 | 1-2 | 4.12 | 4.79 | 5.08 | 3.66 | 3.00 | 5.74 | 3.95 | 2.35 | 1.87 | 4.42 |
| | 2-3 | 5.08 | 5.62 | 5.73 | 4.21 | 4.23 | 5.71 | 4.34 | 2.83 | 2.54 | 4.33 |
| | 3-4 | 4.51 | 4.42 | 5.28 | 3.47 | 3.56 | 7.19 | 4.04 | 2.26 | 2.32 | 3.98 |
| | 4-5 | 4.46 | 4.46 | 5.21 | 3.53 | 3.53 | 5.21 | 3.99 | 2.51 | 2.31 | 3.99 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 4.49 | 4.43 | 5.43 | 3.32 | 3.37 | 5.38 | 4.13 | 2.12 | 2.12 | 3.15 |
| | 6 | 1-2 | 5.61 | 6.22 | 7.40 | 3.57 | 3.00 | 7.97 | 4.94 | 0.81 | 0.34 |
| 2-3 | | 6.72 | 6.72 | 7.89 | 4.57 | 4.57 | 7.89 | 4.69 | 1.37 | 1.57 | 4.69 |
| 3-4 | | 5.95 | 5.85 | 7.43 | 3.52 | 3.61 | 7.34 | 4.20 | 0.74 | 0.70 | 4.50 |
| 4-5 | | 5.91 | 5.21 | 5.65 | 3.61 | 3.61 | 7.35 | 4.54 | 0.80 | 0.80 | 5.00 |
| 5-6 | | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 6-7 | | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 7-8 | | 6.16 | 5.64 | 7.87 | 3.07 | 3.55 | 7.39 | 4.94 | 0.2 | | |
| 5 | | 1-2 | 5.62 | 6.18 | 8.37 | 2.57 | 2.05 | 8.89 | 5.70 | -0.37 | 0.02 |
| | 2-3 | 6.72 | 6.72 | 8.66 | 3.80 | 3.80 | 8.66 | 5.46 | 0.60 | 0.60 | 5.46 |
| | 3-4 | 5.93 | 5.86 | 8.30 | 2.64 | 2.70 | 8.24 | 5.48 | -0.14 | 0.12 | 5.46 |
| | 4-5 | 5.91 | 5.91 | 8.29 | 2.67 | 2.67 | 8.29 | 5.48 | -0.14 | 0.14 | 5.48 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 6.76 | 5.66 | 8.89 | 2.07 | 2.53 | 8.43 | 5.96 | -0.62 | 0.40 | 5.14 |
| | 4 | 1-2 | 5.64 | 6.18 | 9.35 | 1.59 | 1.07 | 9.87 | 6.68 | -1.35 | 1.60 |
| 2-3 | | 6.72 | 6.72 | 9.37 | 3.09 | 3.09 | 9.37 | 6.17 | -0.11 | 0.11 | 6.17 |
| 3-4 | | 5.93 | 5.88 | 9.12 | 1.82 | 1.88 | 9.06 | 6.30 | -0.30 | 0.94 | 6.22 |
| 4-5 | | 5.91 | 5.91 | 9.03 | 1.93 | 1.93 | 9.03 | 6.22 | -0.30 | 0.88 | 6.22 |
| 5-6 | | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 6-7 | | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 7-8 | | 6.16 | 5.66 | 9.76 | 1.18 | 1.64 | 9.32 | 6.85 | -1.51 | 1.29 | 6.62 |
| 3 | | 1-2 | 5.62 | 6.18 | 9.82 | 1.12 | 0.60 | 10.34 | 7.15 | 1.82 | 2.01 |
| | 2-3 | 6.72 | 6.72 | 9.79 | 2.67 | 2.67 | 9.79 | 6.69 | 0.53 | 0.53 | 6.59 |
| | 3-4 | 5.93 | 5.86 | 9.60 | 1.34 | 1.40 | 9.54 | 6.78 | 1.44 | 1.42 | 6.10 |
| | 4-5 | 5.91 | 5.91 | 9.49 | 1.47 | 1.47 | 9.42 | 6.68 | 1.34 | 1.34 | 6.68 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 6.16 | 5.66 | 10.24 | 0.72 | 1.18 | 9.78 | 7.51 | 1.97 | 1.75 | 7.09 |
| | 2 | 1-2 | 5.62 | 6.18 | 11.41 | 0.47 | 0.99 | 11.93 | 8.44 | 3.41 | 3.66 |
| 2-3 | | 6.72 | 6.72 | 10.26 | 2.20 | 2.20 | 10.26 | 7.06 | 0.99 | 0.99 | 7.06 |
| 3-4 | | 5.93 | 5.86 | 10.14 | 0.80 | 0.86 | 10.08 | 7.32 | 1.98 | 1.96 | 7.30 |
| 4-5 | | 5.91 | 5.91 | 10.03 | 0.93 | 0.93 | 10.03 | 7.22 | 1.80 | 1.88 | 7.22 |
| 5-6 | | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 6-7 | | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 7-8 | | 6.16 | 5.66 | 11.82 | 0.86 | 0.40 | 11.36 | 8.89 | 5.55 | 3.33 | 8.67 |
| 1 | | 1-2 | 5.58 | 6.22 | 10.21 | 0.74 | 0.15 | 10.80 | 7.56 | 2.21 | 2.50 |
| | 2-3 | 6.72 | 6.72 | 10.41 | 2.05 | 2.05 | 10.41 | 7.21 | 1.15 | 1.15 | 7.21 |
| | 3-4 | 5.95 | 5.85 | 10.33 | 0.62 | 0.71 | 10.24 | 7.50 | 2.16 | 2.15 | 7.40 |
| | 4-5 | 5.91 | 5.91 | 10.20 | 0.76 | 0.76 | 10.28 | 7.39 | 2.05 | 2.05 | 7.39 |
| | 5-6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6-7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7-8 | 6.17 | 5.64 | 10.68 | 0.27 | 0.76 | 10.19 | 7.75 | 2.41 | 2.17 | 7.51 |

Combinaison des efforts normaux dans les poteaux

| Niv. | Poteau | Partique transversale 1 | | | | | Partique transversale 2 | | | | |
|------|--------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | $G+1.2P$ N _{cu} | $G+2+1.2P$ N _{cu} | $G+2+1.2S$ N _{cu} | $0.9G+3$ N _{cu} | $0.9G+5$ N _{cu} | $G+1.2P$ N _{cu} | $G+2+1.2P$ N _{cu} | $G+2+1.2S$ N _{cu} | $0.9G+3$ N _{cu} | $0.9G+5$ N _{cu} |
| 7 | A | 5.09 | 4.12 | 5.9 | 2.82 | 4.59 | 7.90 | 6.83 | 8.65 | 4.62 | 6.45 |
| | B | 6.06 | 3.95 | 7.99 | 2.40 | 6.43 | 9.48 | 6.94 | 11.66 | 4.35 | 9.08 |
| | C | " | 7.99 | 3.95 | 6.43 | 2.40 | " | 11.66 | 6.94 | 9.08 | 4.35 |
| | D | 5.09 | 5.90 | 4.12 | 4.59 | 2.82 | 7.90 | 8.83 | 6.59 | 6.09 | 4.39 |
| 6 | A | 12.26 | 9.24 | 14.36 | 5.05 | 10.16 | 19.91 | 16.47 | 21.47 | 8.91 | 13.90 |
| | B | 14.62 | 7.31 | 20.83 | 2.29 | 15.80 | 23.90 | 16.04 | 29.52 | 6.98 | 20.47 |
| | C | " | 20.83 | 7.31 | 15.80 | 2.29 | " | 14.08 | 0.59 | 8.12 | -5.37 |
| | D | 12.26 | 14.36 | 9.24 | 10.16 | 5.05 | 19.91 | 21.47 | 16.47 | 13.90 | 8.91 |
| 5 | A | 19.43 | 14.04 | 23.14 | 6.96 | 16.06 | 31.92 | 25.87 | 34.53 | 12.95 | 21.61 |
| | B | 22.21 | 8.89 | 35.49 | 0.39 | 26.98 | 38.33 | 23.77 | 48.75 | 8.25 | 33.24 |
| | C | " | 35.49 | 8.89 | 26.98 | 0.39 | " | 48.75 | 23.77 | 33.24 | 8.25 |
| | D | 19.43 | 23.14 | 14.04 | 16.06 | 6.96 | 31.92 | 34.53 | 25.87 | 21.61 | 12.95 |
| 4 | A | 26.60 | 18.30 | 32.46 | 8.34 | 22.50 | 43.93 | 34.87 | 47.99 | 16.59 | 29.72 |
| | B | 31.79 | 7.82 | 52.80 | -4.16 | 40.62 | 52.75 | 29.98 | 69.50 | 8 | 47.52 |
| | C | " | 52.80 | 7.82 | 40.62 | -4.16 | " | 69.50 | 29.98 | 47.52 | 8 |
| | D | 26.60 | 32.46 | 18.30 | 22.50 | 8.34 | 43.93 | 47.99 | 34.87 | 29.72 | 16.59 |
| 3 | A | 33.77 | 22.32 | 42.02 | 9.47 | 29.17 | 55.94 | 43.68 | 61.64 | 20.05 | 38 |
| | B | 40.37 | 5.23 | 71.63 | -10.24 | 56.17 | 67.17 | 35.04 | 91.40 | 6.60 | 62.95 |
| | C | " | 71.63 | 5.23 | 56.17 | -10.24 | " | 91.40 | 35.04 | 62.95 | 6.60 |
| | D | 33.77 | 42.02 | 22.32 | 29.17 | 9.47 | 55.94 | 61.64 | 43.68 | 38 | 20.05 |
| 2 | A | 40.95 | 25.66 | 52.26 | 9.93 | 36.52 | 67.94 | 51.91 | 75.87 | 22.92 | 46.87 |
| | B | 48.96 | 1.72 | 91.38 | -17.22 | 72.44 | 81.59 | 39.63 | 113.77 | 4.72 | 78.86 |
| | C | " | 91.38 | 1.72 | 72.44 | -17.22 | " | 113.77 | 39.63 | 78.86 | 4.72 |
| | D | 40.95 | 52.26 | 25.66 | 36.52 | 9.93 | 67.94 | 75.87 | 51.91 | 46.87 | 22.92 |
| 1 | A | 48.13 | 29.27 | 62.25 | 10.65 | 43.62 | 77.63 | 58.09 | 87.51 | 24.20 | 53.62 |
| | B | 57.52 | -3.26 | 112.56 | -25.67 | 90.15 | 94.77 | 41.79 | 136.09 | 0.67 | 94.96 |
| | C | " | 112.56 | -3.26 | 90.15 | -25.67 | " | 136.09 | 41.79 | 94.96 | 0.67 |
| | D | 48.13 | 62.25 | 29.27 | 43.62 | 10.65 | 77.63 | 87.51 | 58.09 | 53.62 | 24.20 |

- Combinaison des moments fléchissants dans les poteaux.

| Poteaux | Partique transversale 1 | | | | | | | | | | | | Partique transversale 2 | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | G + 1,2 P | | | | G + 1,2 S | | | | 0,8G + S | | | | G + 1,2 P | | | | G + 1,2 S | | | | 0,8G + S | | | |
| | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s | M _m | M _s |
| A | 2.35 | 1.47 | 0.43 | 0.23 | 0.05 | 2.51 | 1.03 | 0.44 | 1.84 | 2.76 | 0.94 | 1.47 | 0.14 | 3.53 | 0.02 | 0.14 | 5.15 | 2.30 | | | | | | |
| B | 1.17 | -0.10 | 6.23 | 3.69 | 2.29 | 2.08 | 5.92 | 3.28 | 2.49 | -1.22 | 7.49 | 4.25 | 3.99 | 1.25 | 6.99 | 3.26 | 4.48 | 2.04 | | | | | | |
| C | -1.17 | 0.80 | 3.93 | 2.08 | 6.23 | 3.68 | 4.23 | 2.48 | 3.28 | 1.02 | 3.99 | 1.25 | 7.49 | 4.25 | 4.41 | 2.04 | 6.99 | 3.42 | | | | | | |
| D | 2.35 | -1.47 | 5.05 | 1.51 | 0.43 | 0.23 | 4.24 | 1.84 | 0.44 | -2.76 | 6.14 | 3.63 | 0.94 | 1.47 | 5.15 | 2.30 | 0.14 | 5.14 | | | | | | |
| A | -2.60 | 1.59 | 3.03 | 0.43 | 6.13 | 3.39 | 3.80 | 1.16 | 2.66 | 2.97 | 1.55 | 0.93 | 7.21 | 4.57 | 3 | 0.51 | 5.76 | 2.14 | | | | | | |
| B | 0.97 | -0.94 | 9.23 | 6.33 | 7.43 | 4.59 | 8.78 | 5.89 | 7.89 | -1.77 | 9.64 | 6.86 | 6.28 | 3.58 | 8.75 | 6.00 | 7.16 | 4.44 | | | | | | |
| C | -0.97 | 0.94 | 7.43 | 4.59 | 9.23 | 6.33 | 7.88 | 5.03 | 5.89 | 1.77 | 6.28 | 3.58 | 9.64 | 6.86 | 7.16 | 4.44 | 8.75 | 5 | | | | | | |
| D | 1.66 | -1.59 | 6.13 | 3.39 | 3.03 | 0.43 | 5.37 | 2.66 | 3.80 | -2.97 | 7.21 | 4.57 | 1.55 | 0.93 | 5.76 | 3.14 | 3 | 0.51 | | | | | | |
| A | -1.59 | 1.59 | 3.45 | 2.31 | 6.41 | 5.27 | 4.18 | 3.04 | 4.54 | -2.97 | 1.97 | 0.87 | 7.47 | 6.37 | 3.40 | 2.31 | 6.03 | 4.94 | | | | | | |
| B | 0.94 | -0.94 | 10.35 | 8.20 | 10.35 | 8.20 | 9.91 | 9.50 | 8.64 | 1.77 | 10.70 | 10.30 | 7.42 | 7.02 | 9.84 | 2.44 | 8.28 | 7.89 | | | | | | |
| C | -0.94 | 0.94 | 8.01 | 5.27 | 3.45 | 2.31 | 5.68 | 4.54 | 3.04 | -1.77 | 7.42 | 7.02 | 10.70 | 10.30 | 8.28 | 7.89 | 9.84 | 9.44 | | | | | | |
| D | 1.59 | -1.59 | 6.41 | 5.27 | 7.28 | 6.13 | 4.08 | 3.21 | 5.77 | -2.97 | 7.47 | 6.37 | 1.97 | 0.87 | 6.03 | 4.94 | 3.40 | 2.31 | | | | | | |
| A | -1.59 | 1.59 | 4.32 | 3.27 | 10.83 | 8.20 | 9.98 | 11.39 | 10.52 | -2.97 | 1.97 | 0.87 | 8.31 | 7.20 | 4.24 | 3.24 | 6.87 | 5.86 | | | | | | |
| B | 0.94 | -0.94 | 12.33 | 10.83 | 10.59 | 8.20 | 9.12 | 10.52 | 9.98 | 1.77 | 12.61 | 12.15 | 9.33 | 8.85 | 11.74 | 11.26 | 10.19 | 9.71 | | | | | | |
| C | -0.94 | 0.94 | 10.59 | 8.20 | 12.33 | 11.83 | 9.12 | 10.52 | 9.98 | -1.77 | 12.61 | 12.15 | 9.33 | 8.85 | 10.19 | 9.71 | 11.26 | 11.26 | | | | | | |
| D | 1.59 | -1.59 | 7.28 | 6.13 | 4.32 | 3.27 | 5.77 | 4.71 | 5.74 | -2.97 | 2.97 | 2.97 | 8.44 | 8.47 | 4.41 | 7 | 7.04 | 7.04 | | | | | | |
| A | -1.59 | 1.59 | 4.47 | 4.57 | 7.43 | 7.47 | 4.21 | 4.24 | 5.71 | -2.97 | 2.97 | 2.97 | 8.44 | 8.47 | 4.41 | 7 | 7.04 | 7.04 | | | | | | |
| B | 0.94 | -0.94 | 13.53 | 13.60 | 11.79 | 11.85 | 10.98 | 11.04 | 10.18 | -1.77 | 13.74 | 13.81 | 10.46 | 10.53 | 12.87 | 12.94 | 11.52 | 11.59 | | | | | | |
| C | -0.94 | 0.94 | 11.79 | 11.82 | 13.53 | 13.60 | 10.18 | 10.18 | 10.98 | 1.77 | 13.74 | 13.81 | 10.46 | 10.53 | 11.52 | 11.59 | 12.87 | 12.94 | | | | | | |
| D | 1.59 | -1.59 | 7.43 | 7.47 | 4.47 | 4.51 | 5.71 | 5.74 | 4.24 | -2.97 | 2.97 | 2.97 | 8.44 | 8.47 | 4.41 | 7 | 7.04 | 7.04 | | | | | | |
| A | -1.59 | 1.59 | 6.90 | 3.06 | 9.86 | 6.02 | 6.23 | 3.03 | 7.73 | 2.97 | 5.67 | 1.59 | 10.77 | 7.09 | 6.7 | 3.03 | 9.33 | 5.66 | | | | | | |
| B | 0.94 | -0.94 | 14.54 | 14.62 | 12.80 | 12.88 | 11.03 | 11.03 | 11.89 | -1.77 | 14.71 | 14.79 | 11.43 | 11.51 | 13.84 | 13.93 | 12.29 | 12.38 | | | | | | |
| C | -0.94 | 0.94 | 12.80 | 12.88 | 14.54 | 14.62 | 11.03 | 11.03 | 11.89 | 1.77 | 14.71 | 14.79 | 11.43 | 11.51 | 12.29 | 12.38 | 13.84 | 13.93 | | | | | | |
| D | 1.59 | -1.59 | 9.86 | 6.02 | 6.90 | 3.06 | 7.73 | 6.23 | 7.73 | -2.97 | 2.97 | 2.97 | 10.77 | 7.09 | 9.33 | 5.66 | 6.70 | 3.03 | | | | | | |
| A | -1.59 | 1.74 | 4.91 | 10.33 | 7.95 | 13.57 | 4.58 | 9.14 | 6.14 | -2.78 | 3.24 | 3.58 | 8.47 | 14.45 | 4.88 | 10.02 | 7.48 | 12.98 | | | | | | |
| B | 0.96 | -1.00 | 15.63 | 11.91 | 13.85 | 10.05 | 12.73 | 17.94 | 11.83 | -1.84 | 15.54 | 12.77 | 12.54 | 18.29 | 14.74 | 20.85 | 13.29 | 19.20 | | | | | | |
| C | -0.96 | 1.00 | 13.85 | 11.91 | 15.63 | 10.05 | 12.73 | 17.94 | 11.83 | 1.84 | 15.54 | 12.77 | 12.54 | 18.29 | 14.74 | 20.85 | 13.29 | 19.20 | | | | | | |
| D | 1.63 | -1.74 | 7.95 | 13.57 | 4.91 | 10.33 | 6.14 | 10.78 | 4.58 | -2.78 | 3.24 | 3.58 | 8.47 | 14.45 | 4.88 | 10.02 | 7.48 | 12.98 | | | | | | |

Combinaison des moments fléchissants dans les poteaux.

| Portique Longitudinale C | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------|-----------|-------|---------------|-------|---------------|-------|----------|-------|----------|-------|
| niveau | Etréou | G + 1.2 P | | G + P + 1.2 S | | G + P + 1.2 S | | 0.8G + S | | 0.8G + S | |
| | | Mm | Mp | Mm | Mp | Mm | Mp | Mm | Mp | Mm | Mp |
| 7 | 1 | -1.54 | 1.12 | 1.21 | 0.34 | 4.23 | 2.42 | 1.18 | 0.65 | 3.35 | 1.65 |
| | 2 | 0.17 | -0.21 | 3.96 | 2.75 | 3.62 | 2.37 | 3.28 | 2.22 | 3.04 | 2.04 |
| | 3 | -0.22 | 0.21 | 3.57 | 2.37 | 4.01 | 2.75 | 2.99 | 2.04 | 3.33 | 2.22 |
| | 4 | 0 | 0 | 3.79 | 2.56 | 3.79 | 2.56 | 3.16 | 2.13 | 3.16 | 2.13 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | 3.82 | 2.53 | 3.82 | 2.53 | 3.18 | 2.11 | 3.18 | 2.11 |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 1.43 | -1.12 | 4.12 | 2.42 | 1.32 | 0.34 | 3.28 | 1.65 | 1.26 | 0.65 |
| 6 | 1 | -1.26 | 1.21 | 2.96 | 1.63 | 5.30 | 3.87 | 2.87 | 1.75 | 4.01 | 2.83 |
| | 2 | 0.24 | -0.22 | 6.09 | 5.00 | 5.65 | 4.60 | 4.99 | 4.10 | 4.79 | 3.90 |
| | 3 | -0.24 | 0.22 | 5.65 | 4.60 | 6.09 | 5.00 | 4.79 | 3.90 | 4.89 | 4.10 |
| | 4 | 0 | 0 | 5.87 | 4.80 | 5.87 | 4.80 | 4.89 | 4.00 | 4.89 | 4.00 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 1.26 | -1.21 | 5.30 | 3.87 | 2.96 | 1.63 | 4.01 | 2.83 | 2.87 | 1.75 |
| 5 | 1 | -1.21 | 1.21 | 3.96 | 3.04 | 6.20 | 5.28 | 3.69 | 2.93 | 4.77 | 4.01 |
| | 2 | 0.22 | -0.22 | 7.74 | 7.05 | 7.34 | 6.65 | 6.38 | 5.81 | 6.18 | 5.61 |
| | 3 | -0.22 | 0.22 | 7.34 | 6.65 | 7.74 | 7.05 | 6.18 | 5.61 | 6.38 | 5.81 |
| | 4 | 0 | 0 | 7.54 | 6.85 | 7.54 | 6.35 | 6.28 | 5.71 | 6.28 | 5.71 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | 7.58 | 6.80 | 7.58 | 6.80 | 6.32 | 5.67 | 6.32 | 5.67 |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 1.21 | -1.21 | 6.20 | 5.28 | 3.96 | 3.04 | 4.77 | 4.01 | 3.69 | 2.93 |
| 4 | 1 | -1.21 | 1.21 | 5.04 | 3.92 | 7.28 | 6.16 | 4.59 | 3.66 | 5.67 | 4.74 |
| | 2 | 0.22 | -0.22 | 9.31 | 8.48 | 8.91 | 8.08 | 7.69 | 7.00 | 4.49 | 6.80 |
| | 3 | -0.22 | 0.22 | 8.91 | 8.08 | 9.31 | 8.48 | 7.49 | 6.80 | 7.69 | 6.89 |
| | 4 | 0 | 0 | 9.11 | 8.28 | 9.11 | 8.28 | 7.59 | 6.90 | 7.59 | 6.90 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | 9.17 | 8.22 | 9.17 | 8.22 | 7.64 | 6.85 | 7.64 | 6.85 |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 4.21 | -1.21 | 7.28 | 6.16 | 5.04 | 3.92 | 5.67 | 4.74 | 4.59 | 3.66 |
| 3 | 1 | -1.21 | 1.21 | 5.26 | 5.29 | 5.19 | 5.23 | 4.72 | 4.75 | 4.43 | 7.47 |
| | 2 | 0.22 | -0.22 | 8.17 | 8.23 | 10.00 | 10.08 | 8.27 | 8.33 | 9.60 | 9.68 |
| | 3 | -0.22 | 0.22 | " | " | 9.60 | 9.68 | 8.07 | 8.13 | 10.00 | 10.08 |
| | 4 | 0 | 0 | " | " | 9.80 | 9.88 | 8.17 | 8.23 | 9.80 | 9.88 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 1.21 | -1.21 | 5.26 | 5.29 | 7.43 | 7.47 | 5.80 | 5.83 | 5.19 | 5.23 |
| 2 | 1 | -1.21 | 1.21 | 9.10 | 2.29 | 9.80 | 1.63 | 8.56 | 1.75 | 12.04 | 3.87 |
| | 2 | 0.22 | -0.22 | 8.85 | 8.89 | 10.80 | 10.87 | 8.93 | 8.99 | 10.40 | 10.47 |
| | 3 | -0.22 | 0.22 | " | " | 10.40 | 10.47 | 8.73 | 8.79 | 10.80 | 10.87 |
| | 4 | 0 | 0 | " | " | 10.60 | 10.67 | 8.93 | 8.99 | 10.60 | 10.67 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 1.21 | -1.21 | 9.10 | 2.29 | 12.04 | 3.87 | 9.64 | 2.83 | 9.80 | 1.63 |
| 1 | 1 | -1.21 | 1.32 | 17.39 | 11.09 | 7.75 | 12.09 | 6.85 | 10.50 | 9.99 | 14.53 |
| | 2 | 0.22 | -0.24 | 8.79 | 13.05 | 10.75 | 15.88 | 8.89 | 13.15 | 10.85 | 15.44 |
| | 3 | -0.22 | 0.24 | " | " | 10.35 | 15.44 | 8.69 | 12.95 | 10.75 | 15.88 |
| | 4 | 0 | 0 | " | " | 10.55 | 15.66 | 8.79 | 13.05 | 10.55 | 15.66 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | 8.90 | 12.94 | 10.68 | 15.53 | 8.90 | 12.94 | 10.68 | 15.53 |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 1.21 | -1.22 | 17.39 | 11.09 | 9.99 | 14.53 | 7.93 | 11.68 | 9.99 | 14.53 |

