

## ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : de Génie - Civil

### PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Bâtiment (R+4) à usage  
de Bureaux

Proposé par :  
l'ETAU

Etudié par :  
B. BOUDJELOUDE  
A. ZIANE

Dirigé par :  
Mme MORSLI



PROMOTION : Juin 1984

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

«O»

وزارة التعليم والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

«O»

**ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE**

«O»

**Département : de Génie - Civil**

# **PROJET DE FIN D'ETUDES**

## **SUJET**

**Bâtiment (R+4) à usage  
de Bureaux**

Proposé par :

P'ETAU

Etudié par :

B. BOUDJELOUDE  
A. ZIANE

Dirigé par :

Mme MORSLI

Promotion : Juin 1984

# REMERCIEMENTS

nous tenons à remercier vivement :

- Notre promoteur M<sup>me</sup> Morsli ;
- Tous les enseignants qui ont contribué à notre formation ;
- Notre ami D. Djillouli pour son aide si précieuse ;
- Tous ceux qui nous ont aidés dans l'achèvement de ce modeste travail .

B. Boudjeloude

A. ZIANE.

# DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

- Mes père ; Mes mère
- Mes frères et sœurs.
- à tous mes amis en particulier KARIM

A. ZIANE.

Je dédie ce projet de fin d'étude :

- A mon père , à ma mère .
- A mes frères et sœurs .
- A Nadia
- A tous mes amis , en particulier Kamel, Fatal, Farid et Karim .

Boubekeur

# SOMMAIRE

INTRODUCTION . . . . .	1
- Présentation de l'ouvrage	
- Caractéristiques des matériaux.	
- Charges et surcharges.	
ETUDE DES ELEMENTS . . . . .	12
- Acrotère	
- Escaliers	
- Planchers	
. Poutrelles et Dalles (BLOC A).	
. Dalles (BLOC B).	
ETUDE AU SEISME (BLOC A et B) . . . . .	32
CALCUL DES EFFORTS DANS LES PORTIQUES . . . . .	37
- sous les charges verticales (méthode de Caquot).	
- sous les forces sismiques horizontales (méthode de Muto).	
SUPERPOSITION DES EFFORTS . . . . .	65
FERRAILLAGE DES PORTIQUES . . . . .	98
- ferrailage des poutres.	
- ferrailage des poteaux.	
CALCUL DU JOINT . . . . .	123
FONDATEMENTS . . . . .	124
LONGRINES . . . . .	146

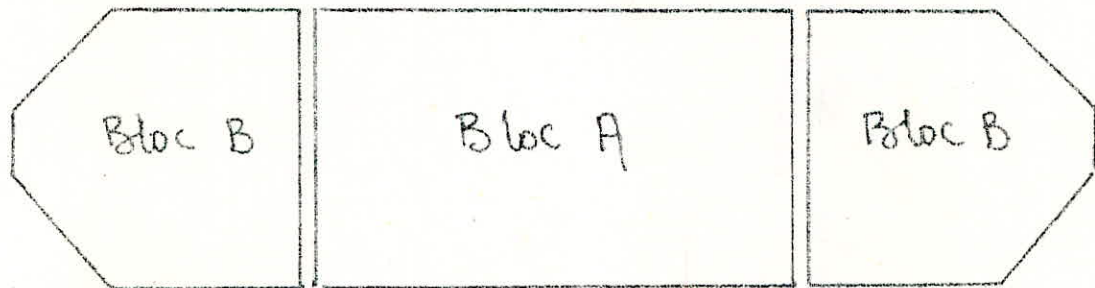
# **INTRODUCTION**

## PRESENTATION DE L'OUVRAGE

-1-

notre projet de fin d'étude, consiste à étudier la structure résistante d'un bâtiment RDC + 4 étages avec un vide sanitaire de 1,60 m destiné à un usage de bureaux.

Le bâtiment sera implanté à Bejaïa classée par le CTC Zone II il comporte trois blocs séparés deux à deux par un joint de dilatation de 2 cm



### Caractéristiques Géométriques du Bâtiment :

longueur totale = 24,4 m (Bloc A)

= 8,76 m (Bloc B)

largeur totale = 11,40 m

hauteur totale acrotère comprise par rapport au sol = 17,60 m

hauteur de plancher en plancher = 3,20 m (constante).

### Ossature :

L'ossature de notre bâtiment sera constituée de portiques longitudinaux et de portiques transversaux

Bloc A : 4 portiques longitudinaux et 9 portiques transversaux

Bloc B : 4 portiques longitudinaux et 4 portiques transversaux

### PLANCHERS :

Bloc A : nous avons utilisés 2 types de planchers

: à corps creux 16 + 4 cm. pour les planchers

courants et terrasse.