- Combinaison des moments fléchissant dans les poteaux

| | | Portique Longitudinale D | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Niveau | Poteau | G + 1.2P | | G + P + 1.2S | | G + P + 1.2S | | 0.8G + S | | 0.8G + S | |
| | | M _M | M _S | M _N | M _S | M _M | M _S | M _M | M _S | M _M | M _S |
| 7 | 1 | -0.82 | 0.58 | 2.11 | -0.94 | 3.73 | 2.02 | 1.83 | 0.94 | 3.03 | 1.52 |
| | 2 | 0.07 | -0.09 | 4.14 | -2.82 | 4.00 | 2.66 | 3.44 | 2.32 | 3.34 | 2.24 |
| | 3 | -0.11 | 0.09 | 3.96 | -2.66 | 4.18 | 2.82 | 3.31 | 2.24 | 3.47 | 2.32 |
| | 4 | 0 | 0 | 4.07 | 2.74 | 4.07 | 2.74 | 3.39 | 2.28 | 3.39 | 2.28 |
| | 5 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | 0 | 0 | 4.08 | 2.71 | 4.08 | 2.71 | 3.40 | 2.26 | 3.40 | 2.26 |
| | 7 | -0.03 | 0 | 4.05 | 2.71 | 4.11 | 2.71 | 3.38 | 2.26 | 3.42 | " |
| | 8 | 0.81 | -0.58 | 3.72 | 2.02 | 2.12 | 0.94 | 3.02 | 1.52 | 1.84 | 0.94 |
| 6 | 1 | -0.64 | 0.63 | 3.63 | 2.35 | 5.03 | 3.53 | 3.37 | 2.14 | 4.01 | 2.76 |
| | 2 | 0.10 | -0.10 | 6.39 | 5.15 | 6.21 | 5.07 | 5.30 | 4.35 | 5.20 | 4.25 |
| | 3 | -0.10 | 0.10 | 6.21 | 5.07 | 6.39 | 5.25 | 5.20 | 4.25 | 5.30 | 4.35 |
| | 4 | 0 | 0 | 6.30 | 5.16 | 6.30 | 5.16 | 5.25 | 4.30 | 5.25 | 4.30 |
| | 5 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 0.64 | -0.63 | 5.03 | 3.53 | 3.83 | 2.35 | 4.01 | 2.76 | 3.37 | 2.14 |
| 5 | 1 | -0.63 | 0.63 | 4.86 | 3.87 | 6.04 | 5.05 | 4.23 | 3.41 | 4.95 | 4.03 |
| | 2 | 0.10 | 0.10 | 8.18 | 7.43 | 8.00 | 7.25 | 6.79 | 6.17 | 6.69 | 6.07 |
| | 3 | -0.10 | 0.10 | 8.00 | 7.25 | 8.18 | 7.43 | 6.69 | 6.07 | 6.79 | 6.17 |
| | 4 | 0 | 0 | 8.09 | 7.34 | 8.09 | 7.34 | 6.74 | 6.12 | 6.74 | 6.12 |
| | 5 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | 0 | 0 | 8.14 | 7.30 | 8.14 | 7.30 | 6.78 | 6.08 | 6.78 | 6.08 |
| | 7 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 0.63 | -0.63 | 6.04 | 5.05 | 8.86 | 3.87 | 4.85 | 4.03 | 4.85 | 3.41 |
| 4 | 1 | -0.63 | 0.63 | 6 | 4.81 | 7.18 | 5.99 | 5.18 | 4.19 | 5.80 | 4.81 |
| | 2 | 0.10 | -0.10 | 9.87 | 8.98 | 9.69 | 8.80 | 8.20 | 7.46 | 8.10 | 7.36 |
| | 3 | -0.10 | 0.10 | 9.69 | 8.80 | 9.87 | 8.98 | 8.10 | 7.36 | 8.20 | 7.46 |
| | 4 | 0 | 0 | 9.78 | 8.89 | 9.78 | 8.89 | 8.25 | 7.41 | 8.10 | 7.41 |
| | 5 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | 0 | 0 | 9.84 | 8.83 | 9.84 | 8.83 | 8.20 | 7.36 | 8.20 | 7.36 |
| | 7 | 0 | 0 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | +0.63 | -0.63 | 7.18 | 5.99 | 6.00 | 4.81 | 5.80 | 4.81 | 5.18 | 4.19 |
| 3 | 1 | -0.63 | 0.63 | 6.19 | 5.72 | 4.37 | 6.90 | 5.34 | 4.95 | 5.96 | 5.57 |
| | 2 | 0.10 | -0.10 | 10.61 | 9.89 | 10.43 | 9.71 | 8.82 | 8.12 | 8.72 | 8.12 |
| | 3 | -0.10 | 0.10 | 10.43 | 9.71 | 10.61 | 9.89 | 8.72 | 8.12 | 8.82 | 8.12 |
| | 4 | 0 | 0 | 10.52 | 9.80 | 10.52 | 9.80 | 8.77 | 8.17 | 8.77 | 8.17 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 0.63 | -0.63 | 7.37 | 6.90 | 6.19 | 5.72 | 5.96 | 5.57 | 5.34 | 4.95 |
| 2 | 1 | -0.63 | 0.63 | 11.15 | 2.36 | 12.33 | 3.54 | 9.47 | 2.15 | 10.09 | 2.77 |
| | 2 | 0.10 | -0.10 | 11.48 | 12.55 | 11.80 | 11.37 | 9.54 | 9.60 | 9.44 | 9.50 |
| | 3 | -0.10 | 0.10 | 11.30 | 11.37 | 11.48 | 11.55 | 9.44 | 9.50 | 9.54 | 9.60 |
| | 4 | 0 | 0 | 11.39 | 11.46 | 11.39 | 11.46 | 9.49 | 9.55 | 9.49 | 9.55 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 0.63 | -0.63 | 12.33 | 3.54 | 11.15 | 2.36 | 10.09 | 2.77 | 9.47 | 2.15 |
| 1 | 1 | -0.63 | 0.63 | 8.84 | 13.51 | 10.02 | 14.77 | 7.55 | 11.44 | 8.17 | 12.12 |
| | 2 | 0.10 | -0.10 | 11.30 | 16.73 | 11.12 | 16.53 | 9.39 | 13.91 | 9.29 | 13.81 |
| | 3 | -0.10 | 0.10 | 11.12 | 16.53 | 11.30 | 16.73 | 9.29 | 13.81 | 9.39 | 13.91 |
| | 4 | 0 | 0 | 11.21 | 16.63 | 11.21 | 16.63 | 9.34 | 13.86 | 9.34 | 13.86 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | " | " | 11.34 | 16.5 | 11.34 | 16.50 | 9.45 | 13.75 | 9.45 | 13.75 |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 0.63 | -0.63 | 10.02 | 14.77 | 8.84 | 13.51 | 8.17 | 12.12 | 9.29 | 13.81 |

FERRAILLAGE DES POUTRES

Méthode calcul : Les poutres sont calculées en flexion simple.

La méthode utilisée est celle de Pierre Charon.

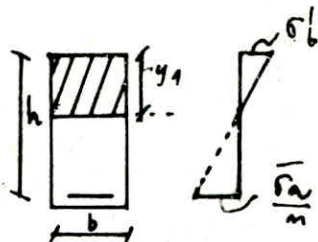
on commence par calculer $\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b h^2}$ et puis en se référant

aux tableaux de Charon, on tire les valeurs de ϵ et κ .

on calcule $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{\kappa}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{si } \sigma'_b \leq \bar{\sigma}'_b \text{ Section sans armatures comprimées,} \\ \text{si } \sigma'_b > \bar{\sigma}'_b \text{ Section avec armatures comprimées} \end{array} \right.$

Section sans armatures comprimées

La section d'armatures tendues est donnée par l'équilibre des moments : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h}$



Section avec armatures comprimées

Deux cas se présentent :

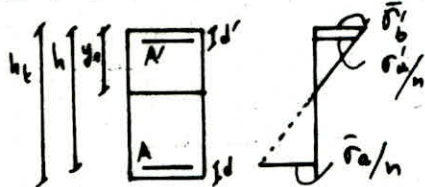
1er cas : Si $\frac{\bar{\sigma}_a}{\bar{\sigma}'_b} \geq \frac{15(h-d')}{h+d'}$ on prendra $\kappa = \frac{\bar{\sigma}_a}{\bar{\sigma}'_b}$ (cas fréquent)

on aura $\sigma'_b = \bar{\sigma}'_b$ et $\sigma'_a = \frac{15(y_1-d')}{y_1} \bar{\sigma}'_b$

ayant κ , on tire des tableaux α , μ' , ϵ

on a : $y_1 = \alpha h$, $M_1 = \mu' b h^2 \bar{\sigma}'_b$; $\Delta M = M - M_1$

et les sections d'armatures seront : $A' = \frac{\Delta M}{(h-d') \sigma'_a}$; $A = \frac{M_1}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} + \frac{\Delta M}{\bar{\sigma}_a (h-d')}$



2e cas : Si $\frac{\bar{\sigma}_a}{\bar{\sigma}'_b} < \frac{15(h-d')}{h+d'}$ on prend $\kappa = \frac{15(h-d')}{h+d'}$ (cas moins fréquent)

avec $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{\kappa}$ et $\sigma'_a = \bar{\sigma}'_b$ de κ on tire des tableaux ϵ et μ' .

$M_1 = \mu' b h^2 \bar{\sigma}'_b$; $\Delta M = M - M_1$; $A' = \frac{\Delta M}{(h-d') \sigma'_a}$
 $A = \frac{M_1}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} + \frac{\Delta M}{\bar{\sigma}_a (h-d')}$

Armatures longitudinales : Les poutres seront ferrillées en flexion simple (CCBA 69).

La section d'acier sera déterminée sous la plus défavorable des sollicitations du premier genre ($\max SP_1$) et du second genre ($\max SP_2$)

• si $\max(1,5 M_{SP_1}, M_{SP_2}) = 1,5 M_{SP_1}$; on calcule A sous SP_1

• si $\max(1,5 M_{SP_1}, M_{SP_2}) = M_{SP_2}$; on calcule A sous SP_2

Cas des moments négatifs : Soient A'_1 section supérieure donnée

par le RPA 81 et A_{sup} la section donnée par le moment négatif. Alors la section adoptée

sera : $A_{sup} \geq \max(A_{sup}, A'_1)$

Cas des moments positifs : Soit A_1 la section minimale inférieure donnée par le RPA 81.

Les armatures seront soumises à une traction égale à $T + \frac{M}{z}$ alors on définit A_{inf}^{min} de la façon suivante : $A_{inf}^{min} \geq \frac{T + M/z}{\bar{\sigma}_a}$

La section d'armatures inférieures sera définie comme $\bar{\sigma}_a$

Soit : $A_{inf} \geq \max(A_{inf}, A_1, A_{inf}^{min})$; A_{inf} est la section donnée par le moment positif.

Armature transversale: Les armatures transversales ont pour but de reprendre l'effort tranchant dans les poutres et empêcher la fissuration, contrainte de cisaillement maximale.

$$\tau_b = \frac{T_{max}}{b \cdot z} \quad \text{avec } z = \frac{7}{8} h \quad \begin{array}{l} b: \text{largeur de la poutre} \\ h: \text{bras de levier de la section} \end{array}$$

contraintes admissibles des armatures transversales

• $\bar{\sigma}_{at} = \frac{2}{3} \bar{\sigma}_{en}$ si on a reprise de bétonnage.

• $\bar{\sigma}_{at} = \max \left\{ \left(1 - \frac{\tau_b}{9 \bar{\sigma}'_b}\right) \bar{\sigma}_{en}, \frac{2}{3} \bar{\sigma}_{en} \right\}$ si on n'a pas reprise de bétonnage

contraintes admissibles de cisaillement

si $\left\{ \begin{array}{l} \tau_b \leq 3,5 \bar{\sigma}_b \quad \text{longue } \bar{\sigma}'_b \leq \bar{\sigma}'_{b0} \\ \tau_b \leq (4,5 - \frac{\bar{\sigma}'_b}{\bar{\sigma}'_{b0}}) \bar{\sigma}_b \quad \text{longue } \bar{\sigma}'_{b0} \leq \bar{\sigma}'_b \leq 2 \bar{\sigma}'_{b0} \end{array} \right\}$ utilisation de cadres et étriers verticaux.

si $\left\{ \begin{array}{l} 3,5 \bar{\sigma}_b \leq \tau_b \leq 5 \bar{\sigma}_b \quad \text{longue } \bar{\sigma}'_b \leq \bar{\sigma}'_{b0} \\ (4,5 - \frac{\bar{\sigma}'_b}{\bar{\sigma}'_{b0}}) \bar{\sigma}_b \leq \tau_b \leq 5 \bar{\sigma}_b \quad \text{longue } \bar{\sigma}'_{b0} \leq \bar{\sigma}'_b \leq 2 \bar{\sigma}'_{b0} \end{array} \right\}$ utilisation des cadres et étriers verticaux plus des barres inclinées.

si $\tau_b > 5 \bar{\sigma}_b$ il faut changer la section de béton.

avec $\left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_b = 5,9 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{sous SP}_1 \\ \bar{\sigma}_b = 8,85 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{sous SP}_2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}'_{b0} = 68,5 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{sous SP}_1 \\ \bar{\sigma}'_{b0} = 102,75 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{sous SP}_2 \end{array} \right.$

Calcul des espacements des armatures transversales

$$t \leq \frac{A_t \cdot z \cdot \bar{\sigma}_{at}}{T}$$

Espacement admissible: $\bar{t} = \max(\bar{t}_1, \bar{t}_2)$ avec $\left\{ \begin{array}{l} \bar{t}_1 = \left(1 - \frac{0,9 \tau_b}{\bar{\sigma}'_b}\right) h \\ \bar{t}_2 = 0,2 h \end{array} \right\}$

Espacement donné par le RPA 84

En zone nodale: $s \leq \min\left(\frac{4t}{\phi}, 12\phi\right)$; En zone courante $s \leq \frac{4t}{2}$

ϕ : le plus petit diamètre calculé, et dans le cas d'une section en T avec armatures comprimées, c'est le diamètre le plus petit des aciers comprimés.

D'où l'espacement admissible: $\bar{t} = \min(s, \max(\bar{t}_1, \bar{t}_2))$

Applications

Ferraillage des poutres: Toutes les poutres ont une section 30×50

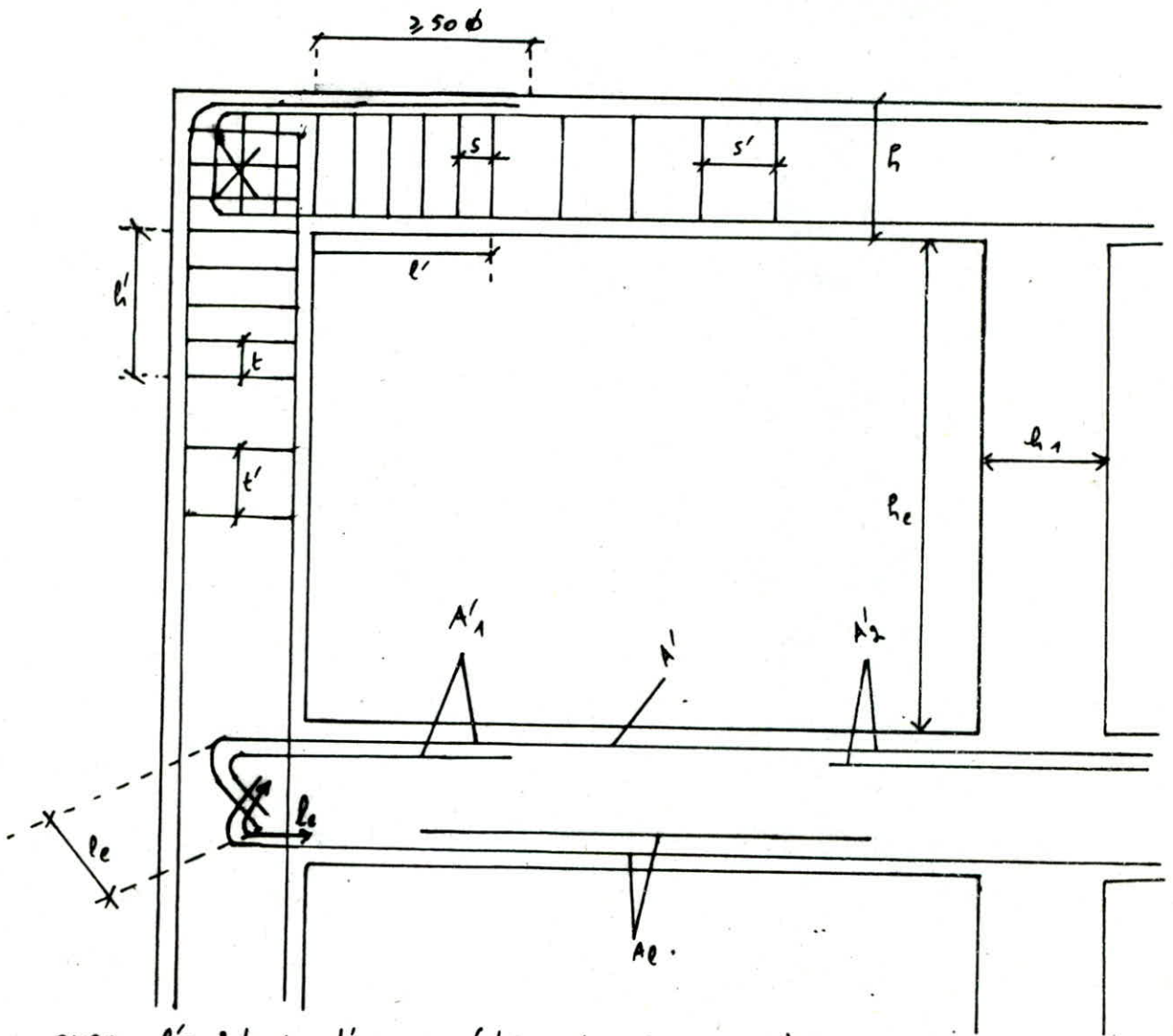
Longueur de la zone nodale: $l' = 2 h_t = 100 \text{ cm}$.

% minimum du RPA 84: $0,3\% \cdot 30 \times 50 = 4,5 \text{ cm}^2$

% maximum du RPA 84: $2,5\% \cdot 30 \times 50 = 37,5 \text{ cm}^2$

Remarque: Le ferraillage des poutres sera donné dans les tableaux qui suivent.

Prescriptions relatives au ferrailage RPA 81 Art 4.2.2.22



avec $l' = 2h$; $h' = \max\left(\frac{h_c}{6} ; b_1, h_1, 60\text{cm}\right)$

$$\begin{cases} t \leq \min(10\phi, 15\text{cm}) \text{ en } 3\sigma \text{ ne II} \\ t' \leq 12\phi \text{ en } 3\sigma \text{ ne II} \end{cases}$$

$$\begin{cases} A' \geq \max\left(\frac{A'_1}{4}, \frac{A'_2}{4}, 3\text{cm}^2\right) \\ A_1 \geq \max\left(\frac{A'_2}{2}, \frac{A_e}{4}, 3\text{cm}^2\right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} s \leq \min\left(\frac{h}{4}, 12\phi\right) \\ s' \leq \frac{h}{2} \end{cases}$$

Forçage des poutres de portique transversal de rive

| Niveau | Node | MSP ₁ | MSM ₂ | MSP ₂ | μ | ϵ | κ | TSP ₁ | 15TSP ₁ | TSP ₂ | A ₀ ^{sup} | A ₀ ^{inf} | A ₀ ^{mid} | sect. adap. | A(m ²) |
|--------|--------|------------------|------------------|------------------|--------|------------|----------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------------|
| VII | 1 et 4 | -2,35 | -3,53 | -4,59 | 0,0270 | 0,9296 | 55 | 5,09 | 7,64 | 5,75 | 2,62 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0,59 | 0,0034 | 0,9733 | 172 | | | | | | 0,32 | 2,17 | 4T14 |
| | 2 et 3 | -3,03 | -4,55 | -4,67 | 0,0275 | 0,9281 | 54,5 | 4,81 | 7,22 | 5,48 | 2,66 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 1,49 | 0,0088 | 0,9576 | 103 | | | | | | 0,82 | 2,62 | 4T14 |
| VI | 1 et 4 | -3,14 | -4,71 | -6,74 | 0,0396 | 0,9153 | 44 | 5,67 | 8,37 | 6,57 | 3,90 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 2,34 | 0,0138 | 0,9476 | 84,5 | | | | | | 1,31 | 3,44 | 4T14 |
| | 2 et 3 | -3,55 | -5,33 | -7,78 | 0,0463 | 0,9091 | 40 | 5,44 | 8,12 | 6,89 | 4,59 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 5,44 | 0,0220 | 0,9231 | 50 | | | | | | 3,12 | 5,22 | 4T14 |
| V | 1 et 4 | -3,19 | -4,79 | -7,09 | 0,0446 | 0,9135 | 42,8 | 5,57 | 8,37 | 6,86 | 4,1 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 2,61 | 0,0153 | 0,9461 | 76 | | | | | | 1,46 | 3,57 | 4T14 |
| | 2 et 3 | -3,56 | -5,34 | -9,93 | 0,0584 | 0,8996 | 34,8 | 5,43 | 8,15 | 6,58 | 5,84 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 7,53 | 0,0443 | 0,9111 | 44,2 | | | | | | 4,37 | 6,49 | 2T16 + 2T14 |
| IV | 1 et 4 | -3,19 | -4,79 | -7,86 | 0,0462 | 0,9094 | 44,2 | 5,58 | 8,37 | 7,31 | 4,57 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 3,39 | 0,0199 | 0,9379 | 65,5 | | | | | | 1,91 | 4,04 | 4T14 |
| | 2 et 3 | -3,56 | -5,34 | -13,06 | 0,0768 | 0,8871 | 29,3 | 5,43 | 8,15 | 11,24 | 7,79 | | | 4T16 | 8,04 |
| | | | | 10,66 | 0,0627 | 0,8965 | 73,3 | | | | | | 6,29 | 9,12 | 6T14 |
| III | 1 et 4 | -3,19 | -4,79 | -7,83 | 0,0460 | 0,9094 | 40,2 | 5,57 | 8,37 | 7,51 | 4,56 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 3,36 | 0,0198 | 0,9379 | 65,5 | | | | | | 1,90 | 4,03 | 4T14 |
| | 2 et 3 | -3,56 | -5,34 | -14,79 | 0,0870 | 0,8912 | 27,1 | 5,43 | 8,15 | 12,71 | 8,88 | | | 6T14 | 6,15 |
| | | | | 12,39 | 0,0728 | 0,8896 | 30,3 | | | | | | 7,37 | 10,52 | 3T14 + 3T16 |
| II | 1 et 4 | -3,19 | -4,79 | -9,95 | 0,0585 | 0,8894 | 34,7 | 5,58 | 8,37 | 8,07 | 5,92 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 5,48 | 0,0322 | 0,9228 | 49,9 | | | | | | 3,14 | 5,31 | 4T14 |
| | 2 et 3 | -3,56 | -5,34 | -16,24 | 0,0961 | 0,8756 | 25,2 | 5,43 | 8,15 | 14,03 | 9,87 | | | 5T16 | 14,05 |
| | | | | 13,94 | 0,0820 | 0,8840 | 28,1 | | | | | | 8,34 | 11,77 | 6T16 |
| I | 1 et 4 | -3,10 | -4,65 | -8,25 | 0,0482 | 0,9077 | 39,2 | 5,59 | 8,39 | 7,87 | 4,89 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 3,90 | 0,0229 | 0,9338 | 69,5 | | | | | | 2,24 | 4,36 | 4T14 |
| | 2 et 3 | -3,53 | -5,30 | -17,57 | 0,1033 | 0,8725 | 24,2 | 5,44 | 8,12 | 15,03 | 14,65 | | | 3T14 + 3T16 | 10,65 |
| | | | | 15,08 | 0,0887 | 0,8801 | 26,7 | | | | | | 9,07 | 12,03 | 6T16 |

Ferraillage des poutres du portique transversal intermédiaire

| N ^o | Nom | MSP ₁ | 1,5MSP ₁ | MSP ₂ | μ | ϵ | κ | TSP ₁ | 1,5TSP ₁ | TSP ₂ | A ₀ ^{sup} | A ₀ ^{inf} | A ₀ ^{min} | Sect. adopt. | A |
|----------------|--------|------------------|---------------------|------------------|---------|------------|----------|------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|-------|
| VII | 1 et 4 | -3,43 | -5,15 | -5,56 | 0,0327 | 0,9224 | 49,2 | 7,91 | 11,87 | 8,50 | 3,19 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0 | / | / | / | | | | | 0 | 2,83 | 4T14 | 6,15 |
| | 2 et 3 | -4,68 | -7,02 | -6,16 | 0,10413 | 0,9138 | 43 | 7,49 | 11,12 | 8,02 | 4,06 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 1,17 | 0,10069 | 0,9624 | 118 | | | | | 0,64 | 3,35 | 4T14 | 6,15 |
| VI | 1 et 4 | -5,87 | -8,81 | -2,09 | 0,10534 | 0,9025 | 36,8 | 10,42 | 15,63 | 10,95 | 5,32 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 1,06 | 0,10062 | 0,9643 | 125 | | | | | 0,58 | 4,36 | 4T14 | 6,15 |
| | 2 et 3 | -6,60 | -9,9 | -8,98 | 0,10582 | 0,8997 | 34,85 | 10,43 | 15,20 | 10,63 | 5,82 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 4,42 | 0,10260 | 0,9301 | 56,5 | | | | | 2,51 | 6,29 | 2T14 + 2T16 | 7,1 |
| V | 1 et 4 | -5,95 | -8,93 | -9,43 | 0,10554 | 0,9020 | 36 | 10,42 | 15,63 | 11,42 | 5,53 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 1,31 | 0,10077 | 0,9603 | 111 | | | | | 0,72 | 4,51 | 4T14 | 6,15 |
| | 2 et 3 | -6,65 | -9,98 | -10,30 | 0,10606 | 0,8980 | 34 | 10,18 | 15,20 | 10,93 | 6,07 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 6,03 | 0,10355 | 0,9194 | 47 | | | | | 3,47 | 7,26 | 4T16 | 8,04 |
| IV | 1 et 4 | -5,95 | -8,93 | -10,13 | 0,10396 | 0,8988 | 30,4 | 10,42 | 15,63 | 11,50 | 5,96 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 2,01 | 0,10448 | 0,9545 | 89 | | | | | 1,12 | 4,94 | 4T14 | 6,15 |
| | 2 et 3 | -6,65 | -9,98 | -12,18 | 0,10716 | 0,8904 | 30,65 | 10,18 | 15,20 | 11,23 | 7,24 | | | 4T16 | 8,04 |
| | | | | 7,91 | 0,10465 | 0,9091 | 40 | | | | | 4,60 | 8,4 | 6T14 | 9,23 |
| III | 1 et 4 | -5,95 | -8,93 | -10,24 | 0,10602 | 0,8980 | 34,2 | 10,42 | 15,63 | 11,65 | 6,03 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 2,12 | 0,10124 | 0,9502 | 85,5 | | | | | 1,18 | 5 | 4T14 | 6,15 |
| | 2 et 3 | -6,65 | -9,98 | -13,08 | 0,10793 | 0,8856 | 28,7 | 10,13 | 15,20 | 11,54 | 8,05 | | | 6T14 | 9,23 |
| | | | | 9,21 | 0,10542 | 0,9027 | 36,4 | | | | | 5,40 | 9,19 | 6T14 | 9,23 |
| II | 1 et 4 | -5,95 | -8,93 | -12,18 | 0,10716 | 0,8904 | 30,65 | 10,42 | 15,63 | 12,14 | 7,24 | | | 4T16 | 8,04 |
| | | | | 4,06 | 0,10239 | 0,9324 | 59 | | | | | 2,30 | 6,18 | 2T14 + 2T16 | 7,1 |
| | 2 et 3 | -6,65 | -9,98 | -14,51 | 0,10853 | 0,8821 | 27,4 | 10,13 | 15,20 | 12,13 | 8,7 | | | 6T14 | 9,23 |
| | | | | 10,25 | 0,10603 | 0,8982 | 30,1 | | | | | 6,04 | 9,82 | 5T16 | 10,05 |
| I | 1 et 4 | -5,78 | -8,67 | -10,49 | 0,10617 | 0,8972 | 30,65 | 8,1 | 12,15 | 9,60 | 6,19 | | | 2T14 + 2T16 | 7,1 |
| | | | | 2,59 | 0,10452 | 0,9454 | 76,5 | | | | | 1,45 | 4,46 | 4T14 | 6,15 |
| | 2 et 3 | -6,58 | -9,87 | -15,55 | 0,10914 | 0,8787 | 26,23 | 7,79 | 11,69 | 11,3 | 9,36 | | | 5T16 | 10,05 |
| | | | | 11,10 | 0,10653 | 0,8946 | 32,45 | | | | | 6,37 | 10,12 | 6T16 | 12,06 |

Calcul des contraintes (portique transversaux)

| portique | Niv | Noeud | MSP ₂ | A | \bar{w} | K | E | $\bar{\sigma}_a$ | $\bar{\sigma}'_b$ | |
|--------------------------------|------------------------------------|--------|------------------|-------|-----------|-------|--------|------------------|-------------------|-------|
| portique transversal de juive. | III | 1 et 4 | -4,59 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 1848,36 | 54,85 | |
| | | 2 et 3 | -4,64 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 1880,58 | 55,80 | |
| | IV | 1 et 2 | -6,74 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 2714,16 | 82,54 | |
| | | 2 et 3 | -7,88 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 3173,23 | 94,16 | |
| | I | 1 et 4 | -7,08 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 2859,07 | 84,60 | |
| | | 2 et 3 | -9,93 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 3998,75 | 118,66 | |
| | IV | 1 et 4 | -7,86 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 3165,17 | 93,92 | |
| | | 2 et 3 | -13,06 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 4075,57 | 141,51 | |
| | III | 1, 4 | -7,83 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 3153,09 | 93,56 | |
| | | 2, 3 | -14,79 | 9,23 | 0,684 | 26,45 | 0,8793 | 4049,64 | 153,11 | |
| | II | 1, 4 | -9,95 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 4006,8 | 118,90 | |
| | | 2, 3 | -16,34 | 10,05 | 0,744 | 25,1 | 0,8753 | 4127,78 | 164,45 | |
| | I | 1, 4 | -8,25 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 3322,22 | 98,58 | |
| | | 2, 3 | -17,57 | 10,65 | 0,789 | 24,23 | 0,8726 | 4190,85 | 173,4 | |
| | portique transversal interne d'axe | III | 1, 4 | -5,56 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 2238,98 | 66,44 |
| | | | 2, 3 | -4,68 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 1884,61 | 55,92 |
| | | IV | 1, 4 | -9,08 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 3656,46 | 108,5 |
| | | | 2, 3 | -6,60 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 2657,78 | 78,87 |
| I | | 1, 4 | -9,43 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 3797,4 | 112,68 | |
| | | 2, 3 | -10,30 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 4147,74 | 123,08 | |
| IV | | 1, 4 | -10,13 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 4079,29 | 121,05 | |
| | | 2, 3 | -12,18 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 3800,95 | 131,98 | |
| III | | 1, 4 | -10,24 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 4123,58 | 122,62 | |
| | | 2, 3 | -11,48 | 9,23 | 0,684 | 26,45 | 0,8793 | 3690,95 | 139,54 | |
| II | | 1, 4 | -12,18 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 3800,95 | 131,98 | |
| | | 2, 3 | -14,51 | 9,23 | 0,684 | 26,45 | 0,8793 | 3972,98 | 150,21 | |
| I | | 1, 4 | -10,49 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3683,67 | 118,83 | |
| | | 2, 3 | -15,55 | 10,05 | 0,744 | 25,1 | 0,8753 | 3928,21 | 156,5 | |

$\bar{\sigma}_a (SP_2) = 4200 \text{ kg/cm}^2$; $\bar{\sigma}'_b (SP_2) = 205,5 \text{ kg/cm}^2$

Charges transversales (poutres des portiques transversaux)

| Niveau | Nœud | TS ₁₁ ⁽⁰⁾ | AS ₁₁ TS ₁₁ | TS ₁₂ | T _(u) ^c | $\bar{\sigma}_0$ | σ_0^1 | $\frac{(\sigma_0^1)}{Z_b}$ | \bar{Z}_b | β | $\bar{\sigma}_{at}$ | t | \bar{E} | | |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|--------------|----------------------------|-------------|---------|---------------------|---------|-----------|------|------|
| Portique transversal de pise | VII | 1024 | 5,09 | 7,64 | 5,75 | 5,09 | 68,5 | 54,85 | 4,31 | 20,65 | 0,919 | 2205,2 | 34,3 | 35,2 | |
| | | 2023 | 4,81 | 7,22 | 5,48 | 4,81 | 68,5 | 55,80 | 4,07 | 20,65 | 0,923 | 2216,05 | 36,5 | 35,7 | |
| | VI | 1,4 | 5,58 | 8,37 | 6,59 | 5,58 | 68,5 | 90,54 | 4,72 | 19,61 | 0,911 | 2186,67 | 31 | 34,2 | |
| | | 2,3 | 5,41 | 8,12 | 6,81 | 5,41 | 68,5 | 94,16 | 4,58 | 18,44 | 0,914 | 2192,99 | 32 | 34,5 | |
| | V | 1,4 | 5,58 | 8,37 | 6,86 | 5,58 | 68,5 | 84,60 | 4,72 | 19,26 | 0,911 | 2186,67 | 31 | 34,2 | |
| | | 2,3 | 5,43 | 8,15 | 8,58 | 8,58 | 102,75 | 118,66 | 7,26 | 22,61 | 0,909 | 2181,24 | 20 | 33,9 | |
| | IV | 1,4 | 5,58 | 8,37 | 7,31 | 5,58 | 68,5 | 92,92 | 4,72 | 18,46 | 0,911 | 2186,67 | 31 | 34,2 | |
| | | 2,3 | 5,43 | 8,15 | 11,24 | 11,24 | 102,75 | 141,51 | 9,52 | 27,64 | 0,881 | 2143,15 | 15 | 30,5 | |
| | III | 1,4 | 5,58 | 8,37 | 7,51 | 5,58 | 68,5 | 93,56 | 4,72 | 18,49 | 0,911 | 2186,67 | 31 | 34,2 | |
| | | 2,3 | 5,43 | 8,15 | 12,71 | 12,71 | 102,75 | 152,11 | 10,76 | 26,64 | 0,865 | 2075,78 | 13 | 28,6 | |
| | II | 1,4 | 5,58 | 8,37 | 8,07 | 5,58 | 68,5 | 118,9 | 4,72 | 16,31 | 0,911 | 2186,67 | 31 | 34,2 | |
| | | 2,3 | 5,43 | 8,15 | 14,03 | 14,03 | 102,75 | 164,45 | 11,88 | 25,66 | 0,851 | 2042,03 | 11,5 | 26,9 | |
| | I | 1,4 | 5,59 | 8,39 | 7,87 | 5,59 | 68,5 | 98,58 | 4,73 | 18,06 | 0,911 | 2186,22 | 31 | 34,2 | |
| | | 2,3 | 5,41 | 8,12 | 15,03 | 15,03 | 102,75 | 173,40 | 12,72 | 24,89 | 0,840 | 2016,72 | 10,6 | 25,6 | |
| | Portique transversal interne d'aire | VII | 1,4 | 7,91 | 11,87 | 8,50 | 7,91 | 68,5 | 66,44 | 6,70 | 20,65 | 0,874 | 2097,18 | 21 | 29,7 |
| | | | 2,3 | 7,41 | 11,12 | 8,02 | 7,41 | 68,5 | 55,92 | 6,27 | 20,65 | 0,882 | 2116,61 | 22,6 | 30,7 |
| VI | | 1,4 | 10,42 | 15,63 | 10,96 | 10,42 | 68,5 | 108,5 | 8,82 | 17,2 | 0,834 | 2001,36 | 15,2 | 24,8 | |
| | | 2,3 | 10,13 | 15,2 | 10,69 | 10,13 | 68,5 | 78,87 | 8,58 | 19,76 | 0,838 | 2012,2 | 15,7 | 25,4 | |
| V | | 1,4 | 10,42 | 15,63 | 11,17 | 10,42 | 68,5 | 112,68 | 8,82 | 16,85 | 0,834 | 2001,36 | 15,2 | 24,8 | |
| | | 2,3 | 10,13 | 15,2 | 10,9 | 10,13 | 68,5 | 123,08 | 8,58 | 15,95 | 0,839 | 2012,2 | 15,7 | 25,4 | |
| IV | | 1,4 | 10,42 | 15,63 | 11,50 | 10,42 | 68,5 | 124,05 | 8,82 | 16,12 | 0,834 | 2001,36 | 15,2 | 24,8 | |
| | | 2,3 | 10,13 | 15,2 | 11,23 | 10,13 | 68,5 | 134,98 | 8,58 | 15,18 | 0,838 | 2012,2 | 15,7 | 25,4 | |
| III | | 1,4 | 10,42 | 15,63 | 11,65 | 10,42 | 68,5 | 122,62 | 8,82 | 15,99 | 0,834 | 2001,36 | 15,2 | 24,8 | |
| | | 2,3 | 10,13 | 15,2 | 11,54 | 10,13 | 68,5 | 132,54 | 8,58 | 14,53 | 0,838 | 2012,2 | 15,7 | 25,4 | |
| II | | 1,4 | 10,42 | 15,63 | 12,14 | 10,42 | 68,5 | 134,98 | 8,82 | 15,18 | 0,834 | 2001,36 | 15,2 | 24,8 | |
| | | 2,3 | 10,13 | 15,2 | 12,43 | 10,13 | 68,5 | 150,21 | 8,58 | 13,61 | 0,838 | 2012,2 | 15,7 | 25,4 | |
| I | | 1,4 | 8,1 | 12,15 | 9,60 | 8,1 | 68,5 | 118,83 | 6,96 | 16,32 | 0,871 | 2089,94 | 29,4 | 29,3 | |
| | | 2,3 | 7,79 | 11,69 | 14,13 | 14,13 | 102,75 | 156,5 | 12,11 | 26,35 | 0,848 | 2035,1 | 11,3 | 26,6 | |

$A_t = 2,01 \text{ cm}^2$ (1 cadre + 1 étrier) $\phi 8$.

Espacement en RPA 81

En zone nodale : ρ ; $\rho \leq \min\left(\frac{h_t}{4}; 12\phi\right)$

avec ϕ le plus grand diamètre des barres longitudinales.
 $h_t = 50 \text{ cm}$; $\phi_{\max} = 16 \text{ mm}$; $\Rightarrow \rho \leq \min\left(\frac{50}{4}; 12 \cdot 1,6\right) = 12,5 \text{ cm}$

En zone courante : ρ'

$$\rho' \leq \frac{h_t}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ cm.}$$

Longueur de la zone nodale : $l' = 2h_t = 100 \text{ cm}$

pour toute les poutres, on adopte un espacement constant
 $t = 10 \text{ cm}$ en zone nodale
 $t = 20 \text{ cm}$ en zone courante.

Vérification de la condition de non fragilité (CCBA 68, Art. 52)

$$A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{bc}}$$

avec $b = 30 \text{ cm}$; $h = 45 \text{ cm}$; $\bar{\sigma}_b (SP_2) = 8,85 \text{ kg/cm}^2$
donc $A \geq 0,69 \cdot 30 \cdot 45 \cdot \frac{8,85}{4200} = 1,96 \text{ cm}^2 < A_{\min}^e = 6,15 \text{ cm}^2$ (vérifié)

Vérification de la fissuration

pour $\phi = 10 \text{ mm} \Rightarrow \bar{\sigma}_2 = 2832 \text{ bars}$, pour $\phi > 10 \text{ mm} \Rightarrow \bar{\sigma}_2 = 2800 \text{ kg/cm}^2$

or $\sigma_1 = k \cdot \eta \cdot \frac{\bar{\omega}_f}{\phi \cdot (1 + 10 \bar{\omega}_f)}$ qui doit être $\geq \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$ pour $\phi > 10 \text{ mm}$

$$\sigma_1 \geq \bar{\sigma}_a \Rightarrow k \cdot \eta \cdot \frac{\bar{\omega}_f}{\phi \cdot (1 + 10 \bar{\omega}_f)} \geq \bar{\sigma}_a \Rightarrow \bar{\omega}_f \geq \frac{\phi \bar{\sigma}_a}{k \eta - 10 \phi \bar{\sigma}_a} = \bar{\omega}_{f0}$$

à $\bar{\omega}_{f0}$ correspond une section minimale d'armature $A_0 = b \cdot \phi \cdot \bar{\omega}_{f0}$
avec $b \cdot \phi = 2 \cdot b \cdot d = 2 \cdot 30 \cdot 5 = 300 \text{ cm}^2$

$\bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$; $k = 1,5 \cdot 10^6$; $\eta = 1,6$ acier H.A.

En fonction des barres (diamètre) dans une section donnée
on va calculer la section A_0 que doit être pour que
la fissuration soit vérifiée.

$$\bar{\omega}_{f0} (\phi = 16) = \frac{16 \cdot 2800}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 1,6 - 10 \cdot 16 \cdot 2800} = 0,02295$$

$$\bar{\omega}_{f0} (\phi = 14) = \frac{14 \cdot 2800}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 1,6 - 10 \cdot 14 \cdot 2800} = 0,0195$$

$$\bar{\omega}_{f0} (\phi = 16) = 0,02295 \rightarrow A_0 = 6,89 \text{ cm}^2 < A_{\min}^e = 7,11 \text{ cm}^2$$

$$\bar{\omega}_{f0} (\phi = 14) = 0,0195 \rightarrow A_0 = 5,85 \text{ cm}^2 < A_{\min}^e = 6,15 \text{ cm}^2$$

(Vérifiée)

Condition de non entraînement des barres aux appuis

$$\tau_{di} = \frac{T}{P_{ui}} \times \frac{A_i}{A} \quad \text{avec } \zeta = \frac{x}{h} = \frac{x}{8} = \frac{4}{8} \cdot 45 = 39,375 \text{ cm.}$$

A_i : section d'une barre (i) ou d'un paquet de barres.

A : section totale des armatures tendues en cm^2 .

P_{ui} : Périmètre utile d'une barre (i) ou d'un paquet de barres

$$\bar{\tau}_d = 2\psi_d \cdot \bar{\sigma}_b \quad \text{avec } \psi_d = 1,5 \Rightarrow \bar{\tau}_d = 2 \cdot 1,5 \cdot 5,9 = 17,7 \text{ kg/cm}^2$$

on passe à dessous le tableau qui donne les valeurs de τ_{di} des deux portiques transversaux et ceci en prenant parmi les appuis ayant la même section d'armatures, long et le même diamètre ϕ , l'appui qui a le plus grand effort tranchant.

pour une barre : $P_{ui} = \pi \phi$.

pour un paquet de deux barres : $\begin{cases} P_{ui} = \pi \phi + 2d \\ P_{ui} = \frac{\pi \phi_1 + \pi \phi_2}{2} + 2d \end{cases}$

| Appuis | T_{\max} | paquet | $A(\text{cm}^2)$ | A_i/A | $P_{ui}(\text{cm})$ | τ_{di} |
|-----------|------------|----------|------------------|---------|---------------------|-------------|
| 4+14 | 10,42 | 1(14) | 6,15 | 0,25 | 4,4 | 15,04 |
| 2T14+2T16 | 10,42 | 1(14) | 9,1 | 0,22 | 4,4 | 13,23 |
| | | 1(16) | | 0,28 | 5,03 | 14,73 |
| 4T16 | 11,24 | 1(16) | 8,04 | 0,25 | 5,03 | 14,19 |
| 6T14 | 10,13 | 2(14) | 9,23 | 0,33 | 11,2 | 7,58 |
| 3T14+3T16 | 15,03 | (14)(16) | 10,65 | 0,33 | 11,71 | 10,76 |
| 5T16 | 14,03 | 16 | 10,05 | 0,2 | 5,03 | 14,17 |
| | | 2(16) | | 0,4 | 12,23 | 11,65 |
| 6T16 | 14,3 | 2(16) | 12,06 | 0,33 | 12,23 | 9,80 |

$$\tau_{\max di} = 15,04 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_d = 17,7 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{vérifiée}).$$

Condition de non écrasement du béton (CCBA.68. Art. 30.62)

$$\tau \geq 0,1 \phi \frac{\bar{\sigma}_a}{\bar{\sigma}_b} \left(1 + \frac{\phi}{d_1}\right) \nu.$$

$$\bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2 ; \bar{\sigma}_b = 68,5 \text{ kg/cm}^2 ; d_1 = 4 \text{ cm} ;$$

$\nu = 1$ lorsque la barre courbée est isolée ou fait partie d'un ensemble de barres courbées disposés en un seul lit.

$\nu = 5/3$ lorsque la barre courbée fait partie d'un ensemble de barres courbées disposés en deux lits.

$$\text{donc } \tau \geq 0,1 \phi \frac{2800}{68,5} \left(1 + \frac{\phi}{4}\right) \nu = 4,09 \cdot \phi \left(1 + 0,25 \phi\right) \nu$$

pour $\nu=1$; $\phi=14$; $\lambda \geq 7,73 < 6\phi = 8,4 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 6\phi = 8,4 \text{ cm}$
 pour $\nu=1$; $\phi=16$; $\lambda \geq 9,16 < 6\phi = 9,6 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 6\phi = 9,6 \text{ cm}$
 pour $\nu=5/3$; $\phi=14$; $\lambda \geq 12,88 < 10\phi = 14 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 10\phi = 14 \text{ cm}$
 pour $\nu=5/3$; $\phi=16$; $\lambda \geq 15,27 < 10\phi = 16 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 10\phi = 16 \text{ cm}$

Conditions aux appuis $T_{\max} = 15,03 \text{ t} \text{ (SR}_2)$

$$c = a - (d + \lambda) = 45 - (5 + \lambda^{\max}) = 45 - (5 + 16) = 24 \text{ cm}$$

$$c_0 = \frac{2T_{\max}}{b_0 \cdot \bar{\sigma}_{b_0}} = \frac{2 \cdot 15,03 \cdot 10^3}{30 \cdot 68,5} = 14,63 \text{ cm} < c = 24 \text{ cm (vériifié)}$$

pour ce qui est des armatures inférieures, la condition $A \geq \frac{T + M/2}{\bar{\sigma}_a}$ figure dans la (colonne A_{\min}).

Vérification de la flèche (CBA 68. Art. 61)

$$1/ A^r \leq 43 \quad b_0 h = 43 \cdot 30 \cdot 45 = 13,82 \text{ cm}^2 > A_s^{\max} = 12,06 \text{ cm}^2$$

$$2/ h_t \geq \frac{l}{16} \rightarrow h_t = 50 > \frac{l^{\max}}{16} = \frac{495}{16} = 30,94 \text{ cm}$$

$$3/ h_t \geq M_t \cdot \frac{l^{\max}}{10 M_0} \rightarrow h_t = 50 \geq \frac{l^{\max}}{10} \cdot \frac{M_t}{M_0} = 49,5 \frac{M_t}{M_0}$$

avec $\frac{M_t}{M_0} < 1$

Les 3 conditions précédentes sont vérifiées donc il est inutile de faire une justification de la flèche.

Ferraillage des poutres du portique longitudinal de rive

| Niveau | Niveau | MSP ₁ | 1.5MSP ₁ | MSP ₂ | μ | E | K | TSP ₁ | 1.5TSP ₁ | TSP ₂ | A ₀ ^{sup} | A ₀ ^{inf} | A ₀ ^{moy} | secl. adopt. | A (cm ²) |
|--------|--------|------------------|---------------------|------------------|--------|--------|------|------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|
| VII | 1 | -0,82 | -1,23 | -1,24 | 0,0191 | 0,9394 | 67,5 | 2,56 | 3,84 | 3,64 | 1,82 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 1,83 | 0,0108 | 0,9535 | 92,5 | | | | | | | 1,02 | 2,02 |
| | 2 | -1,57 | -2,36 | -3,23 | 0,0190 | 0,9394 | 67,5 | 2,66 | 3,99 | 3,38 | 1,82 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0,68 | 0,0040 | 0,9711 | 158 | | | | 0,37 | 1,36 | 4T14 | 6,15 | |
| | 3 | -1,55 | -2,33 | -3,17 | 0,0186 | 0,9398 | 68 | 2,68 | 3,95 | 3,39 | 1,79 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0,73 | 0,0043 | 0,9701 | 152 | | | | 0,40 | 1,38 | 4T14 | 6,15 | |
| | 4 | -1,35 | -2,03 | -3,03 | 0,0178 | 0,9412 | 70 | 2,41 | 3,62 | 3,29 | 1,70 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0,72 | 0,0042 | 0,9704 | 154 | | | | 0,39 | 1,30 | 4T14 | 6,15 | |
| 5 | -1,35 | -2,03 | -3,03 | 0,0178 | 0,9412 | 70 | 2,39 | 3,59 | 3,26 | 1,70 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 0,72 | 0,0042 | 0,9704 | 154 | | | | 0,39 | 1,29 | 4T14 | 6,15 | | |
| 6 | -1,35 | -2,03 | -3,03 | 0,0178 | 0,9412 | 69 | 2,39 | 3,59 | 3,26 | 1,70 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 0,72 | 0,0042 | 0,9704 | 154 | | | | 0,39 | 1,29 | 4T14 | 6,15 | | |
| 7 | -1,41 | -2,12 | -3,09 | 0,0182 | 0,9405 | 67,5 | 2,39 | 3,59 | 3,29 | 1,74 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 0,71 | 0,0042 | 0,9704 | 93 | | | | 0,39 | 1,29 | 4T14 | 6,15 | | |
| 8 | -0,83 | -1,25 | -1,25 | 0,0191 | 0,9394 | 468 | 2,54 | 3,81 | 3,60 | 1,82 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 1,82 | 0,0107 | 0,9537 | 57 | | | | 1,01 | 2,01 | 4T14 | 6,15 | | |
| VI | 1 | -1,23 | -1,85 | -6,07 | 0,0357 | 0,9491 | 49 | 3,19 | 4,79 | 5,35 | 3,49 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 4,31 | 0,0253 | 0,9306 | 70 | | | | 2,45 | 3,88 | 4T14 | 6,15 | |
| | 2 | -1,99 | -2,99 | -5,6 | 0,0329 | 0,9219 | 49 | 3,35 | 5,03 | 5,07 | 3,21 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 3,01 | 0,0177 | 0,9412 | 70 | | | | 1,69 | 3,03 | 4T14 | 6,15 | |
| | 3 | -1,99 | -2,99 | -5,6 | 0,0329 | 0,9219 | 50,5 | 3,25 | 5,03 | 4,92 | 3,21 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 3,01 | 0,0177 | 0,9412 | 74,5 | | | | 1,69 | 3,02 | 4T14 | 6,15 | |
| | 4 | -1,72 | -2,58 | -5,38 | 0,0316 | 0,9237 | 50,5 | 3,06 | 4,59 | 4,92 | 3,08 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 2,91 | 0,0171 | 0,9422 | 74,5 | | | | 1,63 | 2,93 | 4T14 | 6,15 | |
| 5 | -1,72 | -2,58 | -5,38 | 0,0316 | 0,9237 | 50,5 | 3,04 | 4,56 | 4,86 | 3,08 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 2,91 | 0,0171 | 0,9422 | 74,5 | | | | 1,63 | 2,92 | 4T14 | 6,15 | | |
| 6 | -1,72 | -2,58 | -5,37 | 0,0316 | 0,9237 | 50,5 | 3,04 | 4,56 | 4,86 | 3,08 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 2,90 | 0,0171 | 0,9422 | 74,5 | | | | 1,63 | 2,92 | 4T14 | 6,15 | | |
| 7 | -1,72 | -2,58 | -5,37 | 0,0316 | 0,9237 | 468 | 3,04 | 4,56 | 5,05 | 3,08 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 2,90 | 0,0171 | 0,9422 | 57 | | | | 1,63 | 2,92 | 4T14 | 6,15 | | |
| 8 | -1,23 | -1,85 | -6,07 | 0,0357 | 0,9491 | 39,4 | 3,18 | 4,77 | 5,30 | 3,49 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 4,31 | 0,0253 | 0,9306 | 45,4 | | | | 2,45 | 3,87 | 4T14 | 6,15 | | |
| V | 1 | -1,24 | -1,86 | -8,15 | 0,0479 | 0,9081 | 44,6 | 3,18 | 4,77 | 6,17 | 4,75 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 6,37 | 0,0375 | 0,9172 | 53,5 | | | | 3,68 | 5,37 | 4T14 | 6,15 | |
| | 2 | -1,99 | -2,99 | -7,4 | 0,0435 | 0,9117 | 44,6 | 3,35 | 5,03 | 6,10 | 4,30 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 4,84 | 0,0285 | 0,9270 | 53,5 | | | | 2,76 | 4,38 | 4T14 | 6,15 | |
| | 3 | -1,99 | -2,99 | -7,4 | 0,0435 | 0,9117 | 42,6 | 3,35 | 5,03 | 5,83 | 4,30 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 4,84 | 0,0285 | 0,9270 | 54,5 | | | | 2,76 | 4,38 | 4T14 | 6,15 | |
| | 4 | -1,72 | -2,58 | -7,13 | 0,0419 | 0,9132 | 42,6 | 3,05 | 4,58 | 5,86 | 4,13 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 4,66 | 0,0274 | 0,9281 | 54,5 | | | | 2,66 | 4,21 | 4T14 | 6,15 | |
| 5 | -1,72 | -2,58 | -7,13 | 0,0419 | 0,9132 | 42,6 | 3,04 | 4,56 | 5,80 | 4,13 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 4,66 | 0,0274 | 0,9281 | 54,5 | | | | 2,66 | 4,20 | 4T14 | 6,15 | | |
| 6 | -1,72 | -2,58 | -7,15 | 0,0420 | 0,9132 | 42,6 | 3,04 | 4,56 | 5,80 | 4,14 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 4,68 | 0,0275 | 0,9281 | 54,5 | | | | 2,67 | 4,21 | 4T14 | 6,15 | | |
| 7 | -1,72 | -2,58 | -7,15 | 0,0420 | 0,9132 | 39,4 | 3,04 | 4,56 | 6,07 | 4,14 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 4,68 | 0,0275 | 0,9281 | 45,4 | | | | 2,67 | 4,21 | 4T14 | 6,15 | | |
| 8 | -1,24 | -1,86 | -8,15 | 0,0479 | 0,9081 | 34,5 | 3,17 | 4,76 | 6,31 | 4,75 | | | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 6,37 | 0,0375 | 0,9172 | 38 | | | | 3,68 | 5,35 | 4T14 | 6,15 | | |