: dalle pleine de 16 cm pour le plancher sur vide sanitaire afin d'abaisser le centre de masse de notre bâtiment

Bloc B : les planchers seront constitués de dalles pleine de 15 cm.

la terrasse est inaccessible, elle comporte une forme de pente pour faciliter l'evacuation des eaux pluviales.

ESCALIERS: ils seront construits etage par etage en même temps que l'ossature de façon à limiter l'emploi des échelles et seront en beton armé et les marches seront recouvertes de carrelage.

MAÇONNERIE:

les murs extérieurs: ils seront constitués de briques creuses en double cloison (15 + 10) avec un vide d'air de 5cm  
les murs intérieurs: cloisons de separation en briques creuses de 10cm.

Taux de travail du sol:

la contrainte admissible du sol est de  
 $\bar{\sigma}_s = 1,80 \text{ bars}$  à une profondeur de 2 m

# CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX

-3-

## 1. BETON :

Le béton utilisé sera conforme aux règles CCBR 68 et à tous les règlements en vigueur applicables en Algérie.

La composition du béton sera pour un  $m^3$  :

- 350 kg de ciment CPA 325 avec contrôle atténué
- 800 L de gravillons de grosseur ( $D_g \leq 25 \text{ mm}$ )
- 400 L de sable ( $D_s \leq 5 \text{ mm}$ )
- 175 L d'eau

On obtient à 28 jours de séchage (en respectant cette composition)

- Une résistance nominale à la compression :  $R_{28} = 27 \text{ to } b = 27,5 \text{ kg/cm}^2$
- Une résistance nominale à la traction :  $R_{28} = 23,2 \text{ bars} = 23,6 \text{ kg/cm}^2$

### ✓ Contrainte de Compression Admissible (CCBR 68)

La contrainte de compression admissible du béton est désignée par le symbole ( $R'_b$ ) et donnée par la formule

$$R'_b = f'_b R_{28} \text{ avec } f'_b = \alpha \beta \gamma \delta \epsilon$$

$\alpha$  : est fonction de la classe de ciment utilisé

$\alpha = 1$  pour le ciment de classe 325

$\gamma$  : dépend des épaisseurs relatives ( $hm$ ) des éléments de const. traction et des dimensions des granulats

$$\gamma = 1 \text{ pour } hm \geq 4 C_g$$

$$\gamma = \frac{hm}{4 C_g} \text{ pour } hm < 4 C_g$$

$hm$  : épaisseur min de la pièce

$C_g$  : grosseur d'un granulat : qui est le diamètre min des trous d'un passoire susceptible de livrer passage à 90% des granulats.

$\beta$  : est fonction de l'efficacité du contrôle il prend les

valeurs :  $\frac{5}{6}$  contrôle atténué (notre cas).  
1 contrôle strict

$\delta$  : dépend de la nature des sollicitations

$$\delta = \begin{cases} 0,30 & \text{en compression simple} \end{cases}$$

$\delta = \begin{cases} 0,60 & \text{dans le cas de la flexion simple et dans le cas d'une flexion composée lorsque l'effort normal et une traction.} \end{cases}$



$$\delta = \min \begin{cases} 0,3 \left( 1 + \frac{e_0}{3e_1} \right) & \text{pour la flexion composée où l'effort} \\ & \text{normal est de compression.} \\ 0,6 \end{cases}$$

avec  $e_0$ : l'excentricité de la résultante des forces extérieures/aux centre de gravité du béton seul

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

Remarque: quand il s'agit d'une sollicitation totale pondérée du second genre, les valeurs de  $\delta$  sont égales aux valeurs précédentes multipliées par 1,5 (Art 9.47 CCBA 68).

$\epsilon$ : dépend de la forme de la section et de la position de l'axe neutre

$\epsilon = 1$  en compression simple quel que soit la forme de la section et pour une section rectangulaire soumise à la flexion simple ou

à la flexion composée avec traction

dans les autres cas,  $\epsilon$  est déterminé par la condition

$$0,5 \leq \epsilon \leq 1 \quad \frac{F'_b}{B'} \leq \bar{\sigma}'_b.$$

nous aurons donc

• la contrainte admissible du béton en compression simple:

$$\bar{\sigma}'_b = \alpha \beta \delta \epsilon \sigma_{28} = 1 \cdot \frac{5}{6} \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 270 = 67,5 \text{ bars} = 69 \text{ kg/cm}^2$$

• la contrainte admissible du béton en flexion simple:

$$\bar{\sigma}'_b = \alpha \beta \delta \epsilon \sigma_{28} = 1 \cdot \frac{5}{6} \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 270 = 135 \text{ bars} = 137,7 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Contrainte de référence de traction: (Art 9.5 CCBA 68)

le béton tendu étant négligé, on ne parlera pas de contrainte admissible mais de contrainte de référence désignée par  $\bar{\sigma}'_b$ , elle est une fraction de sa résistance nominale  $\sigma'_n = \sigma_{28}$

$$\bar{\sigma}'_b = f_b \sigma'_n \quad \text{avec} \quad f_b = \alpha \beta \delta \vartheta$$

les coefficients  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  sont définis précédemment