Suite du ferrailage des poutres du portique longitudinal de
axe.

| Niv. | Noord | M(CSP ₁) | M(CSP ₂) | M(SP ₂) | μ | E | K | TSP ₁ | 4TSP ₁ | TSP ₂ | R _{top} ^{app} | A _{ot} ^{inf} | A _m ^m | Secl. adop. | A (cm ²) |
|------------|-------|----------------------|----------------------|---------------------|--------|--------|------|------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|
| III | 1 | -1,24 | -1,86 | -10,37 | 0,0592 | 0,8990 | 34,5 | 3,18 | 4,77 | 7,44 | 6,1 | 5,02 | 5,2 | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 8,59 | 0,0505 | 0,9057 | 38 | | | | | | | | |
| | 2 | -1,99 | -2,99 | -9,08 | 0,0534 | 0,9035 | 36,8 | 3,35 | 5,03 | 7,14 | 5,32 | 3,76 | 5,64 | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 6,52 | 0,0383 | 0,9167 | 45 | | | | | | | | |
| | 3 | -1,99 | -2,99 | -9,08 | 0,0534 | 0,9035 | 36,8 | 3,35 | 5,03 | 6,71 | 5,32 | 3,76 | 5,54 | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 6,52 | 0,0383 | 0,9167 | 45 | | | | | | | | |
| | 4 | -1,72 | -2,58 | -8,75 | 0,0514 | 0,9049 | 37,6 | 3,05 | 4,58 | 6,24 | 5,12 | 3,62 | 5,40 | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 6,28 | 0,0369 | 0,9180 | 46 | | | | | | | | |
| 5 | -1,72 | -2,58 | -8,75 | 0,0514 | 0,9049 | 37,6 | 3,04 | 4,56 | 6,66 | 5,12 | 3,62 | 5,38 | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 6,28 | 0,0369 | 0,9180 | 46 | | | | | | | | | 4T14 |
| 6 | -1,72 | -2,58 | -8,75 | 0,0514 | 0,9049 | 37,6 | 3,04 | 4,56 | 6,66 | 5,12 | 3,62 | 5,38 | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 6,28 | 0,0369 | 0,9180 | 46 | | | | | | | | | 4T14 |
| 7 | -1,72 | -2,58 | -8,75 | 0,0514 | 0,9049 | 37,6 | 3,04 | 4,56 | 7,09 | 5,12 | 3,62 | 5,49 | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 6,28 | 0,0369 | 0,9180 | 46 | | | | | | | | | 4T14 |
| 8 | -1,24 | -1,86 | -10,37 | 0,0592 | 0,8990 | 34,5 | 3,17 | 4,76 | 7,33 | 6,1 | 5,02 | 5,17 | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 8,59 | 0,0505 | 0,9057 | 38 | | | | | | | | | 4T14 |
| III | 1 | -1,24 | -1,86 | -11,31 | 0,0665 | 0,8938 | 32,1 | 3,18 | 4,77 | 8,02 | 4,70 | 5,99 | 3,67 | 2T16 + 2T14 | 7,1 |
| | | | | 9,53 | 0,0560 | 0,9016 | 35,8 | | | | | | | | |
| | 2 | -1,99 | -2,99 | -10,07 | 0,0592 | 0,8990 | 34,5 | 3,35 | 5,03 | 7,75 | 5,83 | 4,36 | 6,39 | 2T14 + 2T16 | 7,1 |
| | | | | 7,51 | 0,0442 | 0,9111 | 44,2 | | | | | | | | |
| | 3 | -1,99 | -2,99 | -10,07 | 0,0592 | 0,8990 | 34,5 | 3,35 | 5,03 | 7,23 | 5,93 | 4,36 | 6,26 | 2T14 + 2T16 | 7,1 |
| | | | | 7,51 | 0,0442 | 0,9111 | 44,2 | | | | | | | | |
| | 4 | -1,72 | -2,58 | -9,7 | 0,0570 | 0,9008 | 35,4 | 3,05 | 4,58 | 7,26 | 5,73 | 4,19 | 6,1 | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 7,23 | 0,0425 | 0,9126 | 42,2 | | | | | | | | |
| 5 | -1,72 | -2,58 | -9,7 | 0,0570 | 0,9008 | 35,4 | 3,04 | 4,56 | 7,17 | 5,73 | 4,19 | 6,08 | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 7,23 | 0,0425 | 0,9126 | 42,2 | | | | | | | | | 4T14 |
| 6 | -1,72 | -2,58 | -9,68 | 0,0569 | 0,9008 | 35,4 | 3,04 | 4,56 | 7,16 | 5,69 | 4,18 | 6,03 | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 7,21 | 0,0424 | 0,9126 | 42,2 | | | | | | | | | 4T14 |
| 7 | -1,72 | -2,58 | -9,68 | 0,0569 | 0,9008 | 35,4 | 3,04 | 4,56 | 7,59 | 5,69 | 4,18 | 6,17 | 4T14 | 6,15 | |
| | | | 7,21 | 0,0424 | 0,9126 | 42,2 | | | | | | | | | 4T14 |
| 8 | -1,24 | -1,86 | -11,31 | 0,0665 | 0,8938 | 32,1 | 3,17 | 4,76 | 7,83 | 6,70 | 5,99 | 3,63 | 2T16 + 2T16 | 7,1 | |
| | | | 9,53 | 0,0560 | 0,9016 | 35,8 | | | | | | | | | 4T16 |
| II | 1 | -1,24 | -1,86 | -16,62 | 0,0977 | 0,8753 | 25,1 | 3,18 | 4,77 | 9,69 | 10,05 | 8,91 | 11,27 | 5T16 | 10,05 |
| | | | | 14,84 | 0,0872 | 0,8810 | 27 | | | | | | | | |
| | 2 | -1,99 | -2,99 | -14,18 | 0,0657 | 0,8943 | 32,3 | 3,35 | 5,03 | 9,37 | 6,62 | 5,04 | 7,44 | 2T16 + 2T16 | 7,1 |
| | | | | 8,62 | 0,0507 | 0,9057 | 38 | | | | | | | | |
| | 3 | -1,99 | -2,99 | -14,18 | 0,0657 | 0,8943 | 32,3 | 3,35 | 5,03 | 7,81 | 6,62 | 5,04 | 7,07 | 2T16 + 2T16 | 7,1 |
| | | | | 8,62 | 0,0507 | 0,9057 | 38 | | | | | | | | |
| | 4 | -1,72 | -2,58 | -10,77 | 0,0633 | 0,8960 | 33,1 | 3,05 | 4,58 | 7,84 | 6,36 | 4,84 | 6,89 | 2T16 + 2T16 | 7,1 |
| | | | | 8,30 | 0,0488 | 0,9071 | 38,8 | | | | | | | | |
| 5 | -1,72 | -2,58 | -10,77 | 0,0633 | 0,8960 | 33,1 | 3,04 | 4,56 | 7,74 | 6,36 | 4,84 | 6,86 | 2T16 + 2T16 | 7,1 | |
| | | | 8,30 | 0,0488 | 0,9071 | 38,8 | | | | | | | | | 2T16 + 2T16 |
| 6 | -1,72 | -2,58 | -10,77 | 0,0633 | 0,8960 | 33,1 | 3,04 | 4,56 | 7,74 | 6,36 | 4,84 | 6,86 | 2T16 + 2T16 | 7,1 | |
| | | | 8,30 | 0,0488 | 0,9071 | 38,8 | | | | | | | | | 2T16 + 2T16 |
| 7 | -1,72 | -2,58 | -10,77 | 0,0633 | 0,8960 | 33,1 | 3,04 | 4,58 | 7,30 | 6,36 | 4,84 | 7,23 | 2T16 + 2T16 | 7,1 | |
| | | | 8,30 | 0,0488 | 0,9071 | 38,8 | | | | | | | | | 4T16 |
| 8 | -1,24 | -1,86 | -16,62 | 0,0977 | 0,8753 | 25,1 | 3,17 | 4,76 | 9,54 | 10,05 | 8,91 | 11,25 | 5T16 | 10,05 | |
| | | | 14,84 | 0,0872 | 0,8810 | 27 | | | | | | | | | 6T16 |

Suite du ferrailage des poutres du portique longitudinal de rive

| Niveau | Niveau | MSP ₁ | 45MSP ₁ | MSP ₂ | μ | ϵ | κ | TSP ₁ | 45TSP ₁ | TSP ₂ | A _{0T} | A _{0T} | A _{0T} | Sech adap. | A |
|--------|--------|------------------|--------------------|------------------|--------|------------|----------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|------|
| I | 1 | -1,21 | -1,82 | -11,45 | 0,0673 | 0,8934 | 31,9 | 3,20 | 4,18 | 8,37 | 6,78 | | | 4T16 | 8,04 |
| | | | | 9,72 | 0,0571 | 0,9004 | 35,2 | | | | | 5,74 | 7,87 | 4T16 | 8,04 |
| | 2 | -1,99 | -2,99 | -11,5 | 0,0676 | 0,8932 | 31,8 | 3,35 | 5,03 | 8,09 | 6,81 | | | 2T14+2T16 | 7,1 |
| | | | | 8,91 | 0,0524 | 0,9042 | 37,2 | | | | | 5,21 | 7,31 | 4T16 | 8,04 |
| | 3 | -1,99 | -2,99 | -11,5 | 0,0676 | 0,8932 | 31,8 | 3,35 | 5,03 | 7,97 | 6,81 | | | 2T14+2T16 | 7,1 |
| | | | | 8,91 | 0,0524 | 0,9042 | 37,2 | | | | | 5,21 | 7,29 | 4T16 | 8,04 |
| | 4 | -1,72 | -2,58 | -11,06 | 0,0650 | 0,8950 | 32,6 | 3,06 | 4,59 | 8,01 | 6,54 | | | 2T14+2T16 | 7,1 |
| | | | | 8,59 | 0,0505 | 0,9057 | 38 | | | | | 5,02 | 7,1 | 2T14+2T16 | 7,1 |
| 5 | -1,72 | -2,58 | -11,06 | 0,0650 | 0,8950 | 32,6 | 3,04 | 4,56 | 7,90 | 6,54 | | | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| | | | 8,59 | 0,0505 | 0,9057 | 38 | | | | | 5,02 | 7,08 | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| 6 | -1,72 | -2,58 | -11,11 | 0,0653 | 0,8947 | 32,5 | 3,04 | 4,56 | 7,90 | 6,57 | | | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| | | | 8,64 | 0,0508 | 0,9057 | 38 | | | | | 5,05 | 7,11 | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| 7 | -1,72 | -2,58 | -11,11 | 0,0653 | 0,8947 | 32,5 | 3,04 | 4,56 | 8,01 | 6,57 | | | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| | | | 8,64 | 0,0508 | 0,9057 | 38 | | | | | 5,05 | 7,13 | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| 8 | -1,10 | -1,65 | -11,34 | 0,0667 | 0,8936 | 32 | 3,18 | 4,77 | 8,27 | 6,71 | | | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| | | | 9,81 | 0,0577 | 0,9000 | 35 | | | | | 5,77 | 7,90 | 4T16 | 8,04 | |

Ferrailage des poutres du portique longitudinal

intermédiaire.

| Niv. | Niveau | MSP ₁ | 45MSP ₁ | MSP ₂ | μ | ϵ | κ | TSP ₁ | 45TSP ₁ | TSP ₂ | A _{0T} | A _{0T} | A _{0T} | Sech. ad. | A |
|------|--------|------------------|--------------------|------------------|--------|------------|----------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|------|
| III | 1 | -1,54 | -2,31 | -3,78 | 0,0222 | 0,9746 | 64,5 | 4,79 | 7,19 | 5,74 | 2,14 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 1,18 | 0,0069 | 0,9624 | 118 | | | | | 0,65 | 2,42 | 4T14 | 6,15 |
| | 2 | -2,98 | -4,47 | -4,44 | 0,0263 | 0,9296 | 56 | 5,06 | 7,59 | 5,71 | 2,54 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0 | / | / | / | | | | | 0 | 4,81 | 4T14 | 6,15 |
| | 3 | -2,96 | -4,44 | -4,39 | 0,0261 | 0,9301 | 56,5 | 5,08 | 7,62 | 7,19 | 2,53 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0 | / | / | / | | | | | 0 | 4,81 | 4T14 | 6,15 |
| | 4 | -2,51 | -3,77 | -4,04 | 0,0238 | 0,9323 | 59,5 | 4,54 | 6,74 | 5,28 | 2,29 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0 | / | / | / | | | | | 0 | 4,61 | 4T14 | 6,15 |
| | 5 | -2,51 | -3,77 | -4,04 | 0,0238 | 0,9323 | 59,5 | 4,46 | 6,69 | 5,21 | 2,29 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0 | / | / | / | | | | | 0 | 4,59 | 4T14 | 6,15 |
| | 6 | -2,51 | -3,77 | -4,05 | 0,0238 | 0,9323 | 59,5 | 4,46 | 6,69 | 5,21 | 2,30 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0 | / | / | / | | | | | 0 | 4,59 | 4T14 | 6,15 |
| | 7 | -2,51 | -3,77 | -4,05 | 0,0238 | 0,9323 | 59,5 | 4,46 | 6,69 | 5,38 | 2,30 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 0 | / | / | / | | | | | 0 | 4,59 | 4T14 | 6,15 |
| | 8 | -1,11 | -1,70 | -3,37 | 0,0198 | 0,9379 | 65,5 | 4,49 | 6,74 | 5,93 | 1,90 | | | 4T14 | 6,15 |
| | | | | 1,50 | 0,0088 | 0,9576 | 103 | | | | | 0,83 | 2,51 | | 6,15 |

Suite du ferrailage des poutres du portique longitudinal
intermédiaire

| N ^o | Noord | MSP ₁ | 1,5MSP ₁ | MSP ₂ | μ | ϵ | K | TSP ₁ | 1,5TSP ₁ | TSP ₂ | A ₀ ^{sup} | A ₀ ^{inf} | A ₀ ^{min} | sect. adop. | A |
|----------------|-------|------------------|---------------------|------------------|--------|------------|------|------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|------|
| II | 1 | -2,38 | -3,57 | -6,80 | 0,0400 | 0,9150 | 43,8 | 6,22 | 9,33 | 7,97 | 3,93 | | | 4T14 | 6.15 |
| | | | | 3,51 | 0,0206 | 0,9171 | 64,5 | | | | | 1,98 | 4,34 | 4T14 | |
| | 2 | -3,96 | -5,94 | -7,05 | 0,0415 | 0,9135 | 42,8 | 6,72 | 10,08 | 7,89 | 4,08 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 2,05 | 0,0121 | 0,9507 | 86,5 | | | | | 1,14 | 3,64 | 4T14 | |
| | 3 | -3,96 | -5,94 | -7,05 | 0,0415 | 0,9135 | 42,8 | 6,72 | 10,08 | 7,89 | 4,08 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 2,05 | 0,0121 | 0,9507 | 86,5 | | | | | 1,14 | 3,64 | 4T14 | |
| | 4 | -3,34 | -5,01 | -6,61 | 0,0389 | 0,9161 | 44,6 | 5,95 | 8,93 | 7,43 | 3,82 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 2 | 0,0118 | 0,9515 | 88 | | | | | 1,11 | 3,33 | 4T14 | |
| 5 | -3,34 | -5,01 | -6,61 | 0,0389 | 0,9161 | 44,6 | 5,91 | 8,87 | 7,35 | 3,82 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 2 | 0,0118 | 0,9515 | 88 | | | | | 1,11 | 3,30 | 4T14 | | |
| 6 | -3,34 | -5,01 | -6,60 | 0,0388 | 0,9161 | 44,6 | 5,91 | 8,87 | 7,35 | 3,81 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 1,99 | 0,0117 | 0,9517 | 88,5 | | | | | 1,10 | 3,29 | 4T14 | | |
| 7 | -3,34 | -5,01 | -6,60 | 0,0388 | 0,9561 | 44,6 | 5,91 | 8,87 | 7,39 | 3,81 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 1,99 | 0,0117 | 0,9517 | 88,5 | | | | | 1,10 | 3,29 | 4T14 | | |
| 8 | -2,38 | -3,57 | -6,80 | 0,0400 | 0,9150 | 43,8 | 6,16 | 9,24 | 7,87 | 3,93 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 3,51 | 0,0206 | 0,9371 | 64,5 | | | | | 1,98 | 4,32 | 4T14 | | |
| III | 1 | -2,43 | -3,65 | -8,77 | 0,0516 | 0,9049 | 37,6 | 6,18 | 9,27 | 8,89 | 5,13 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 5,42 | 0,0319 | 0,9231 | 50 | | | | | 3,11 | 5,49 | 4T14 | |
| | 2 | -3,96 | -5,94 | -8,61 | 0,0506 | 0,9057 | 38 | 6,72 | 10,08 | 8,66 | 5,03 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 3,78 | 0,0222 | 0,9346 | 61,5 | | | | | 2,14 | 4,69 | 4T14 | |
| | 3 | -3,96 | -5,94 | -8,61 | 0,0506 | 0,9057 | 38 | 6,72 | 10,08 | 8,66 | 5,03 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 3,78 | 0,0222 | 0,9346 | 61,5 | | | | | 2,14 | 4,69 | 4T14 | |
| | 4 | -3,34 | -5,01 | -8,50 | 0,0500 | 0,9064 | 38,4 | 5,93 | 8,90 | 8,30 | 4,96 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 3,89 | 0,0229 | 0,9338 | 60,5 | | | | | 2,20 | 4,47 | 4T14 | |
| 5 | -3,34 | -5,01 | -8,50 | 0,0500 | 0,9064 | 38,4 | 5,91 | 8,87 | 8,29 | 4,96 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 3,89 | 0,0229 | 0,9338 | 60,5 | | | | | 2,20 | 4,46 | 4T14 | | |
| 6 | -3,34 | -5,01 | -8,50 | 0,0500 | 0,9064 | 38,4 | 5,91 | 8,87 | 8,29 | 4,96 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 3,89 | 0,0229 | 0,9338 | 60,5 | | | | | 2,20 | 4,46 | 4T14 | | |
| 7 | -3,34 | -5,01 | -8,50 | 0,0500 | 0,9064 | 38,4 | 5,91 | 8,87 | 8,48 | 4,96 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 3,89 | 0,0229 | 0,9338 | 60,5 | | | | | 2,20 | 4,46 | 4T14 | | |
| 8 | -2,43 | -3,65 | -8,77 | 0,0516 | 0,9049 | 37,6 | 6,16 | 9,24 | 8,89 | 5,13 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 5,42 | 0,0319 | 0,9231 | 50 | | | | | 3,11 | 5,47 | 4T14 | | |
| IV | 1 | -2,43 | -3,65 | -10,85 | 0,0638 | 0,8956 | 32,9 | 6,18 | 9,27 | 9,87 | 6,41 | | | 2T14+2T16 | 7,1 |
| | | | | 7,50 | 0,0441 | 0,9111 | 41,2 | | | | | 4,36 | 6,86 | 2T14+2T16 | |
| | 2 | -3,96 | -5,94 | -10,13 | 0,0596 | 0,8988 | 34,4 | 6,72 | 10,08 | 9,37 | 5,96 | | | 4T14 | 6.15 |
| | | | | 5,35 | 0,0315 | 0,9237 | 50,5 | | | | | 3,07 | 3,24 | 4T14 | |
| | 3 | -3,96 | -5,94 | -10,13 | 0,0596 | 0,8988 | 34,4 | 6,72 | 10,08 | 9,37 | 5,96 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 5,35 | 0,0315 | 0,9237 | 50,5 | | | | | 3,07 | 3,24 | 4T14 | |
| | 4 | -3,34 | -5,01 | -9,76 | 0,0573 | 0,9004 | 35,2 | 5,93 | 8,90 | 9,12 | 5,73 | | | 4T14 | 1 |
| | | | | 5,14 | 0,0302 | 0,9248 | 51,5 | | | | | 2,94 | 5,28 | 4T14 | |
| 5 | -3,34 | -5,01 | -9,76 | 0,0573 | 0,9004 | 35,2 | 5,91 | 8,87 | 9,03 | 5,73 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 5,14 | 0,0302 | 0,9248 | 51,5 | | | | | 2,94 | 5,26 | 4T14 | | |
| 6 | -3,34 | -5,01 | -9,76 | 0,0574 | 0,9004 | 35,2 | 5,91 | 8,87 | 9,03 | 5,74 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 5,15 | 0,0303 | 0,9248 | 51,5 | | | | | 2,95 | 5,27 | 4T14 | | |
| 7 | -3,34 | -5,01 | -9,76 | 0,0574 | 0,9004 | 35,2 | 5,91 | 8,87 | 9,32 | 5,74 | | | 4T14 | 1 | |
| | | | 5,15 | 0,0303 | 0,9248 | 51,5 | | | | | 2,95 | 5,33 | 4T14 | | |
| 8 | -2,43 | -3,65 | -10,85 | 0,0638 | 0,8956 | 32,9 | 6,16 | 9,24 | 9,79 | 6,41 | | | 2T14+2T16 | 7,1 | |
| | | | 7,50 | 0,0441 | 0,9111 | 41,2 | | | | | 4,36 | 6,86 | 2T14+2T16 | | 7,1 |

calcul des contraintes (poutres du portique longitudinal
de rive)

| Niv. | Noeud | MSP ₂ | A | $\bar{\omega}$ | K | E | σ_a | σ'_b | Niv. | Noeud | MSP ₂ | A | $\bar{\omega}$ | K | E | σ_a | σ'_b | |
|------|-------|------------------|------|----------------|------|--------|------------|-------------|------|-------|------------------|--------|----------------|-------|--------|------------|-------------|--------|
| III | 1 | -2,24 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 1304,73 | 38,72 | II | 1 | -16,8 | 10,05 | 0,744 | 25,1 | 0,8753 | 4198,51 | 167,27 | |
| | 2 | -3,23 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 1300,7 | 38,60 | | 2 | -11,18 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3925,97 | 126,64 | |
| | 3 | -3,17 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | 1276,54 | | 37,88 | 3 | -11,18 | " | " | " | " | " | " |
| | 4 | -3,03 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | 1220,16 | | 36,21 | 4 | -10,77 | " | " | " | " | " | " |
| | 5 | -3,03 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | " | 5 | -10,77 | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | -3,03 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | " | 6 | -10,77 | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | -3,09 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | " | 7 | -10,77 | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | -3,25 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | 1244,32 | | 36,92 | 8 | -16,62 | 10,05 | 0,744 | 25,1 | 0,8753 | 4198,51 | 167,27 |
| III | 1 | -6,07 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 1308,75 | 38,84 | I | 1 | -11,45 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 3573,14 | 124,07 | |
| | 2 | -5,6 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2444,35 | 72,53 | | 2 | -11,5 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 4038,34 | 130,27 | |
| | 3 | -5,6 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2255,08 | 66,92 | | 3 | -11,5 | " | " | " | " | " | " | |
| | 4 | -5,38 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2456,50 | 72,89 | | 4 | -11,06 | " | " | " | " | " | " | |
| | 5 | -5,38 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2166,49 | 64,29 | | 5 | -11,06 | " | " | " | " | 3883,83 | 125,29 | |
| | 6 | -5,37 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 6 | -11,41 | " | " | " | " | " | " | |
| | 7 | -5,37 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2162,46 | 64,17 | | 7 | -11,41 | " | " | " | " | 3901,39 | 125,85 | |
| | 8 | -6,07 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 8 | -11,74 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 3982,16 | 128,46 | |
| II | 1 | -8,15 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2444,35 | 72,53 | III | 1 | -11,31 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3971,62 | 128,12 | |
| | 2 | -7,4 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 3281,95 | 97,39 | | 2 | -10,07 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 4055,12 | 120,33 | |
| | 3 | -7,4 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2979,93 | 87,43 | | 3 | -9,7 | 6,15 | " | " | " | " | " | |
| | 4 | -7,13 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2979,93 | " | | 4 | -9,7 | 6,15 | " | " | " | 3906,18 | 115,91 | |
| | 5 | -7,13 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2871,21 | 85,2 | | 5 | -9,7 | 6,15 | " | " | " | " | " | |
| | 6 | -7,15 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 6 | -9,68 | 6,15 | " | " | " | 3898,07 | 115,67 | |
| | 7 | -7,15 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 2879,26 | 85,44 | | 7 | -9,68 | 6,15 | " | " | " | " | " | |
| | 8 | -8,15 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 8 | -11,31 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3971,62 | 128,12 | |
| III | 1 | -10,37 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 3281,95 | 97,39 | III | 1 | -11,31 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3971,62 | 128,12 | |
| | 2 | -9,08 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 4175,93 | 123,92 | | 2 | -10,07 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 4055,12 | 120,33 | |
| | 3 | -9,08 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 3652,46 | 108,5 | | 3 | -9,7 | 6,15 | " | " | " | " | " | |
| | 4 | -8,75 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 4 | -9,7 | 6,15 | " | " | " | " | " | |
| | 5 | -8,75 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | 3523,57 | 104,56 | | 5 | -9,7 | 6,15 | " | " | " | 3906,18 | 115,91 | |
| | 6 | -8,75 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 6 | -9,68 | 6,15 | " | " | " | " | " | |
| | 7 | -8,75 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 7 | -9,68 | 6,15 | " | " | " | 3898,07 | 115,67 | |
| | 8 | -10,37 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | " | " | " | | 8 | -11,31 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3971,62 | 128,12 | |

$$\bar{\sigma}_a (SP_2) = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}'_b (SP_2) = 205,5 \text{ kg/cm}^2$$

calcul des contraintes (poutres du portique longitudinal
juste au diamètre)

| Niv. | Noeud | MSP ₂ | A | $\bar{\omega}$ | κ | ε | σ'_a | σ'_b | Niv. | Noeud | MSP ₂ | A | $\bar{\omega}$ | κ | ε | σ'_a | σ'_b | |
|------|-------|---------------------|------|----------------|----------|---------------|-------------|-------------|---|-------|------------------|-------|----------------|----------|---------------|-------------|-------------|--------|
| VII | 1 | -3,78 | 6,15 | 0,456 | 33,7 | 0,8973 | 1522,18 | 45,17 | II | 1 | -16,64 | 12,06 | 0,893 | 22,48 | 0,8664 | 3538,96 | 157,78 | |
| | 2 | -2,98 ⁵⁹ | " | " | " | " | 1200,03 | 35,61 | | 2 | -12,08 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 3769,74 | 139,89 | |
| | 3 | -2,96 ⁵⁹ | " | " | " | " | " | 1191,97 | | 35,37 | 3 | " | 8,04 | " | " | " | " | " |
| | 4 | -4,04 | " | " | " | " | " | 1626,88 | | 48,28 | 4 | 11,63 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 4083,99 | 131,74 |
| | 5 | -4,04 | " | " | " | " | " | " | | " | 5 | " | 7,1 | " | " | " | " | " |
| | 6 | -4,05 | " | " | " | " | " | 1639,91 | | 48,40 | 6 | " | 7,1 | " | " | " | " | " |
| | 7 | -4,05 | " | " | " | " | " | " | | " | 7 | " | 7,1 | " | " | " | " | " |
| | 8 | -3,37 | " | " | " | " | " | 1357,08 | | 40,27 | 8 | 16,64 | 12,06 | 0,893 | 22,48 | 0,8664 | 3538,96 | 157,78 |
| VI | 1 | -6,80 | " | " | " | " | 2738,32 | 81,26 | I | 1 | 11,85 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 4161,25 | 134,23 | |
| | 2 | -7,05 | " | " | " | " | 2838,99 | 84,24 | | 2 | -12,45 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 3885,21 | 134,90 | |
| | 3 | -7,05 | " | " | " | " | " | " | | 3 | " | 8,04 | " | " | " | " | " | |
| | 4 | -6,61 | " | " | " | " | 2661,81 | 78,99 | | 4 | 11,94 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 4192,85 | 135,25 | |
| | 5 | -6,61 | " | " | " | " | " | " | | 5 | " | 7,1 | " | " | " | " | " | |
| | 6 | -6,60 | " | " | " | " | 2657,78 | 78,87 | | 6 | -12 | 8,04 | 0,596 | 28,8 | 0,8857 | 3744,78 | 130,03 | |
| | 7 | -6,60 | " | " | " | " | " | " | | 7 | -12 | 8,04 | " | " | " | " | " | |
| | 8 | -6,80 | " | " | " | " | 2738,32 | 84,26 | | 8 | 11,85 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 4161,25 | 134,23 | |
| V | 1 | -8,77 | " | " | " | " | 3531,62 | 104,80 | $\bar{\sigma}'_a (SP_2) = 4200 \text{ kg/cm}^2$ $\bar{\sigma}'_b (SP_2) = 205,5 \text{ kg/cm}^2$ | | | | | | | | | |
| | 2 | -8,61 | " | " | " | " | 3467,19 | 102,84 | | | | | | | | | | |
| | 3 | -8,61 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 4 | -8,50 | " | " | " | " | 3422,90 | 101,57 | | | | | | | | | | |
| | 5 | -8,50 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 6 | -8,50 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 7 | -8,50 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 8 | -8,77 | " | " | " | " | 3531,62 | 104,80 | | | | | | | | | | |
| III | 1 | -10,85 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3810,09 | 122,91 | | | | | | | | | | |
| | 2 | -10,13 | 6,15 | 0,456 | 33,8 | 0,8973 | 4079,29 | 121,05 | | | | | | | | | | |
| | 3 | -10,13 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 4 | -9,75 | " | " | " | " | 3926,26 | 116,51 | | | | | | | | | | |
| | 5 | -9,75 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 6 | -9,76 | " | " | " | " | 3930,29 | 116,63 | | | | | | | | | | |
| | 7 | -9,76 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 8 | -10,85 | 7,1 | 0,526 | 31 | 0,8913 | 3810,09 | 122,91 | | | | | | | | | | |
| III | 1 | -11,71 | 7,1 | " | " | " | 4112,09 | 132,65 | | | | | | | | | | |
| | 2 | -11,05 | " | " | " | " | 3880,32 | 125,17 | | | | | | | | | | |
| | 3 | -11,05 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 4 | -10,64 | " | " | " | " | 3736,34 | 120,53 | | | | | | | | | | |
| | 5 | -10,64 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 6 | -10,61 | " | " | " | " | 3725,81 | 120,19 | | | | | | | | | | |
| | 7 | -10,61 | " | " | " | " | " | " | | | | | | | | | | |
| | 8 | -11,71 | " | " | " | " | 4112,09 | 132,65 | | | | | | | | | | |

Asymetres transversales (poutres du pontique longitudinal de rive)

| Niv. | NOEUD | T(t) | σ'_{b0} | σ'_b | τ_b | $\bar{\tau}_b$ | ρ | $\bar{\sigma}_{at}$ | t(cm) | F(cm) |
|------|-------|------|----------------|-------------|----------|----------------|--------|---------------------|-------|-------|
| III | 1 | 2,56 | 68,5 | 38,72 | 2,17 | 20,65 | 0,959 | 2301,92 | 71,2 | 40 |
| | 2 | 2,66 | " | 38,60 | 2,25 | " | 0,958 | 2298,31 | 69,4 | 39,9 |
| | 3 | 2,63 | " | 37,88 | 2,23 | " | " | 2299,21 | 69,2 | " |
| | 4 | 2,41 | " | 36,21 | 2,04 | " | 0,962 | 2307,80 | 71,8 | 40,3 |
| | 5 | 2,39 | " | " | 2,02 | " | " | 2308,70 | 71,5 | 40,4 |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | 36,92 | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 2,54 | " | 38,84 | 2,15 | " | 0,960 | 2302,82 | 71,8 | 40,1 |
| VI | 1 | 5,35 | 102,75 | 72,53 | 4,53 | 30,98 | 0,943 | 2263,5 | 33,5 | 38,1 |
| | 2 | 5,07 | " | 66,92 | 4,29 | " | 0,946 | 2270,73 | 35,5 | 38,5 |
| | 3 | 3,35 | 68,5 | 72,89 | 2,84 | 20,27 | 0,947 | 2271,64 | 53,7 | " |
| | 4 | 4,92 | 102,75 | 64,29 | 4,17 | 30,98 | 0,948 | 2274,35 | 36,6 | 38,6 |
| | 5 | 4,86 | " | 63,91 | 4,11 | " | " | 2276,16 | 37,1 | 38,7 |
| | 6 | " | " | 64,17 | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | 5,05 | " | " | 4,28 | " | 0,946 | 2271,04 | 35,6 | 38,5 |
| | 8 | 5,30 | " | 72,53 | 4,49 | " | 0,944 | 2264,71 | 33,8 | 38,2 |
| II | 1 | 6,37 | " | 97,39 | 5,39 | " | 0,932 | 2237,59 | 27,8 | 36,8 |
| | 2 | 6,10 | " | 88,43 | 5,16 | " | 0,935 | 2244,52 | 29,1 | 37,1 |
| | 3 | 5,83 | " | " | 4,94 | " | 0,938 | 2251,15 | 30,6 | 37,5 |
| | 4 | 5,86 | " | 85,2 | 4,96 | " | " | 2250,55 | 30,4 | 37,4 |
| | 5 | 5,80 | " | " | 4,91 | " | " | 2252,05 | 30,7 | 37,5 |
| | 6 | " | " | 85,44 | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | 6,07 | " | " | 5,14 | " | 0,936 | 2245,12 | 29,3 | 37,2 |
| | 8 | 6,31 | " | 97,39 | 5,34 | " | 0,933 | 2239,10 | 28,1 | 36,9 |
| IV | 1 | 7,41 | " | 123,92 | 6,27 | 29,15 | 0,921 | 2211,07 | 23,6 | 35,4 |
| | 2 | 7,14 | " | 108,50 | 6,04 | 30,48 | 0,924 | 2218 | 24,6 | 35,8 |
| | 3 | 6,71 | " | " | 5,68 | " | 0,929 | 2228,85 | 26,3 | 36,3 |
| | 4 | 6,74 | " | 104,56 | 5,71 | 30,82 | 0,928 | 2227,95 | 26,2 | " |
| | 5 | 6,66 | " | " | 5,64 | " | 0,929 | 2230,06 | 26,5 | 36,4 |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | 7,09 | " | " | 6 | " | 0,925 | 2219,21 | 24,8 | 35,9 |
| | 8 | 7,33 | " | 123,92 | 6,21 | 29,15 | 0,922 | 2212,88 | 23,9 | 35,5 |
| III | 1 | 8,02 | " | 128,12 | 6,79 | 28,79 | 0,915 | 2195,4 | 21,7 | 34,6 |
| | 2 | 7,75 | " | 120,33 | 6,56 | 29,46 | 0,918 | 2202,34 | 22,5 | 35 |
| | 3 | 7,23 | " | " | 6,12 | " | 0,923 | 2215,59 | 24,3 | 35,7 |
| | 4 | 7,26 | " | 115,91 | 6,15 | 29,84 | " | 2214,69 | 24,1 | 35,6 |
| | 5 | 7,17 | " | " | 6,07 | " | 0,924 | 2217,1 | 24,5 | 35,7 |
| | 6 | 7,16 | " | 115,67 | 6,06 | 29,86 | " | 2217,4 | " | 35,8 |
| | 7 | 7,59 | " | " | 6,43 | " | 0,919 | 2206,25 | 23 | 35,2 |
| | 8 | 7,83 | " | 128,12 | 6,63 | 28,79 | 0,917 | 2200,23 | 22,2 | 35 |

$$A_t = 2,01 \text{ cm}^2 \text{ (1 cadre + 1 étrier)} \phi 8$$

$$z = \frac{7}{8} h = \frac{7}{8} \cdot 45 = 39,375 \text{ cm.}$$

Armatures transversales (pontique longitudinal de rive)
(Suite)

| N ^o | Noend | T (t) | $\bar{\sigma}'_b$ | σ'_b | τ_b | $\bar{\tau}_b$ | ρ | $\bar{\sigma}_{at}$ | t | E |
|----------------|-------|-------|-------------------|-------------|----------|----------------|--------|---------------------|------|------|
| II | 1 | 9,64 | 102,75 | 167,27 | 8,16 | 25,42 | 0,898 | 2154,12 | 17,7 | 32,6 |
| | 2 | 9,37 | " | 126,64 | 7,93 | 28,92 | 0,900 | 2161,06 | 18,3 | 32,9 |
| | 3 | 7,81 | " | " | 6,61 | " | 0,917 | 2200,83 | 22,3 | 34,9 |
| | 4 | 7,84 | " | 122 | 6,64 | 29,32 | " | 2199,93 | 22,2 | " |
| | 5 | 7,74 | " | " | 6,55 | " | 0,918 | 2202,64 | 22,5 | 35 |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | 9,30 | " | " | 7,87 | " | 0,901 | 2162,86 | 18,4 | 33 |
| | 8 | 9,54 | " | 167,27 | 8,08 | 25,42 | 0,899 | 2156,54 | 17,9 | 32,7 |
| I | 1 | 8,37 | " | 124,07 | 7,09 | 29,14 | 0,911 | 2186,37 | 20,7 | 34,2 |
| | 2 | 8,08 | " | 130,27 | 6,84 | 28,61 | 0,914 | 2193,9 | 21,5 | 34,6 |
| | 3 | 7,97 | " | " | 6,75 | " | 0,915 | 2196,61 | 21,8 | 34,7 |
| | 4 | 8,01 | " | 125,29 | 6,78 | 29,03 | " | 2195,71 | 21,7 | " |
| | 5 | 7,90 | " | " | 6,69 | " | 0,916 | 2198,42 | 22 | 34,8 |
| | 6 | " | " | 125,85 | " | 28,99 | " | " | " | " |
| | 7 | 8,01 | " | " | 6,78 | " | 0,915 | 2195,71 | 21,7 | 34,7 |
| | 8 | 8,27 | " | 128,46 | 7 | 28,76 | 0,912 | 2189,08 | 21 | 34,3 |

Armatures transversales (poutres du pontique longitudinal intermédiaire)

$$A_E = 2,01 \text{ cm}^2 \text{ (1 cadre + 1 étrier)} \phi 8$$

$$s = 39,375 \text{ cm.}$$

| N ^o | Noend | T (t) | $\bar{\sigma}'_b$ | σ'_b | τ_b | $\bar{\tau}_b$ | ρ | $\bar{\sigma}_{at}$ | t | E |
|----------------|-------|-------|-------------------|-------------|----------|----------------|--------|---------------------|------|------|
| VII | 1 | 4,79 | 68,5 | 45,17 | 4,06 | 20,65 | 0,924 | 2216,5 | 36,6 | 35,7 |
| | 2 | 5,06 | " | 35,61 | 4,28 | " | 0,919 | 2206,55 | 34,4 | 35,2 |
| | 3 | 5,08 | " | 35,37 | 4,30 | " | " | " | " | " |
| | 4 | 4,51 | " | 48,28 | 3,82 | " | 0,928 | 2227,35 | 39,1 | 36,3 |
| | 5 | 4,46 | " | " | 3,78 | " | 0,929 | 2229,15 | 39,6 | " |
| | 6 | " | " | 48,4 | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 4,49 | " | 40,27 | 3,80 | " | 0,928 | 2228,25 | 39,3 | " |
| III | 1 | 6,22 | " | 81,26 | 5,27 | 19,55 | 0,901 | 2161,81 | 27,5 | 32,9 |
| | 2 | 6,72 | " | 84,24 | 5,69 | 19,30 | 0,893 | 2142,83 | 25,2 | 31,9 |
| | 3 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 4 | 5,95 | " | 78,99 | 5,04 | 19,75 | 0,905 | 2172,20 | 28,9 | 33,5 |
| | 5 | 5,91 | " | " | 5 | " | 0,906 | 2174,01 | 29,1 | 33,6 |
| | 6 | " | " | 78,87 | 5 | 19,76 | " | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | 5 | " | " | " | " | " |
| | 8 | 6,16 | " | 81,26 | 5,22 | 19,55 | 0,902 | 2164,07 | 27,8 | 33,1 |

Caractéristiques transversales (poutres du pontique longitudinal
interruption d'axe)
(Suite)

| NIV | Nolad | T | $\bar{\sigma}'_{b0}$ | σ'_b | τ_b | $\bar{\tau}_b$ | f | $\bar{\sigma}_{at}$ | t | E |
|-----|-------|-------|----------------------|-------------|----------|----------------|-------|---------------------|------|------|
| IV | 1 | 6,18 | 68,5 | 104,80 | 5,23 | 17,52 | 0,902 | 2163,62 | 27,7 | 33 |
| | 2 | 6,72 | " | 102,84 | 5,69 | 17,69 | 0,893 | 2142,83 | 25,2 | 32 |
| | 3 | " | " | " | 5,69 | " | " | " | " | " |
| | 4 | 5,93 | " | 101,57 | 5,02 | 17,80 | 0,906 | 2173,11 | 29 | 33,5 |
| | 5 | 5,91 | " | " | 5 | " | " | 2174,01 | 29,1 | 33,6 |
| | 6 | " | " | " | " | " | 4 | " | " | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | 4 | 4 | " | " |
| | 8 | 6,16 | " | 104,80 | 5,22 | 17,52 | 0,902 | 2164,07 | 27,8 | 33,1 |
| IV | 1 | 9,87 | 102,75 | 122,91 | 8,36 | 29,24 | 0,895 | 2148,1 | 17,2 | 32,3 |
| | 2 | 6,72 | 68,5 | 121,05 | 5,69 | 16,12 | 0,893 | 2142,83 | 25,2 | 32 |
| | 3 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 4 | 9,12 | 102,75 | 116,51 | 7,72 | 29,79 | 0,903 | 2167,38 | 18,8 | 33,2 |
| | 5 | 9,03 | " | " | 7,64 | " | 0,904 | 2169,79 | 19 | 33,4 |
| | 6 | " | " | 116,63 | " | 29,78 | " | " | " | " |
| | 7 | 9,32 | " | " | 7,89 | " | 0,901 | 2162,26 | 18,4 | 33 |
| | 8 | 9,78 | " | 122,91 | 8,28 | 29,24 | 0,896 | 2150,51 | 17,4 | 32,4 |
| III | 1 | 10,34 | 102,75 | 132,65 | 8,75 | 28,40 | 0,890 | 2136,55 | 16,4 | 31,7 |
| | 2 | 6,72 | 68,5 | 125,17 | 5,69 | 15,77 | 0,893 | 2142,83 | 25,2 | 32 |
| | 3 | " | 68,5 | " | " | " | " | " | " | " |
| | 4 | 9,60 | 102,75 | 120,53 | 8,13 | 29,44 | 0,898 | 2155,03 | 17,8 | 32,6 |
| | 5 | 9,49 | " | " | 8,03 | " | 0,899 | 2158,04 | 18 | 32,8 |
| | 6 | " | " | 120,19 | " | 29,47 | " | " | " | " |
| | 7 | 9,78 | " | " | 8,28 | " | 0,896 | 2150,51 | 17,4 | 32,4 |
| | 8 | 10,24 | " | 132,65 | 8,67 | 28,40 | 0,891 | 2138,76 | 16,5 | 31,8 |
| II | 1 | 11,93 | " | 157,78 | 10,1 | 26,24 | 0,873 | 2095,67 | 13,9 | 29,6 |
| | 2 | 11,41 | " | 130,89 | 9,66 | 28,55 | 0,879 | 2108,93 | 14,6 | 30,3 |
| | 3 | 10,26 | " | " | 8,69 | " | 0,891 | 2138,15 | 16,5 | 31,7 |
| | 4 | 10,14 | " | 131,74 | 8,58 | 28,48 | 0,892 | 2141,47 | 16,7 | 31,9 |
| | 5 | 10,03 | " | " | 8,49 | " | 0,893 | 2144,18 | 16,9 | 32,1 |
| | 6 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 7 | 11,36 | " | " | 9,62 | " | 0,879 | 2110,13 | 14,7 | 30,3 |
| | 8 | 11,82 | " | 157,78 | 10,01 | 26,24 | 0,874 | 2098,38 | 14,1 | 29,7 |
| I | 1 | 10,21 | " | 134,23 | 8,64 | 28,26 | 0,892 | 2139,66 | 16,6 | 31,8 |
| | 2 | 10,41 | " | 134,90 | 8,81 | 28,21 | 0,889 | 2134,54 | 16,2 | 31,6 |
| | 3 | 10,33 | " | " | 8,75 | " | 0,890 | 2136,35 | 16,4 | 31,7 |
| | 4 | 10,2 | " | 135,25 | 8,64 | 28,18 | 0,892 | 2139,66 | 16,6 | 31,8 |
| | 5 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 6 | 10,19 | " | 130,03 | 8,63 | 28,63 | 0,892 | 2139,96 | 16,6 | " |
| | 7 | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| | 8 | 10,68 | " | 134,23 | 9,04 | 28,26 | 0,887 | 2127,61 | 15,8 | 31,2 |

on adopte un espacement des armatures transversales constant: t
 $t = 10 \text{ cm}$ en zone nodale
 $t = 20 \text{ cm}$ en zone courante.
 avec une longueur de la zone nodale: $l' = 2h_t = 100 \text{ cm}$.

Vérification de la condition de non fragilité

(voir portiques transversaux)
Vérification de la fissuration. (voir portiques transversaux)

Condition de non entraînement des barres aux appuis

$$\tau_{di} = \frac{T}{P_{ui}} \cdot \frac{A_i}{A}$$

| Appuis | $T_{\text{max}} (t)$ | paquet | $A (\text{cm}^2)$ | A_i/A | $P_{ui} (\text{cm})$ | $\tau_{di} (\text{kg/cm}^2)$ |
|-----------|----------------------|--------|-------------------|---------|----------------------|------------------------------|
| 4T14 | 9,78 | (14) | 6,15 | 0,25 | 4,4 | 14,11 |
| 2T14+2T16 | 11,36 | (14) | 7,1 | 0,22 | 4,4 | 14,43 |
| | | (16) | | 0,28 | 5,03 | 16,06 |
| 4T16 | 11,41 | (16) | 8,04 | 0,25 | 5,03 | 14,4 |
| 5T16 | 9,64 | (16) | 10,05 | 0,2 | 5,03 | 9,74 |
| | | 2(16) | | 0,4 | 12,23 | 8,01 |
| 6T16 | 11,93 | 2(16) | 12,06 | 0,33 | 12,23 | 8,18 |

$$\tau_{di}^{\text{max}} = 16,06 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_d = 17,7 \text{ kg/cm}^2 \text{ (vérifiée).}$$

Condition de non érasement du béton: (voir portique trans.)

Conditions aux appuis: $T_{\text{max}} = 11,93 \text{ t}$ (SP₂)

$$c = a - (d + r) = 45 - (5 + 16) = 24 \text{ cm}$$

$$c_0 = \frac{2T_{\text{max}}}{b_0 \bar{\sigma}_b} = \frac{2 \cdot 11,93 \cdot 10^3}{30 \cdot 68,5} = 11,61 \text{ cm} < c = 24 \text{ cm} \text{ (vérifiée).}$$

Vérification de la flèche

$$1/ \quad A^t < \frac{43}{\sigma_{\text{en}}} \quad b_0 h = \frac{43}{4200} \cdot 30 \cdot 45 = 13,82 \text{ cm}^2 > A_0^{\text{max}} = 12,06 \text{ cm}^2$$

$$2/ \quad h_t > \frac{l}{16} \quad h_t = 50 > \frac{l}{16} = \frac{407}{16} = 25,44 \text{ cm}$$

$$3/ \quad h_t > \frac{M_t \cdot l_{\text{mat}}}{10 M_0} \quad h_t = 50 > \frac{l_{\text{mat}} M_t}{10 M_0} = 40,7 \frac{M_t}{M_0} \text{ avec } \frac{M_t}{M_0} < 1$$

Les 3 conditions sont vérifiées, donc il est inutile de justifier la flèche (déterminer la valeur de la flèche)

Vérification des poutres soumises à la torsion

Les poutres soumises à la torsion sont celles qui se trouvent sous l'acrotère. on étudiera la poutre la plus défavorable.
Moment de torsion: $M_t = P \cdot h = 100 \cdot 0,7 = 70 \text{ kgm}$.

la section étant rectangulaire:

$$\frac{b}{a} = \frac{50}{30} = 1,667$$

on tire du tableau (4.62) de l'aide mémoire de béton armé le coefficient de torsion: χ_T .

pour $\frac{b}{a} = 1,667 \rightarrow \chi_T = 2,56$

d'où $\tau_b = \chi_T \cdot \frac{M_t}{a^3} = 2,56 \cdot \frac{7000}{30^3} = 0,66 \text{ kg/cm}^2$

si on prend $\tau_b = 1 \text{ kg/cm}^2 > 0,66 \text{ kg/cm}^2$
pour $\tau_b = 1 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \bar{\omega}_t = \bar{\omega}_l = 0,02$
qui sont les pourcentages d'armatures transversales et longitudinales tirées du tableau (4.63) de l'aide mémoire du béton armé.

or $A_{\bar{\omega}} = \frac{a \cdot b \cdot \bar{\omega}_l}{100} = \frac{30 \times 50 \cdot 0,02}{100} = 0,3 \text{ cm}^2$

$A_{\bar{\omega}} = 0,3 \text{ cm}^2 \ll 6,15 \text{ cm}^2$ (4714)

$A_t = \frac{a \cdot b \cdot \bar{\omega}_t \cdot t}{100 \cdot l_t}$

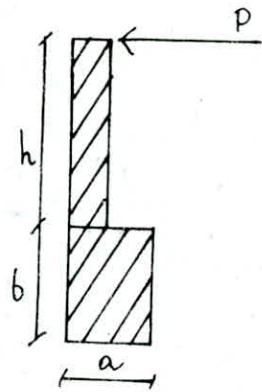
avec $t = 10 \text{ cm}$ (espacement des armatures transversales)

l_t : longueur d'un cadre sans enrobage.

$l_t = 144 \text{ cm}$.

donc $A_t = \frac{30 \cdot 50 \cdot 0,02 \cdot 10}{100 \cdot 144} = 2,08 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2 \ll A_t = 2,01 \text{ cm}^2$.

Donc la torsion n'est pas à craindre.



Les poteaux sont calculés en flexion composée sans un effet normale N appliqué au centre de gravité de la section et un moment fléchissant M en tête et à la base des poteaux dans deux sens longitudinal et transversal.

Les combinaisons à considérer pour le ferrailage des poteaux sont

Sous SP1 : N et M dues à $G + 1.2 F$
 avec : $N = N_{ex} + N_{ey} + 1.2 [N_{ex} + N_{ey}]$

Sous SP2 : $M = M(G) + 1.2 M(F)$
 $N_{max} - M_{cor}$ $N_{min} - M_{cor}$
 $M_{max} - N_{cor}$

Le ferrailage des poteaux sera symétrique et est donné par :
 $max \{ min RPA ; A \text{ sous SP1} \}$, et on vérifiera les contraintes sans

Recommandation RPA 81

- Le pourcentage minimal d'armature longitudinal sera de 1% sans dépasser 4%.
- Le diamètre des barres sera de 14 mm au moins.
- La longueur minimale de recouvrement est de 50ϕ .
- La distance entre les barres verticales dans une face du poteau ne doit pas dépasser 25 cm.

Flambement: Pour les charges excentrées si : (CCBA 68. Art 33.2)

- $\lambda = l_c / i \leq 35$: La pièce est justifiée en flexion composée sans tenir compte du flambement.

- $35 \leq \lambda \leq 50$: Le poteau sera étudié en F.C avec une nouvelle excentricité e' sous l'effet de N et $M = N \cdot e'$

$e' = e + f_c$ / $f_c = 0.16(\lambda - 35)e$ et $e = M/N$

e : étant l'excentricité de la charge par rapport au C.G. et

$i = \sqrt{I/B}$

I : inertie du poteau dans le sens considéré

B : section du poteau.

l_c : longueur de flambement.

- $l_c = 0.7 l_0$: Pour les piliers de bâtiment à étages multiples encastrés à un massif de fondation ou reliés à des poutres les traversants de pont en pont et ayant une plus grande inertie que les poteaux
- $l_c = 0.9 l_0$: dans le cas contraire :

Pour notre cas : $l_0 = 4 \text{ m}$, poteau 45.45 $\rightarrow l_c = 0.7 \cdot 4 = 2.80 \text{ m}$
 $i = 12.99 \text{ cm}$ $l_0 = 3.13 \text{ m}$ poteau 45.45 $\rightarrow l_c = 0.7 \cdot 3.13 = 2.191 \text{ m}$

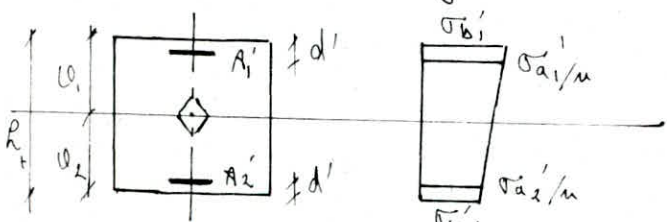
$l_c = 2.80 \text{ m}$: d'au : $\lambda = 21.55 < 35$

$l_c = 2.191 \text{ m}$: d'au : $\lambda = 16.87 < 35$

donc il ne sera pas tenu compte du flambement.

1. Section entièrement comprimée.

Ce cas se présente lorsque l'effort de compression N est appliqué en l'intérieur du noyau central de la section.



$$e_0 = M/N < e_1 = h_t/6$$

$$d'/h_t = 0.1$$

Calcul des armatures:
 $M, N, e_0 = M/N < h_t/6$
 $\rho = \bar{\sigma}_b' \frac{b \cdot h_t}{N'} ; \beta = \frac{6 \cdot e_0}{h_t} ; \delta = \frac{d}{h_t}$

si $e_0 > h_t/2$ d'où $\bar{\sigma}_b' = 2 \bar{\sigma}_{b0}'$
 si $e_0 < h_t/2$ d'où $\bar{\sigma}_b' = \bar{\sigma}_{b0}' (1 + 2 \dots)$

$$D = 0.3(\rho - \beta) - 0.9(1 - \rho)(1 - 2\delta)^2 ; E = \rho - 1 - \beta ; C = 0.27(1 - 2\delta)^2$$

$$W' = \frac{-D + \sqrt{D^2 - 4 \cdot C \cdot E}}{2 \cdot C}$$

$$A = A' = \frac{W' \cdot b \cdot h_t}{100}$$

Vérification des contraintes.

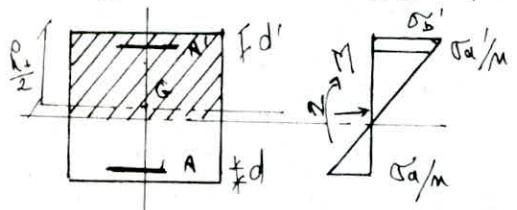
$$A = A' ; U_1' = U_2' = h_t/2 ; B_0' = b \cdot h_t + 2m \cdot A$$

$$I_{xx} = \frac{b \cdot h_t^3}{12} + 2m \cdot A [h_t/2 - d]^2 ; \sigma_{b_1/b_2}' = \frac{N'}{B_0'} + \frac{M}{I_{xx}} \cdot \frac{h_t}{2} \leq \bar{\sigma}_b'$$

$$\sigma_a' = 15 \cdot \sigma_{b_1/b_2}' \leq \bar{\sigma}_a'$$

2. Section partiellement comprimée.

Ce cas se présente lorsque l'effort de compression est appliqué en dehors du noyau central de la section.



M : M de flexion au C.G. du béton seul.

On calculera la section d'abord en flexion simple sous le moment:

$$C_0 = N \cdot e = N \cdot [e_0 + (h_t/2 - d)]$$

Calcul des armatures:

$$N, M, e_0 = M/N > e_1 = h_t/6$$

$$C_0 = N \cdot e \rightarrow k = \bar{\sigma}_a' / \bar{\sigma}_b' ; \alpha = \frac{M}{15 \cdot C_0 + \alpha} \rightarrow E = 1 - \alpha/3 \rightarrow \mu' = \frac{\alpha \cdot E}{2}$$

$$M_R = \mu' \cdot b \cdot h^2 \cdot \bar{\sigma}_b'$$

si $M_R > C_0$ d'où $\gamma = 7/8 \cdot h$ et $A_{f.s} = \frac{C_0}{\gamma \cdot \bar{\sigma}_a'}$ d'où $A_{f.c} = A_{f.s} - \frac{N}{\sigma}$

si $M_R < C_0$ d'où $\Delta M = C_0 - M_R ; \bar{\sigma}_a = k \cdot \bar{\sigma}_b' ; \delta' = d'/h$

$$w = \frac{100 \gamma}{2 h}$$

$$\bar{\sigma}_a' = \frac{15}{\alpha} (\alpha - \delta') \bar{\sigma}_b' \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A_{f.s} = \frac{\Delta M}{\bar{\sigma}_a' (h - d')} \\ A_{f.c} = \frac{w b h}{100 \cdot \bar{\sigma}_a' (h - d')} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A'_{f.s} = A_{f.s} = A' \\ A_{f.c} = A_{f.s} - \frac{N}{\sigma_a} \end{array} \right.$$

Vérification des contraintes:

$$c = h + \frac{1}{2} - e_0$$

$$P = -3c^2 + \frac{6u}{b} [(h + d - c)A - A'(c - d)']$$

$$q = -2c^3 - \frac{6m}{b} [A'(c - d)'^2 + A(h + d - c)^2]$$

$$y_1^2 + \frac{P}{q} y_1 + \frac{q}{q} = 0 \quad ; \quad y_1 = y_2 + c$$

$$S' = \frac{b}{2} y_1^2 + n A' (y_1 - d)' + m A (2y_1 - h)$$

$$A = A' \Rightarrow S' = \frac{b}{2} y_1^2 + m A [2y_1 - h]$$

$$K = N/S' \quad d'_{\text{max}} \begin{cases} \sigma_b' = K \cdot y_1 < \bar{\sigma}_b' \\ \sigma_a' = 15 K \cdot (y_1 - d)' \leq \bar{\sigma}_a' \\ \sigma_a = 15 K (h - y_1) \leq \bar{\sigma}_a \end{cases}$$

- nous exposerons le détail de ferrailage et des vérifications des poteaux D1 et C2 respectivement poteau d'angle et poteau de centre. Pour les poteaux C1 et C2 de rives on représentera les résultats trouvés.

Armatures transversales dans les poteaux:

Les espacements des armatures transversales des poteaux sont calculés sous T dû au séisme à l'aide de la formule:

$$t = \frac{A_t \cdot h \cdot \sigma_{seu}}{1.25 T} \quad \text{avec } h \text{ étant la hauteur de la section du poteau.}$$

On utilise des aciers doux E24, $\sigma_{seu} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

A_t : section d'armature transversale:

$T = 2$ fois l'effort tranchant dû au séisme si $\lambda \geq 15$.

$T = 3$ fois " " " " si $\lambda < 15$

Dans notre cas $\lambda > 15$ (λ : élancement mécanique des poteaux)

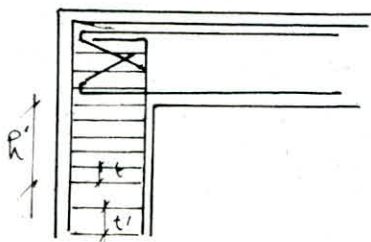
$T_{\text{seu}} = 2 T$. On vérifiera la contrainte de cisaillement due à l'effort tranchant. $\sigma_b = \frac{T}{b \cdot z} \leq \bar{\sigma}_b = 0.15 \sigma_{es}$; $z = \frac{7}{8} \cdot h$

L'espacement t entre les cours successifs d'armatures doit être tel que: $t \leq \min(\phi \cdot 10; 15 \text{ cm})$ en zone nodale.

$t' \leq 12 \phi_e$ zone courante.

$$h' = \max\left(\frac{h_e}{6}; b; h; 60 \text{ cm}\right)$$

h_e : hauteur libre d'étage.



| mitrou | Sens | Section | S.P.1 | | S.P. 2 | | | | | |
|--------|------|---------|-------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| | | | N(H) | M(H _{max}) | N ^{max} (t) | M ^{low} (t _{max}) | M ^{max} (t _{max}) | N ^{low} (t) | N ^{min} (t) | M ^{low} (t _{max}) |
| 7 | L | t | 7.65 | 0.82 | 8.85 | 3.73 | 3.73 | 8.85 | 5.81 | 1.83 |
| | | b | " | 0.58 | " | 2.02 | 2.02 | " | " | 0.94 |
| | T | t | " | 2.35 | 8.40 | 5.05 | 5.05 | 8.40 | 4.80 | 1.03 |
| | | b | " | 1.47 | " | 2.51 | 2.51 | " | " | 0.44 |
| 6 | L | t | 19.21 | 0.64 | 23.08 | 5.03 | 5.03 | 23.08 | 11.93 | 3.37 |
| | | b | " | 0.63 | " | 3.53 | 3.53 | " | " | 2.14 |
| | T | t | " | 1.59 | 21.46 | 6.13 | 6.13 | 21.46 | 13.28 | 3.80 |
| | | b | " | 1.59 | " | 3.39 | 3.39 | " | " | 1.16 |
| 5 | L | t | 31.34 | 0.63 | 38.50 | 6.04 | 6.04 | 38.50 | 16.99 | 4.23 |
| | | b | " | 0.63 | " | 5.05 | 5.05 | " | " | 3.41 |
| | T | t | " | 1.59 | 34.81 | 6.41 | 6.41 | 34.81 | 20.07 | 4.18 |
| | | b | " | " | " | 5.27 | 5.27 | " | " | 3.04 |
| 4 | L | t | 43.48 | 0.63 | 55.18 | 7.18 | 7.18 | 55.18 | 21.01 | 5.18 |
| | | b | " | 0.63 | " | 5.99 | 5.99 | " | " | 4.19 |
| | T | t | " | 1.59 | 48.70 | 7.28 | 7.28 | 48.70 | 32.55 | 4.08 |
| | | b | " | 1.59 | " | 6.23 | 6.23 | " | " | 3.21 |
| 3 | L | t | 55.42 | 0.63 | 72.59 | 7.37 | 7.37 | 72.59 | 24.42 | 5.34 |
| | | b | " | 0.63 | " | 6.90 | 6.90 | " | " | 4.95 |
| | T | t | " | 1.59 | 68.83 | 7.43 | 7.43 | 68.83 | 32.55 | 4.21 |
| | | b | " | 1.59 | " | 7.47 | 7.47 | " | " | 4.24 |
| 2 | L | t | 67.37 | 0.63 | 91.94 | 12.33 | 12.33 | 91.94 | 26.21 | 9.47 |
| | | b | " | 0.63 | " | 3.54 | 3.54 | " | " | 2.15 |
| | T | t | " | 1.59 | 77.64 | 9.86 | 9.86 | 77.64 | 39.22 | 6.23 |
| | | b | " | 1.59 | " | 6.02 | 6.02 | " | " | 3.03 |
| 1 | L | t | 79.34 | 0.63 | 109.77 | 10.02 | 10.02 | 109.77 | 29.31 | 7.55 |
| | | b | " | 0.67 | " | 14.77 | 14.77 | " | " | 11.44 |
| | T | t | " | 1.63 | 92.22 | 7.95 | 7.95 | 92.22 | 43.94 | 4.58 |
| | | b | " | 1.74 | " | 13.57 | 13.57 | " | " | 9.14 |

| mirau | seus | section | M _{tu} | N _t | P _o _{cu} | e ₁ _{cu} | S _o li | \bar{P}_b' kg/cm ² | d _{cu} | A (cm ²) Casali | A m ² REA | ϕ Chaisi | σ_{b1}' | σ_{b2}' | σ_a' |
|-------|------|---------|-----------------|----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| 7 | L | f | 0.82 | 7.65 | 10.72 | 7.50 | S.P.C | 101.51 | 4.50 | NEGATIVE | 18.225 | 2T20 | $\sigma_b' = 25.67$ | $\sigma_a = 183.18$ | 384.55 |
| | | b | 0.88 | " | 7.58 | " | " | 91.91 | " | | " | 1T14 | $\sigma_b' = 24.24$ | $\sigma_a = 172.97$ | 363.12 |
| | T | f | 2.35 | " | 20.72 | " | " | 137.5 | " | | " | 3T20 | $\sigma_b' = 35.53$ | $\sigma_a = 153.54$ | 536.26 |
| | | b | 1.47 | " | 19.22 | " | " | 127.49 | " | | " | 3T20 | $\sigma_b' = 29.81$ | $\sigma_a = 211.72$ | 446.57 |
| 6 | L | f | 0.64 | 19.6 | 3.27 | " | S.E.C | 78.74 | " | | " | 2T20 | 30.54 | 51.16 | 455.34 |
| | | b | 0.63 | " | 3.21 | " | S.E.C | 78.56 | " | | " | 1T14 | 29.86 | 51.60 | 447.90 |
| | T | f | 1.66 | " | 8.47 | " | S.P.C | 94.63 | " | | " | 3T20 | $\sigma_b' = 41.73$ | $\sigma_a = 297.78$ | 625.14 |
| | | b | 1.59 | " | 8.11 | " | S.P.C | 93.53 | " | | " | 3T20 | " | " | " |
| 5 | L | f | 0.69 | 31.54 | 1.99 | " | S.E.C | 74.83 | 4.50 | | 18.225 | 2T20 | 14.95 | 10.22 | 224.25 |
| | | b | 0.63 | " | 1.99 | " | " | 74.83 | " | | " | 1T14 | " | " | " |
| | T | f | 1.59 | " | 5.04 | " | " | 84.15 | " | | " | 3T20 | 75.37 | 54.23 | 1120.55 |
| | | b | 1.59 | " | 5.04 | " | " | " | " | | " | 3T20 | " | " | " |
| 4 | L | f | 0.63 | 43.49 | 1.45 | 7.50 | " | 73.19 | " | | " | 2T20 | 29.86 | 15.01 | 447.90 |
| | | b | 0.63 | " | 1.45 | " | " | " | " | | " | 1T14 | " | " | " |
| | T | f | 1.59 | " | 3.62 | " | " | 79.93 | " | | " | 3T20 | 20.61 | 18.56 | 309.15 |
| | | b | 1.59 | " | 3.62 | " | " | " | " | | " | 3T20 | " | " | " |
| 3 | L | f | 0.63 | 55.42 | 1.14 | " | " | 72.23 | " | " | 2T20 | 26.27 | 20.35 | 394.05 | |
| | | b | 0.63 | " | 1.14 | " | " | " | " | " | 1T14 | " | " | " | |
| | T | f | 1.59 | " | 2.87 | " | " | 77.52 | " | " | 3T20 | 26.28 | 23.42 | 394.20 | |
| | | b | 1.59 | " | 2.87 | " | S.E.C | " | " | " | 3T20 | " | " | " | |
| 2 | L | f | 0.63 | 67.37 | 0.94 | " | " | 71.62 | 4.50 | 18.225 | 2T20 | 29.86 | 25.41 | 447.90 | |
| | | b | 0.63 | " | 0.94 | " | " | " | " | " | 1T14 | " | " | " | |
| | T | f | 1.59 | " | 2.36 | " | " | 75.96 | " | " | 3T20 | 31.93 | 20.61 | 478.95 | |
| | | b | 1.59 | " | 2.36 | " | " | " | " | " | 3T20 | " | " | " | |
| 1 | L | f | 0.63 | 79.34 | 0.79 | 7.50 | " | 71.16 | " | " | 2T20 | 37.61 | 30.49 | 564.15 | |
| | | b | 0.67 | " | 0.84 | " | " | 71.32 | " | " | 1T14 | 31.76 | 30.29 | 476.4 | |
| | T | f | 1.63 | " | 2.05 | " | " | 75.01 | " | " | 3T20 | 77.26 | 25.49 | 1158.9 | |
| | | b | 1.74 | " | 2.19 | " | " | 75.44 | " | " | 3T20 | 82.48 | 24.94 | 1237.2 | |

-Percentage of Reinforcement D & Dows S.P.A.

- Vérification du ferrailage trouvé sous S'P1. Potreau D1.
Solicitation S'P2 N_{min} M_{max} .

| niveau | zone | section | M (t.m) | N (t) | e ₀ (cm) | e ₁ (cm) | $\bar{\sigma}_0'$ | Solli | A = A' | C (cm) | σ_b' | σ_a' | σ_a |
|--------|------|---------|------------|----------|------------------------|------------------------|-------------------|-------|--------|-----------|-------------|-------------|------------|
| 7 | L | t | 1.83 | 5.81 | 31.50 | 7.50 | 206.25 | ↓ | 7.82 | -9 | 16.52 | 146.43 | 305.45 |
| | | b | 0.94 | 5.81 | 16.18 | " | 177.45 | | 7.82 | 6.32 | 8.49 | 126.80 | 55.09 |
| | T | t | 1.03 | 4.80 | 21.45 | " | 201.45 | | 9.42 | 1.05 | 9.81 | 146.48 | 123.62 |
| | | b | 0.44 | 4.80 | 9.17 | " | 145.16 | | 9.42 | 13.33 | 15.56 | 233.22 | 158.90 |
| 6 | L | t | 3.37 | 11.93 | 28.25 | " | 206.25 | ↓ | 7.82 | 5.75 | 30.43 | 454.07 | 505.87 |
| | | b | 2.14 | 11.93 | 17.94 | " | 185.36 | | 7.82 | 4.56 | 19.30 | 188.39 | 160.57 |
| | T | t | 3.80 | 13.28 | 28.61 | " | 206.25 | | 9.42 | -6.11 | 26.27 | 392.47 | 244.31 |
| | | b | 1.16 | 13.28 | 8.73 | 7.60 | 143.14 | | 9.42 | 13.77 | 24.32 | 363.34 | 226.18 |
| 5 | L | t | 4.23 | 16.99 | 24.90 | " | 206.25 | ↓ | 7.82 | -2.40 | 38.36 | 572.61 | 534.60 |
| | | b | 3.41 | 16.99 | 20.07 | " | 195.13 | | 7.82 | 2.43 | 28.12 | 420.15 | 245.76 |
| | T | t | 4.18 | 20.07 | 20.83 | " | 198.61 | | 9.42 | 1.67 | 25.86 | 386.66 | 115.95 |
| | | b | 3.04 | 20.07 | 15.15 | " | 172.57 | | 9.42 | 7.35 | 30.49 | 455.88 | 136.71 |
| 4 | L | t | 5.18 | 21.08 | 24.65 | " | 206.25 | ↓ | 7.82 | -2.15 | 46.99 | 701.45 | 670.88 |
| | | b | 4.19 | 21.08 | 19.94 | " | 194.53 | | 7.82 | 2.56 | 37.86 | 585.53 | 390.03 |
| | T | t | 4.08 | 32.55 | 12.53 | " | 160.56 | | 9.42 | 9.97 | 36.79 | 549.55 | 379.00 |
| | | b | 3.21 | 32.55 | 09.86 | " | 148.52 | | 9.42 | 11.04 | 26.44 | 394.95 | 272.40 |
| 3 | L | t | 5.34 | 24.42 | 21.87 | " | 203.38 | ↓ | 7.82 | 0.63 | 48.27 | 720.83 | 579.82 |
| | | b | 4.95 | 24.42 | 20.27 | " | 196.04 | | 7.82 | 2.23 | 29.06 | 433.61 | 493.26 |
| | T | t | 4.21 | 32.55 | 11.93 | " | 162.40 | | 9.42 | 9.57 | 35.00 | 522.23 | 594.08 |
| | | b | 4.24 | 32.55 | 13.03 | " | 162.85 | | 9.42 | 9.43 | 32.00 | 478.06 | 294.60 |
| 2 | L | t | 9.47 | 26.21 | 36.13 | 7.50 | 206.25 | ↓ | 7.82 | -13.63 | 32.16 | 347.10 | 735.20 |
| | | b | 2.15 | 26.21 | 8.20 | " | 140.71 | | 7.82 | 14.30 | 48.53 | 625.05 | 197.75 |
| | T | t | 6.23 | 39.28 | 15.86 | " | 175.83 | | 9.42 | 6.64 | 47.25 | 741.98 | 353.44 |
| | | b | 3.03 | 39.28 | 7.71 | " | 138.47 | | 9.42 | 14.79 | 49.53 | 740.90 | 116.75 |
| 1 | L | t | 7.55 | 29.31 | 25.76 | " | 206.25 | ↓ | 7.82 | -3.26 | 172.89 | 1712.7 | 2591 |
| | | b | 11.44 | 29.31 | 39.03 | " | 206.25 | | 7.82 | 16.53 | 77.32 | 1159 | 766.09 |
| | T | t | 4.58 | 43.94 | 10.42 | " | 150.89 | | 9.42 | 12.08 | 95.08 | 1425 | 942 |
| | | b | 9.14 | 43.94 | 20.80 | " | 198.47 | | 9.2 | 1.70 | 55.43 | 850.75 | 549.18 |

Poteau de centre C2

| Niveau | Sous | Section | S.P. 1 | | S.P. 2 | | | | | |
|--------|------|---------|--------|--------|----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| | | | N(H) | M(t-m) | N ^{MAX} (T) | M ^{Core} (T-m) | M ^{MAX} (T-m) | N ^{Core} (T) | N ^{MIN} (T) | M ^{Core} (T-m) |
| 7 | L | t | 18.66 | 0.17 | 18.64 | 3.96 | 3.96 | 18.64 | 13.49 | 3.28 |
| | | b | " | 0.21 | 18.64 | 2.75 | 2.75 | 18.64 | 13.49 | 2.22 |
| | T | t | " | 1.79 | 20.66 | 7.49 | 7.49 | 20.66 | 15.17 | 4.48 |
| | | b | " | 1.62 | 20.66 | 4.25 | 4.25 | 20.66 | 15.17 | 2.04 |
| 6 | L | t | 46.99 | 0.24 | 45.80 | 6.09 | 6.09 | 45.80 | 27.89 | 4.99 |
| | | b | " | 0.22 | 45.80 | 5.00 | 5.00 | 45.80 | 27.89 | 4.10 |
| | T | t | " | 1.82 | 51.54 | 9.64 | 9.64 | 51.54 | 32.68 | 7.10 |
| | | b | " | 1.77 | 51.54 | 6.80 | 6.80 | 51.54 | 32.68 | 4.44 |
| 5 | L | t | 75.35 | 0.22 | 73.18 | 7.74 | 7.74 | 73.18 | 42.48 | 6.38 |
| | | b | " | 0.22 | 73.18 | 7.05 | 7.05 | 73.18 | 42.48 | 5.81 |
| | T | t | " | 1.77 | 83.80 | 10.70 | 10.70 | 83.80 | 51.33 | 8.28 |
| | | b | " | 1.77 | 83.80 | 10.20 | 10.20 | 83.80 | 51.33 | 7.89 |
| 4 | L | t | 103.69 | 0.22 | 100.89 | 9.31 | 9.31 | 100.89 | 57.34 | 7.69 |
| | | b | " | 0.22 | 100.89 | 8.48 | 8.48 | 100.89 | 57.34 | 7.00 |
| | T | t | " | 1.77 | 117.58 | 12.61 | 12.61 | 117.58 | 71.25 | 10.19 |
| | | b | " | 1.77 | 117.58 | 12.13 | 12.13 | 117.58 | 71.25 | 9.71 |
| 3 | L | t | 132.03 | 8.17 | 128.66 | 10.00 | 10.00 | 128.66 | 72.26 | 8.27 |
| | | b | " | 8.23 | 128.66 | 10.08 | 10.08 | 128.66 | 72.26 | 8.33 |
| | T | t | " | 1.77 | 152.51 | 13.74 | 13.74 | 152.51 | 92.13 | 11.32 |
| | | b | " | 1.77 | 152.51 | 13.81 | 13.81 | 152.51 | 92.13 | 11.39 |
| 2 | L | t | 160.56 | 8.83 | 157.78 | 10.80 | 10.80 | 157.78 | 98.29 | 8.93 |
| | | b | " | 8.89 | 157.78 | 10.87 | 10.87 | 157.78 | 98.29 | 8.99 |
| | T | t | " | 1.77 | 187.91 | 14.71 | 14.71 | 187.91 | 113.40 | 12.29 |
| | | b | " | 1.77 | 187.91 | 14.79 | 14.79 | 187.91 | 113.40 | 12.37 |
| 1 | L | t | 187.45 | 8.79 | 184.01 | 10.75 | 10.75 | 184.01 | 102.00 | 9.89 |
| | | b | " | 13.05 | 184.01 | 15.81 | 15.81 | 184.01 | 102.00 | 13.15 |
| | T | t | " | 1.63 | 223.23 | 15.59 | 15.59 | 223.23 | 134.66 | 13.09 |
| | | b | " | 1.98 | 223.23 | 21.77 | 21.77 | 223.23 | 134.66 | 19.20 |

Ferrailage du poteau de Centre C2 sous SP1.

| Niveau | Assis | Red. S | M _t | N _t | E ₀ | e ₁ | Solli | σ _{vo} / kg/cm ² | d | A (cm ²) Calculé | A (cm ²) min. RBA | Φ | σ _{b1} | σ _{b2} | σ _a |
|--------|-------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|--------------------------------------|------|------------------------------|-------------------------------|------|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| 4 | L | + | 0.17 | 18.66 | 0.91 | 4.50 | S.E.C | 71.59 | 4.50 | | 18.215 | 2T20 | 87.6 | 7.00 | 131.40 |
| | b | - | 0.21 | " | 1.13 | " | S.E.C | 69.39 | " | | " | 1T14 | 8.96 | 6.86 | 134.40 |
| | T | + | 1.79 | " | 9.59 | " | S.E.C | 98.05 | " | | " | 3T20 | σ _{b1} : 61.47 | //// | σ _a : 9.20 |
| | b | - | 1.62 | " | 8.67 | " | S.E.C | 95.28 | " | | " | 3T20 | σ _{b1} : 61.47 | //// | σ _a : 9.02 |
| 6 | L | + | 0.24 | 46.99 | 0.51 | " | S.E.C | 70.31 | " | | " | 2T20 | 21.12 | 18.72 | 316.80 |
| | b | - | 0.22 | " | 0.47 | " | | 70.19 | " | | " | 1T14 | 21.02 | 18.82 | 315.80 |
| | T | + | 1.82 | " | 3.87 | " | | 80.37 | " | | " | 3T20 | 20.01 | 19.83 | 300.13 |
| | b | - | 1.77 | " | 3.77 | " | | 80.27 | " | | " | 3T20 | 28.79 | 11.05 | 431.70 |
| 5 | L | + | 0.22 | 45.35 | 0.29 | " | | 69.64 | " | | " | 2T20 | 33.06 | 30.08 | 495.90 |
| | b | - | 0.22 | " | 0.29 | " | | 69.64 | " | | " | 1T14 | 33.06 | 30.08 | 495.90 |
| | T | + | 1.77 | " | 2.34 | " | | 48.90 | " | | " | 3T20 | 40.80 | 23.09 | 612.00 |
| | b | - | 1.77 | " | 2.34 | 7.50 | | 75.90 | 4.50 | | 18.215 | 3T20 | 40.80 | 23.09 | 612.00 |
| 4 | L | + | 0.22 | 103.69 | 0.21 | " | | 69.39 | " | | " | 2T20 | 45.06 | 42.86 | 675.90 |
| | b | - | 0.22 | " | 0.21 | " | | 69.39 | " | | " | 1T14 | 45.06 | 42.86 | 675.90 |
| | T | + | 1.77 | " | 1.71 | " | | 73.97 | " | | " | 3T20 | 52.92 | 35.11 | 792.30 |
| | b | - | 1.77 | " | 1.71 | " | | 73.97 | " | | " | 3T20 | 52.82 | 35.11 | 792.30 |
| 3 | L | + | 0.22 | 131.03 | 6.19 | " | | 87.67 | " | | " | 2T20 | 52.48 | 52.20 | 787.60 |
| | b | - | 0.22 | " | 6.19 | " | | 87.67 | " | | " | 1T14 | 52.48 | 52.20 | 787.60 |
| | T | + | 1.77 | " | 1.34 | " | | 72.85 | " | | " | 3T20 | 53.44 | 51.24 | 972.85 |
| | b | - | 1.77 | " | 1.34 | " | | 72.85 | " | | " | 3T20 | 53.44 | 51.24 | 972.85 |
| 2 | L | + | 0.22 | 160.56 | 5.50 | " | | 85.56 | " | | " | 4T20 | 63.79 | 63.51 | 957.55 |
| | b | - | 0.22 | " | 5.54 | 4.50 | | 85.68 | " | | 18.215 | 1T14 | 63.79 | 63.51 | 957.55 |
| | T | + | 1.77 | " | 1.10 | " | | 72.11 | " | | " | 6T20 | 64.75 | 62.56 | 971.27 |
| | b | - | 1.77 | " | 1.10 | " | | 72.11 | " | | 15.99 | 6T20 | 64.75 | 62.56 | 971.27 |
| 1 | L | + | 0.22 | 187.45 | 4.69 | " | | 83.08 | " | | " | 4T20 | 84.48 | 64.41 | 967.20 |
| | b | - | 0.24 | " | 6.96 | " | | 90.02 | 4.50 | | " | 1T14 | 64.48 | 64.41 | 967.20 |
| | T | + | 1.63 | " | 0.87 | " | | 71.41 | " | | " | 6T20 | 64.70 | 64.19 | 970.57 |
| | b | - | 1.88 | " | 1.00 | " | | 71.81 | " | | " | 6T20 | 64.74 | 64.14 | 971.21 |

- Vérification du ferrailage trouvé dans S.F.L.

Poutre C2

Solli S.F.L

$$N^{max} - M^{con.}$$

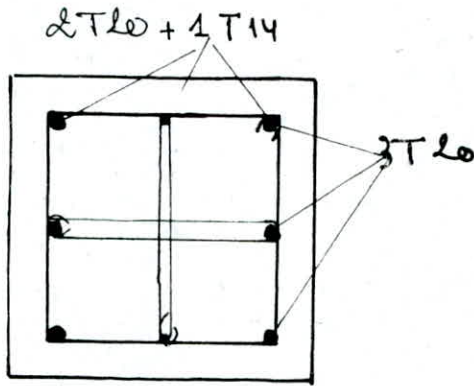
$$M^{max} - N^{con.}$$

| dir | seu | action | M t.m | N t | l ₀ cm | l ₁ cm | σ _b ' | Solli | A = A' cm ² | C (cm) | σ _b ' | σ _a ' | σ _a |
|-----|-----|--------|----------|--------|----------------------|----------------------|------------------|--------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 7 | L | t | 3.96 | 18.64 | 21.24 | 7.50 | 200.69 | ↑ Comprimé | 7.82 | 1.26 | 36.78 | 599.15 | 440.08 |
| | | b | 2.75 | 18.64 | 14.75 | " | 170.74 | | 7.82 | 7.71 | 20.32 | 305.97 | 31.28 |
| | T | t | 7.49 | 20.66 | 36.25 | " | 206.25 | | 9.42 | -13.75 | 32.45 | 36.28 | 153.58 |
| | | b | 4.25 | 20.66 | 20.57 | " | 197.42 | | 9.42 | 1.93 | 32.45 | 484.9 | 259.12 |
| 6 | L | t | 6.09 | 45.80 | 13.30 | " | 164.09 | ↑ Comprimé | 7.82 | 9.20 | 57.87 | 769.75 | 246.44 |
| | | b | 5.00 | 45.80 | 10.92 | " | 153.18 | | 7.82 | 11.58 | 62.24 | 946.68 | 73.48 |
| | T | t | 9.64 | 51.54 | 18.70 | " | 188.85 | | 9.42 | 3.84 | 82.58 | 1917.20 | 590.32 |
| | | b | 6.86 | 51.54 | 13.31 | " | 164.14 | | 9.42 | 9.19 | 60.92 | 970.60 | 189.58 |
| 5 | L | t | 7.74 | 73.18 | 10.58 | " | 152.22 | ↑ Partiellement | 7.82 | 11.92 | 74.94 | 1129.70 | 452.27 |
| | | b | 7.05 | 73.18 | 9.63 | " | 147.27 | | 7.82 | 12.87 | 70.65 | 1057.18 | 202.76 |
| | T | t | 10.70 | 83.80 | 12.77 | 7.50 | 161.66 | | 9.42 | 9.73 | 93.73 | 1402.10 | 211.71 |
| | | b | 10.30 | 83.80 | 12.89 | " | 162.21 | | 9.42 | 10.21 | 91.02 | 1361.50 | 163.44 |
| 4 | L | t | 9.31 | 100.89 | 9.23 | " | 145.44 | ↑ Partiellement | 7.82 | 13.27 | 94.95 | 1420.89 | 218.95 |
| | | b | 8.48 | 100.89 | 8.41 | " | 141.68 | | 7.82 | 14.09 | 90.26 | 1350.96 | 165.58 |
| | T | t | 12.61 | 117.51 | 10.72 | " | 152.27 | | 9.42 | 11.78 | 116.56 | 1749.97 | 469.90 |
| | | b | 12.13 | 117.51 | 10.32 | " | 150.43 | | 9.42 | 12.18 | 113.78 | 1704.47 | 599.59 |
| 3 | L | t | 10.00 | 128.66 | 7.77 | " | 138.74 | ↓ Tension | 7.82 | 14.73 | 108.64 | 1656.81 | 230.74 |
| | | b | 10.08 | 128.66 | 7.83 | " | 139.00 | | 7.82 | 14.67 | 109.03 | 1631.97 | 216.48 |
| | T | t | 13.74 | 152.51 | 9.00 | " | 144.38 | | 9.42 | 13.50 | 130.79 | 1957.54 | 214.82 |
| | | b | 13.81 | 152.51 | 9.02 | " | 144.66 | | S.F.C | 9.42 | 13.44 | 133.67 | 2009.54 |
| 2 | L | t | 10.80 | 157.78 | 6.84 | 7.50 | 134.48 | S.F.C | 14.10 | //// | σ _{b1} : 56.27 | σ _{b2} : 58.23 | σ _a : 849 |
| | | b | 10.87 | 157.78 | 6.89 | " | 134.71 | S.F.C | 14.10 | //// | σ _{b1} : 56.28 | σ _{b2} : 52.21 | σ _a : 844 |
| | T | t | 14.71 | 187.91 | 7.83 | " | 139.02 | S.F.C | 18.84 | 14.67 | 137.03 | 2057.14 | 302.52 |
| | | b | 14.79 | 187.91 | 7.87 | " | 139.20 | S.F.C | 18.84 | 14.63 | 137.29 | 2055.02 | 306.8 |
| 1 | L | t | 10.75 | 184.01 | 5.84 | " | 129.90 | S.F.C | 21.17 | //// | σ _{b1} : 85.27 | σ _{b2} : 61.26 | σ _a : 979.11 |
| | | b | 15.88 | 184.01 | 8.63 | " | 142.68 | S.F.C | 21.17 | 13.87 | 135.15 | 2022 | 264.97 |
| | T | t | 15.58 | 223.23 | 6.98 | " | 135.12 | S.F.C | 29.45 | //// | σ _{b1} : 79.26 | σ _{b2} : 73.84 | σ _a : 1195 |
| | | b | 21.77 | 223.23 | 9.75 | " | 147.82 | S.F.C | 29.45 | 12.75 | 154.74 | 2317 | 215.22 |

- Vérification du ferrailage trouvé sous SP1.
 Poutre de Centre C2 Solli SP2 N^{mi} - M^{com}.

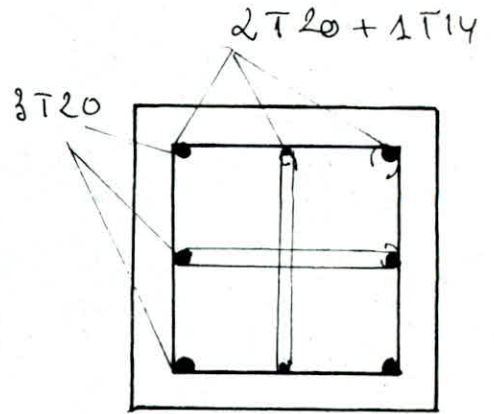
| niveau | seu | section | M _{t.u} | N _t | l _{cu} | e _{cu} | σ _{b'} | Solli | A = A' | C _{cu} | σ _{b'} | σ _{a'} | σ _a |
|--------|-----|---------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 7 | L | t | 3.28 | 13.49 | 24.31 | 7.50 | 206.25 | Comprimée | 7.82 | -1.81 | 29.67 | 442.93 | 414.49 |
| | | b | 2.22 | 13.49 | 16.46 | " | 138.58 | | 7.82 | 6.04 | 20.07 | 299.97 | 136.43 |
| | T | t | 4.48 | 15.17 | 29.53 | " | 206.25 | | 9.42 | -7.03 | 35.38 | 528.09 | 524.45 |
| | | b | 2.04 | 15.17 | 18.45 | " | 164.78 | | 9.42 | 9.05 | 18.89 | 275.01 | 65.49 |
| 6 | L | t | 4.99 | 27.89 | 17.89 | " | 185.15 | | 7.82 | 4.61 | 52.24 | 780.24 | 575.53 |
| | | b | 4.10 | 27.89 | 14.70 | " | 170.51 | | 7.82 | 7.80 | 38.80 | 280.03 | 217.56 |
| | T | t | 7.12 | 32.68 | 21.91 | " | 203.56 | | 9.42 | 0.59 | 57.00 | 851.51 | 560.10 |
| | | b | 4.44 | 32.68 | 13.57 | " | 165.23 | | 9.42 | 8.93 | 41.55 | 621.27 | 180.62 |
| 5 | L | t | 6.38 | 42.48 | 15.02 | " | 171.98 | 7.82 | 7.48 | 58.01 | 867.24 | 306.51 | |
| | | b | 5.81 | 42.48 | 13.68 | " | 165.81 | 7.82 | 8.82 | 53.05 | 793.29 | 198.94 | |
| | T | t | 8.28 | 51.33 | 16.13 | 7.50 | 177.02 | 9.42 | 6.37 | 69.25 | 1035.27 | 370.61 | |
| | | b | 7.89 | 51.33 | 15.37 | " | 173.58 | 9.42 | 7.13 | 67.87 | 1014.80 | 340.06 | |
| 4 | L | t | 7.69 | 57.34 | 13.41 | " | 164.60 | 7.82 | 9.09 | 67.80 | 1014.01 | 192.65 | |
| | | b | 7.00 | 57.34 | 12.21 | " | 159.10 | 7.82 | 10.29 | 68.79 | 2028.78 | 211.89 | |
| | T | t | 10.19 | 71.25 | 14.80 | " | 168.68 | 9.42 | 8.20 | 87.88 | 1314.11 | 337.73 | |
| | | b | 9.71 | 71.25 | 13.63 | " | 165.60 | 9.42 | 8.87 | 84.19 | 1259.09 | 264.23 | |
| 3 | L | t | 8.27 | 72.26 | 11.44 | " | 155.57 | 7.82 | 11.06 | 75.14 | 1124.14 | 69.75 | |
| | | b | 8.33 | 72.26 | 11.53 | " | 155.98 | 7.82 | 10.97 | 76.28 | 1141.18 | 79.46 | |
| | T | t | 11.32 | 92.13 | 12.29 | " | 159.46 | 9.42 | 10.21 | 96.70 | 1446.62 | 122.30 | |
| | | b | 11.39 | 92.13 | 12.36 | " | 159.78 | 9.42 | 10.14 | 97.34 | 1456.23 | 107.61 | |
| 2 | L | t | 8.93 | 88.29 | 10.11 | 7.50 | 149.47 | 14.10 | 12.39 | 78.55 | 1175.4 | 250.57 | |
| | | b | 8.99 | 88.29 | 10.18 | " | 149.79 | 14.10 | 12.32 | 80.86 | 1202.82 | 595.55 | |
| | T | t | 12.29 | 113.40 | 10.84 | " | 152.82 | 18.84 | 11.66 | 98.01 | 1467.55 | 656.78 | |
| | | b | 12.38 | 113.40 | 10.92 | " | 153.18 | 18.84 | 11.58 | 98.45 | 1473.07 | 628.73 | |
| 1 | L | t | 8.89 | 102.00 | 8.72 | " | 143.10 | 21.17 | 13.78 | 75.29 | 1126.89 | 1315.6 | |
| | | b | 13.15 | 102.00 | 12.89 | " | 162.21 | 21.57 | 9.61 | 94.73 | 1417.09 | 1408.20 | |
| | T | t | 13.29 | 134.66 | 9.87 | " | 148.37 | 29.45 | 12.61 | 93.92 | 1405.62 | 1217.16 | |
| | | b | 19.60 | 134.66 | 14.26 | " | 188.49 | 29.45 | 8.24 | 117.09 | 1751.50 | 2070.00 | |

Poteau de rive (Angle)

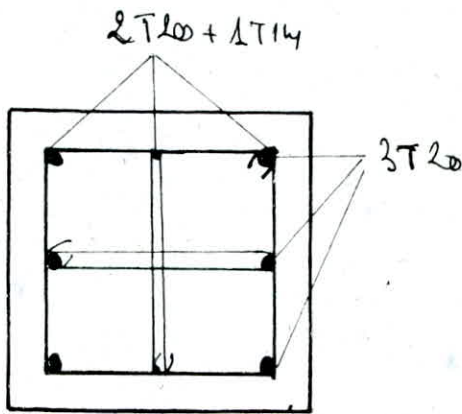


niveau courant

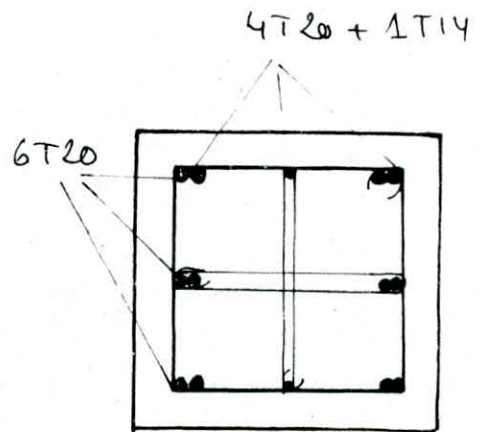
Poteau de Centre



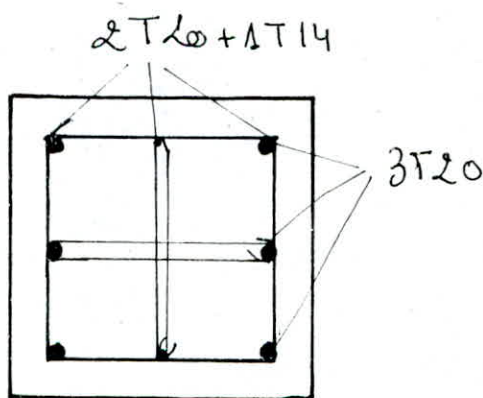
niveau autre que 1-2
et 1-RDC



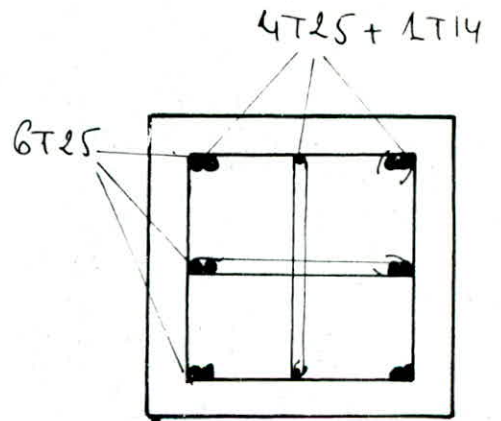
niveau courant



niveau 1-2



RDC - 1



RDC - 1

Armatures transversales. Poteau Centrale C 2

| niv | sens | T(H) | Tcal | R ₁ | A + cm ² | E RPA | | t _{cu} | d _{cu} | T ₆₀ | T ₆₀ | E adopté | | R ₁ |
|-----|------|------|-------|----------------|---------------------|--------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-------|----------------|
| | | | | | | z.cour | z.mod | | | | | z.cour | z.mod | |
| 7 | L | 1.69 | 3.38 | 45 | 2.01 | 16.80 | 14 | 38.54 | 4.50 | 2.11 | 41.25 | 16 | 14 | 60 |
| | T | 2.08 | 4.16 | " | " | " | 14 | 31.15 | " | 2.60 | " | " | " | " |
| 6 | L | 2.84 | 5.68 | " | " | " | " | 21.88 | " | 3.56 | " | " | " | " |
| | T | 3.51 | 7.02 | " | " | " | " | 18.46 | " | 4.40 | " | " | " | " |
| 5 | L | 3.83 | 7.66 | " | " | " | " | 16.92 | " | 4.80 | " | " | " | " |
| | T | 4.72 | 9.44 | " | " | " | " | 13.73 | " | 5.92 | " | " | " | " |
| 4 | L | 4.63 | 9.26 | 45 | 2.01 | " | " | 14.00 | " | 5.81 | " | 16 | 14 | 60 |
| | T | 5.71 | 11.42 | " | " | 16.80 | " | 11.35 | " | 7.16 | " | " | " | " |
| 3 | L | 5.24 | 10.48 | " | " | " | " | 19.37 | 4.50 | 6.67 | 41.25 | " | " | " |
| | T | 6.46 | 10.92 | " | " | " | " | 11.87 | " | 6.85 | " | " | " | " |
| 2 | L | 5.66 | 11.32 | " | " | " | " | 11.45 | " | 7.10 | " | " | " | " |
| | T | 6.96 | 13.92 | " | " | " | " | 9.28 | " | 8.75 | " | " | " | " |
| 1 | L | 5.46 | 10.92 | " | " | " | " | 11.87 | " | 6.85 | " | " | " | 65 |
| | T | 7.10 | 14.20 | " | " | " | " | 9.13 | " | 8.90 | " | " | " | 65 |

Poteau de rive et d'angle.

| niv | sens | T(H) | Tcal | R ₁ | A + cm ² | E RPA | | t _{cu} | d _{cu} | T ₆₀ | T ₆₀ | E adopté | | R ₁ |
|-----|------|------|-------|----------------|---------------------|--------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-------|----------------|
| | | | | | | z.cour | z.mod | | | | | z.cour | z.mod | |
| 7 | L | 1.09 | 2.18 | 45 | 2.01 | 16.80 | 14 | 38.10 | 4.50 | 59.45 | 41.25 | 16 | 14 | 60 |
| | T | 2.18 | 4.36 | " | " | " | " | 66.12 | " | 29.72 | " | " | " | 60 |
| 6 | L | 1.83 | 3.66 | " | " | " | " | 21.24 | " | 35.41 | " | " | " | " |
| | T | 3.67 | 7.34 | " | " | " | " | 39.27 | " | 17.66 | " | " | " | " |
| 5 | L | 2.42 | 4.82 | " | " | " | " | 15.77 | " | 26.34 | " | " | " | " |
| | T | 4.94 | 9.88 | " | " | " | " | 29.19 | " | 13.12 | " | " | " | " |
| 4 | L | 2.98 | 5.96 | " | " | " | " | 13.04 | " | 21.74 | " | " | " | " |
| | T | 5.97 | 11.94 | 45 | " | " | " | 24.09 | " | 10.85 | " | " | " | " |
| 3 | L | 3.37 | 6.74 | " | 2.01 | 16.80 | 14 | 11.53 | 4.50 | 19.23 | 41.25 | 16 | 14 | " |
| | T | 6.76 | 13.52 | " | " | " | " | 21.32 | " | 9.59 | " | " | " | " |
| 2 | L | 3.64 | 7.28 | " | " | " | " | 10.66 | " | 17.60 | " | " | " | " |
| | T | 7.28 | 14.60 | " | " | " | " | 19.69 | " | 8.88 | " | " | " | " |
| 1 | L | 4.62 | 9.24 | " | " | " | " | 11.77 | " | 14.03 | " | " | " | 65 |
| | T | 7.44 | 14.88 | " | " | " | " | 17.66 | " | 8.71 | " | " | " | 65 |

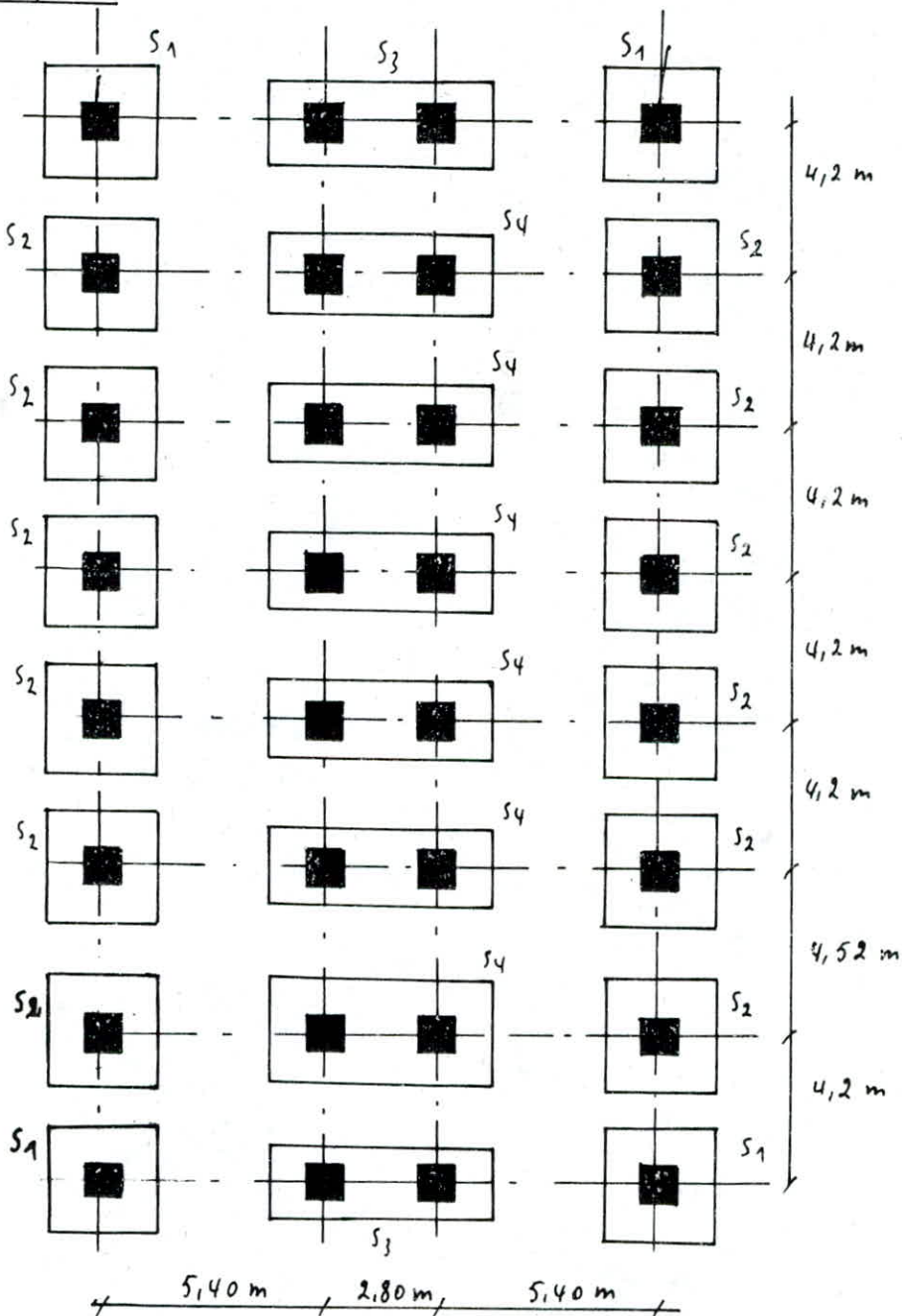
FONDATIONS

CALCUL DES FONDATIONS

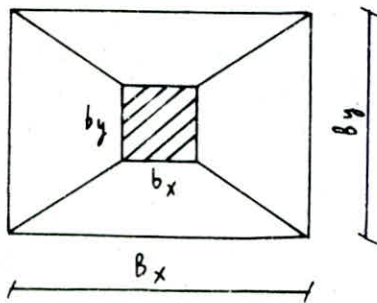
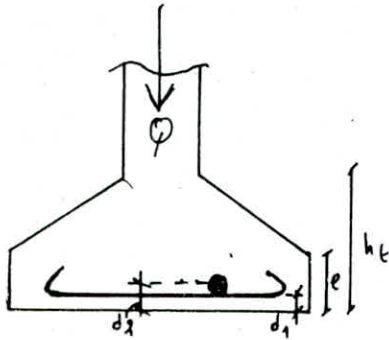
Introduction : Les fondations que nous allons étudier sont des fondations superficielles.
 La contrainte admissible du sol est de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ à $1,80 \text{ m}$ d'ancrage.

Types de semelles : Nous avons deux types de semelles : des semelles isolées sous poteau et des semelles filantes sous deux poteaux.
 on disposera au dessus de la semelle une couche de béton de propreté de 10 cm d'épaisseur.
 Le calcul sera fait sous SP_1 , puis on fait une vérification sous SP_2 .

Vue en plan



Ferrailage des semelles isolées



Φ = charge transmise au sol

$\bar{\sigma}_s$: contrainte admissible du sol

B_y : petit côté de la semelle

B_x : grand côté de la semelle

b_y : petit côté du pilier

b_x : grand côté du pilier.

La contrainte sur le sol ne doit pas dépasser la contrainte admissible sur le sol ; pour cela nous devons avoir :

$$S = B_x \times B_y \geq \frac{\Phi}{\bar{\sigma}_s} \quad ; \quad \text{nous prendrons } \frac{B_x}{B_y} = \frac{b_x}{b_y} = k$$

de manière que la semelle et le pilier soient homothétiques
Les autres dimensions sont : $h_t \geq d_1 + \frac{B_x - b_x}{4}$; $h = h_t - d_1$

$$e \geq 6\phi + b$$

Le ferrailage sera fait par la méthode des bielles.
Les efforts sont :

$$F_x = \Phi \frac{(B_x - b_x)}{8h} \quad \text{d'où} \quad A_x = \frac{F_x}{\bar{\sigma}_a} \quad \text{suivant } O_x.$$

$$F_y = \Phi \frac{(B_y - b_y)}{8h} \quad \text{d'où} \quad A_y = \frac{F_y}{\bar{\sigma}_a} \quad \text{suivant } O_y.$$

Dans notre cas, on a des poteaux carrés, donc nous adopterons des semelles carrées.

Semelle S_1

$$\Phi = \Phi (G + 1,2P)_e + \Phi (G + 1,2P)_t = 81,37 \text{ t}$$

$$\Phi = 81,37 \text{ t}$$

Dimensionnement de la semelle

$$\sigma_s = \frac{\Phi}{B^2} \leq \bar{\sigma}_s \Rightarrow B \geq \sqrt{\frac{\Phi}{\bar{\sigma}_s}} \rightarrow B \geq \sqrt{\frac{81,37 \cdot 10^3}{2,5}} = 180,14 \text{ cm}$$

on prend $B = 200 \text{ cm}$

$$h \geq \frac{B - b}{4} = \frac{200 - 45}{4} = 38,75 \text{ cm} \quad \text{soit } h = 45 \text{ cm} ; h_t = 50 \text{ cm}$$

Épaisseur de la semelle : e : l'épaisseur doit vérifier :
 $e \geq 6\phi + 6$ avec ϕ diamètre des armatures.

Soit $\phi = 20 \text{ mm} \Rightarrow e \geq 6 \cdot 2 + 6 = 18 \text{ cm}$; soit $e = 20 \text{ cm}$

Vérification de la contrainte du sol : on calcule l'effort normal de compression en tenant compte du poids propre de la semelle.

- poids propre de la semelle

$$Q_s = [B \cdot e + \frac{(B+b)}{2} (h_t - e)] \cdot 2,5 = [2 \cdot 0,2 + \frac{(2+0,45)}{2} (0,5-0,2)] \cdot 2,5 =$$

$$Q_s = 3,84 \text{ t}$$

- charge totale transmise au sol : Q_t

$$Q_t = Q + Q_s = 81,37 + 3,84 = 85,21 \text{ t}$$

$$\sigma_s = \frac{Q_t}{B^2} = \frac{85,21 \cdot 10^3}{(200)^2} = 2,13 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s = 2,5 \text{ kg/cm}^2$$

Calcul des armatures : on aura le même ferrailage dans les deux sens.

$$A_x = A_y = \frac{Q_t (B-b)}{8 h \cdot \bar{\sigma}_a} = \frac{85,21 \cdot 10^3 (200-45)}{8 \cdot 45 \cdot 2800} = 13,10 \text{ cm}^2$$

on prend 9 T14 $A = 13,85 \text{ cm}^2$

Vérification de la condition de non poinçonnement

La condition de non poinçonnement sous les charges localisées doit être satisfaite sous les sollicitations du 1^{er} genre.

$$\sigma_b = \frac{1,5 N}{P_c \cdot h_t} \leq 1,2 \bar{\sigma}_b \text{ avec } N : \text{charge localisée}$$

P_c : périmètre du contour à considérer, situé à une distance $h_t/2$.

$$\text{donc } P_c = 2(b_x + b_y + 2h_t) = 2(45 + 45 + 2 \cdot 50) = 380 \text{ cm}$$

$$N = 85,21 \text{ t} \Rightarrow \sigma_b = \frac{1,5 \cdot 85,21 \cdot 10^3}{380 \cdot 50} = 6,73 \text{ kg/cm}^2 < 1,2 \bar{\sigma}_b = 7,08 \text{ kg/cm}^2$$

Vérification sous SP_2 : $Q(SP_2) = 126,29 \text{ t}$; $M(SP_2) = 14,77 \text{ t}\cdot\text{m}$

$$\sigma_{1,2} = \frac{Q}{A^2} \pm \frac{M \cdot A}{I} = \frac{Q}{A^2} \pm \frac{M \cdot A/2}{A^4/12} = \frac{Q}{A^2} \pm \frac{6M}{A^3} = \begin{cases} \sigma_1 = 4,25 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_2 = 2,05 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

$$\sigma_s = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = 3,7 \text{ kg/cm}^2 < 1,5 \bar{\sigma}_s = 3,75 \text{ kg/cm}^2 \text{ (vérifiée)}$$

Semelle S2 :

Le calcul se fait de la même manière que celui de la semelle S_1 .

$$Q(SP_1) = 132,43 \text{ t.}$$

Les dimensions de la semelle sont les suivantes:

$$B = 2,40 \text{ m}; h_t = 70 \text{ cm}; h = h_t - d_1 = 65 \text{ cm}; e = 20 \text{ cm}$$

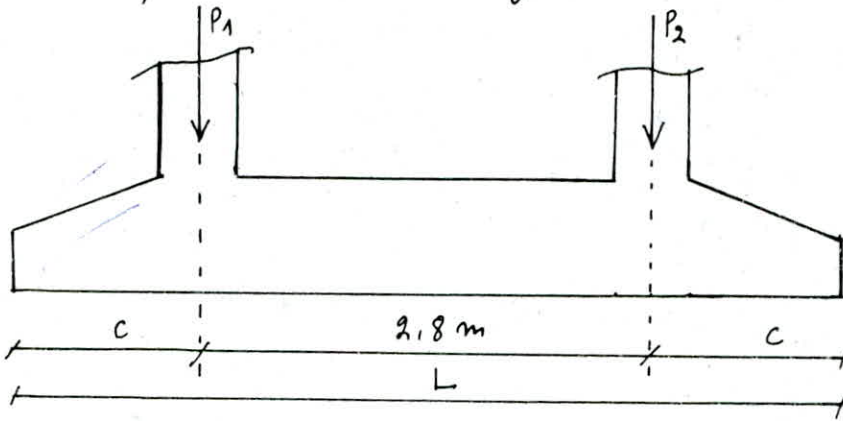
Les armatures utilisées sont: 10 T16 soit une section de $20,10 \text{ cm}^2$.

Toutes les vérifications sont satisfaites y compris la vérification de la contrainte du sol sous SP_2 .

$$Q_t(SP_2) = 147,58 \text{ t}; M(SP_2) = 16,53 \text{ t.m.}$$

Semelle S_3

on prévoit une semelle commune (filante) sous deux poteaux pour éviter l'interférence des contraintes.



Dimensionnement de la semelle.

$$P_1 = P_2 = 87,39 \text{ t} = P \Rightarrow R = P_1 + P_2 = 2P = 174,78 \text{ t.}$$

$$\text{Soit } L = 5,6 \text{ m} \Rightarrow B \cdot L \geq \frac{R}{\bar{\sigma}_s} \Rightarrow B \geq \frac{R}{L \cdot \bar{\sigma}_s} = \frac{174,78 \cdot 10^3}{560 \cdot 2,5} = 125 \text{ cm}$$

$$\text{Soit } B = 140 \text{ cm}$$

La hauteur de la poutre de rigidité doit être telle que:

$$h_t \geq \frac{L}{10} = \frac{560}{10} = 56 \text{ cm} \quad \text{Soit } h_t = 65 \text{ cm.}$$

$$e \geq 6\phi + 6 \quad \text{Soit } \phi = 20 \Rightarrow e \geq 18 \text{ cm, on prend } e = 20 \text{ cm}$$

Vérification de la contrainte: σ_s

- poids propre de la semelle: Q_s .

$$Q_s = \left[3 \cdot e + \frac{(B+b)}{2} (h_t - e) \right] L \cdot 2,5 = \left[1,4 \cdot 0,2 + \frac{(1,4 + 0,45)}{2} (0,65 - 0,2) \right] 5,6 \cdot 2,5 =$$

$$Q_s = 9,75 \text{ t.}$$

$$Q_t = R + Q_s = 174,78 + 9,75 = 184,53 \text{ t.}$$

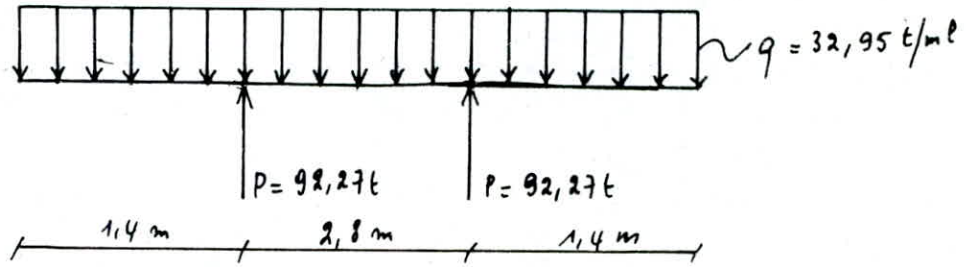
$$\text{d'où } \sigma_s = \frac{Q_t}{L \cdot B} = \frac{184,53 \cdot 10^3}{560 \cdot 140} = 2,35 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s = 2,5 \text{ kg/cm}^2$$

Pression sur le sol

Dans le sens longitudinal, la semelle sera calculée comme une poutre appuyée sur les deux poteaux.

Puisque Q_t est centrée $\Rightarrow p = \frac{Q_t}{B \times L} = \frac{184,53}{5,6 \times 1,4} = 23,54 \text{ t/m}^2$.

$q = p \cdot B = 23,54 \times 1,4 = 32,95 \text{ t/ml}$.



Moment fléchissant et effort tranchant

a) $0 \leq x \leq 1,4$ $M(x) = q \frac{x^2}{2} = 32,95 \frac{x^2}{2}$ $\left\{ \begin{array}{l} M(0) = 0 \\ M(1,4) = 32,29 \text{ t.m} \end{array} \right.$
 $T(x) = qx = 32,95x$ $\left\{ \begin{array}{l} T(0) = 0 \\ T(1,4) = 46,14 \text{ t} \end{array} \right.$

b) $1,4 \leq x \leq 4,2$.

$M(x) = q \frac{x^2}{2} - P(x-1,4) = 32,95 \frac{x^2}{2} - 92,27(x-1,4)$

$M(1,4) = 32,29 \text{ t.m}$; $M(4,2) = 32,29 \text{ t.m}$; $M(2,8) = -0,014 \text{ t.m}$.

$T(x) = qx - P = 32,95x - 92,27$ $\left\{ \begin{array}{l} T(1,4) = -46,14 \text{ t} \\ T(4,2) = 46,14 \text{ t} \end{array} \right.$

Diagramme du moment fléchissant

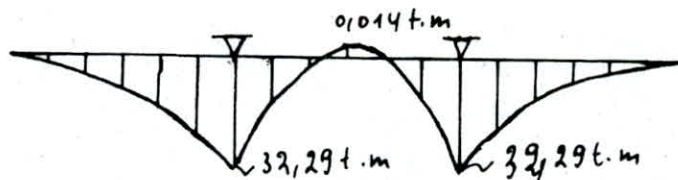
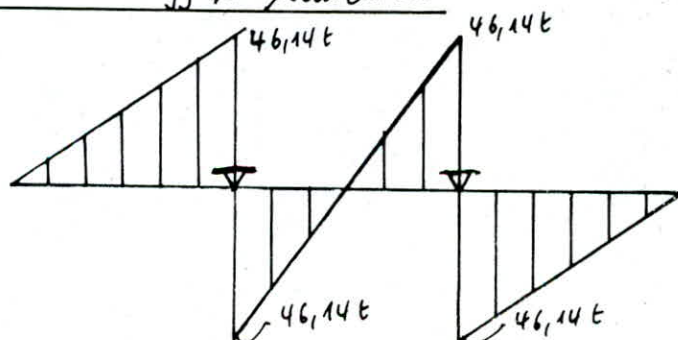


Diagramme de l'effort tranchant



Calcul des armatures longitudinales

$M = 32,29 \text{ t.m}$; $T_{\max} = 46,14 \text{ t}$; $h = 80 \text{ cm}$; $b = 45 \text{ cm}$.

Méthode de Pierre Charon :

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \times 32,29 \cdot 10^5}{2800 \times 45 \cdot 80^2} = 0,0601 \rightarrow \begin{cases} k = 34,2 \\ \varepsilon = 0,8984 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{34,2} = 81,87 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$$

Donc les aciers comprimés ne sont pas nécessaires.
Aciers tendus : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \varepsilon \cdot h} = \frac{32,29 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,8984 \cdot 80} = 16,05 \text{ cm}^2$

on adopte 6T20 soit $A = 18,84 \text{ cm}^2$.

Vérification de la condition aux appuis

$$A \geq (T + \frac{M}{z}) \frac{1}{\bar{\sigma}_a} = (46,14 \cdot 10^3 - \frac{32,29 \cdot 10^5}{\frac{7}{8} \cdot 80}) = 4,08 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 \text{ (vérifiée)}$$

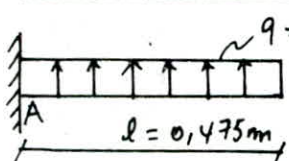
Entraînement des barres :

$$\tau_d = \frac{T_{\max}}{n \cdot p \cdot z} = \frac{46,14 \cdot 10^3}{6 \cdot 6,28 \cdot \frac{7}{8} \cdot 80} = 17,49 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_d$$

$$\bar{\tau}_d = 2 \psi_d \cdot \bar{\sigma}'_b = 2 \cdot 1,5 \cdot 5,9 = 17,7 \text{ kg/cm}^2 > \tau_d = 17,49 \text{ kg/cm}^2$$

Donc pas de risque d'entraînement des barres.

Calcul des armatures perpendiculaires à la poutre de rigidité



La section dangereuse étant celle de l'encastrement.

$$l = \frac{B - b}{2} = \frac{1,14 - 0,45}{2} = 0,475 \text{ m}$$

$$q = p \times 1 \text{ ml} = 23,54 \text{ t/ml}$$

$$M_A = q \frac{l^2}{2} = \frac{23,54 \cdot (0,475)^2}{2} = 2,66 \text{ t.m} ; T_A = q l = 23,54 \cdot 0,475 = 11,18 \text{ t}$$

Soit $b = 100 \text{ cm}$ (on prend une bande de 1 m de large)

$$h = 65 - 5 = 60 \text{ cm}$$

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 2,66 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (60)^2} = 0,0040 \rightarrow \begin{cases} k = 158 \\ \varepsilon = 0,9711 \end{cases}$$

$k > \bar{k}$ donc pas d'aciers comprimés.

Aciers tendus : $A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \varepsilon \cdot h} = \frac{2,66 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9711 \cdot 60} = 1,63 \text{ cm}^2$

Soit 3T10 / ml $\rightarrow A = 2,35 \text{ cm}^2$.

Contrainte de cisaillement au niveau de l'encastrement

$$\tau_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{11,18 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 60} = 2,13 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 3,5 \bar{\sigma}'_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2 \text{ (vérifiée)}$$

on utilise des armatures transversales perpendiculaires à la ligne moyenne.
 Soit 3 cadres T8 $\rightarrow A_t = 3,01 \text{ cm}^2$; $\bar{\sigma}_{at} = 2800 \text{ kg/cm}^2$.

calcul de l'espacement

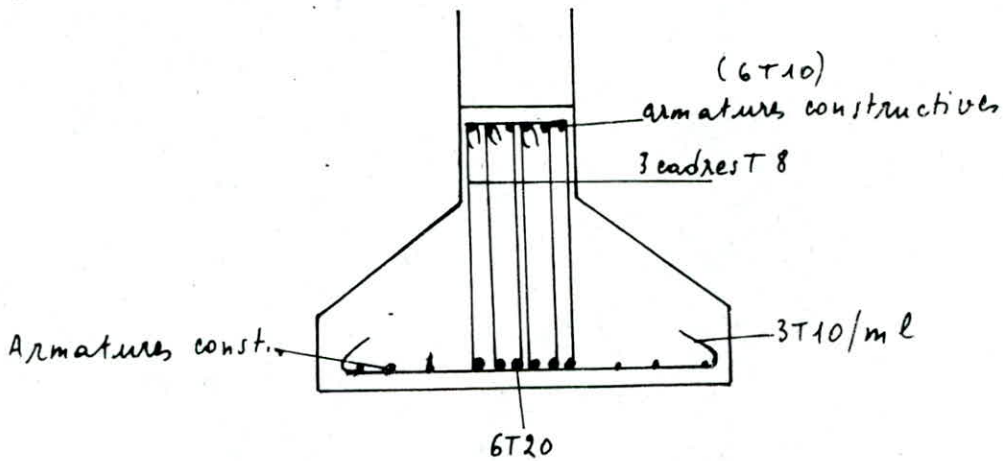
$$t \leq \frac{A_t \cdot \bar{\sigma}_{at}}{T} = \frac{3,01 \cdot 7/8 \cdot 80 \cdot 2800}{46,14 \cdot 10^3} = 12,79 \text{ cm.}$$

Espacement admissible

$$\bar{E} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,2 h = 0,2 \cdot 80 = 16 \text{ cm.} \\ \left(1 - \frac{0,3 \gamma_b}{\bar{\sigma}_b}\right) h = \left(1 - \frac{0,3 \cdot 14,65}{5,9}\right) 80 = 20,41 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\bar{E} = 20,41 \text{ cm.}$$

on prend $t = 10 \text{ cm.}$



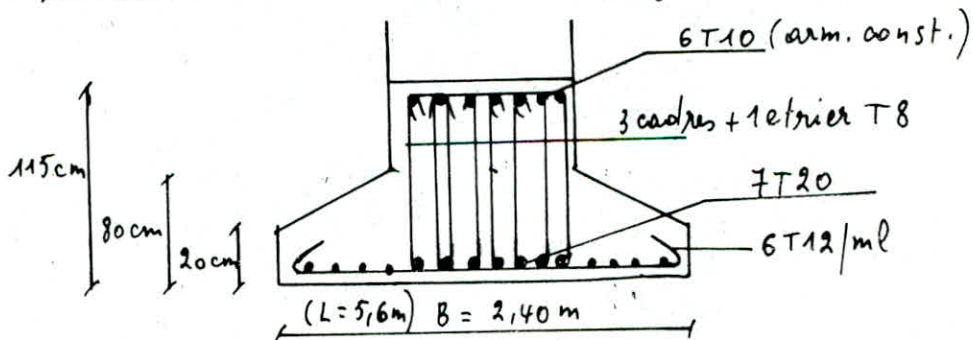
condition de non poinçonnement

$$\bar{\sigma}_b = \frac{1,5 N}{P_c \cdot h_t} \leq 1,2 \bar{\sigma}_b = 7,08 \text{ kg/cm}^2$$

$$N = 92,27 \text{ t} ; P_c = 2(b_x + b_y + 2 h_t) = 2(45 + 45 + 2 \cdot 65) = 440 \text{ cm}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{1,5 \cdot 92,27 \cdot 10^3}{440 \cdot 65} = 4,84 \text{ kg/cm}^2 < 1,2 \bar{\sigma}_b = 7,08 \text{ kg/cm}^2$$

Semelle S4 : Les calculs se font de la même manière que la semelle S3. Toutes les vérifications sont satisfaites. Le coffrage et le ferrailage sont dans le schéma suivant : ($\Phi_t = 377,83 \text{ t}$)



Calcul des longrines.

Les longrines sont placées pour solidariser les fondations reprendre les moments à la base des poteaux et résister à la traction sous l'action d'une force égale à : $(RPA.4233)$ $N/10$ où N est la force axiale du poteau en question.

On prend pour moment maximum $M = 21.97 \text{ t.m}$
" " " " effort axiale $N = 13.744 \text{ t.}$

On prend des longrines de dimensions $45 \times 60 \text{ cm}^2$.
Arrière : (en flexion composée.)

$$e_0 = M/N = 116.99 \text{ cm} > h/2 = 80 \text{ cm}.$$

Si N effort de traction :

$$M_{\text{at}} : \text{moment \% aux aciers tendus} = M + N \left(\frac{h}{2} - d \right) = 26.39 \text{ t.m}$$

$$\mu = \frac{15 \cdot 26.39 \cdot 10^5}{4200 \cdot 45 \cdot 54^2} = 0.0718 \quad \text{d'où} \quad \begin{cases} \eta = 10.5 \\ \xi = 0.8803 \end{cases}$$

$$\text{d'où} \quad A_1 = 13.07 \text{ cm}^2.$$

$$A = A_1 + N/\sigma_a = 16.57 \text{ cm}^2$$

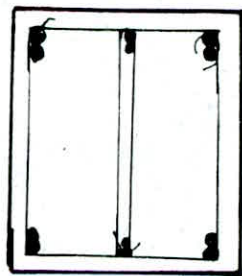
Si N effort de compression :

$$A = A_1 - N/\sigma_a = 3.5 \text{ cm}^2.$$

On adopte comme section d'acier $4T20 + 2T16$.

Les longrines seront armées symétriquement.

Pour les armatures transversales on prend 1 cadre $\phi 8$
et 1 étrier
espacement 15 cm



Voile Périphérique

Les ossatures au-dessous du niveau de base, formée de poteaux courts - vide sanitaire sous notre cas - doivent avoir un voile périphérique continu entre le niveau de fondation et le niveau de base, en zone II et III. Pour assurer un bon chaînage et une bonne stabilité de l'ensemble du bâtiment le voile doit avoir les caractéristiques minimales suivantes:

- Hauteur du voile $\geq \max\left(\frac{1}{10} \cdot \text{hauteur du bâtiment}; 0,80\text{m}\right)$; On prend pour notre cas $h = 1,7\text{m}$
- L'épaisseur du voile doit être $\geq 15\text{cm}$; On prend $e = 20\text{cm}$.
- Ferrillage: le RBA recommande de prendre des armatures longitudinales filantes supérieures et inférieures de section $\geq 20\%$ de la section transversale du voile.

$$A_f \geq 20\% \cdot h \cdot e = 20\% \cdot 1,70 \cdot 20 = 10,8\text{cm}^2$$

Soit $6T16 = 12,06\text{cm}^2$

Armatures longitudinales de peau: $A \geq 2\text{cm}^2$ soit 4T12/m

- Dans les angle du voile périphérique on met les épaves de renforcement. ($A = 4,52\text{cm}^2 = 4T12$)