$\vartheta$ : sous  $sp_1$  est liée à la résistance nominale du béton par la formule  $\vartheta = 0,018 + \frac{2,1}{270}$  ou  $\sigma'_n$  est exprimée en bars.

sous  $sp_2$  la valeur  $\sigma'_n$  de  $\vartheta$  est multipliée par 1,5

$$\text{d'où} \quad \bar{\sigma}'_b = 1 \cdot \frac{5}{6} \cdot 1 \left[ 0,018 + \frac{2,1}{270} \right] = 5,8 \text{ bars} = 5,9 \text{ kg/cm}^2 \text{ (sous } sp_1)$$

$$\bar{\sigma}'_b = 1,5 \times 5,8 = 8,7 \text{ bars} = 8,85 \text{ kg/cm}^2 \text{ (sous } sp_2).$$



Fe E 40A, Fe E 40B, Fe 45A, Fe E 50

a/ pour les armatures Fe E 40 généralement utilisées ( $\phi < 20$ )

$$\bar{\sigma}_{en} = 4120 \text{ bars} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \bar{\sigma}_{en} = 2800 \text{ kg/cm}^2 \text{ sous } S_{p1}$$

$$\bar{\sigma}_a = \bar{\sigma}_{en} = 4200 \text{ kg/cm}^2 \text{ sous } S_{p2}$$

b/ pour les armatures dont les diamètres  $\phi > 20$  nous avons

$$\bar{\sigma}_{en} = 3920 \text{ bars} = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \bar{\sigma}_{en} = 2667 \text{ kg/cm}^2 \text{ sous } S_{p1}$$

$$\bar{\sigma}_a = \bar{\sigma}_{en} = 4000 \text{ kg/cm}^2 \text{ sous } S_{p2}$$

### 3: TREILLIS Soudés :

les treillis soudés sont des quadrillages en fil croisés se croisant perpendiculairement et soudés électriquement à leur pt de croisement.

les caractéristiques mécaniques des treillis soudés sont données par le tableau suivant :

le coeff de fissuration  $\eta = 1$

Diamètre $\phi$ (mm)	$\bar{\sigma}_{en}$	$\bar{\sigma}_{en}$
	bars	kg/cm <sup>2</sup>
$\phi \leq 6$	5200	5300
$\phi > 6$	4470	4500

### Conditions de fissuration du béton et contrainte de traction

la théorie de fissuration permet le calcul de répartition et d'ouverture des fissures en flexion et en traction.

On définit le pourcentage de fissuration par :

$$\hat{w}_f (\%) = \frac{A}{B_f}$$

A : section d'acier

B<sub>f</sub> : section de béton enrobant les aciers tendus.

il y'a 2 types de fissuration : - fissurations systématiques  
- " " accidentelles

- fissuration systématique : lors de la mise en traction, l'effort transmis au béton est supérieur à son effort de rupture

les contraintes de traction admissibles sont données par

$$\bar{\sigma}_t = K \frac{\eta}{\phi} \frac{w_f}{1 + 10 w_f}$$

Fissuration accidentelle: elle est due aux effets de retrait de variation de température de

$$\sigma_e = 2,4 \sqrt{\frac{k \eta}{\phi} \bar{\sigma}_b}$$

$\phi$ : diamètre nominal en mm de la plus grosse barre tendue  
 $\eta$ : coeff<sup>t</sup> de fissuration •  $\eta = 1$  pour les ronds lisses  
 $\eta = 1,6$  " " H. A.

$k$ : Coeff<sup>t</sup> dépendant des conséquences de la fissuration tant sur comportement de l'ouvrage que sur son aspect.

$k = 1,5 \cdot 10^6$  fissuration peu nuisible

$k = 1 \cdot 10^6$  " préjudiciable

$k = 0,5 \cdot 10^6$  " très préjudiciable.

la contrainte de traction des aciers  $\bar{\sigma}_a$  à considérer sera

$$\bar{\sigma}_a = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a \\ \max(\sigma_s, \sigma_e) \end{array} \right.$$

Coeff d'équivalence: on suppose que l'adhérence béton-acier et non rompue sous  $F$  d'où la même déformation dans l'acier et le béton d'où  $E_a = E_b$

La loi de Hooke nous donne  $\frac{\sigma'_a}{E_a} = \frac{\sigma'_b}{E_b}$ , on pose  $n = \frac{E_a}{E_b}$

$\Rightarrow \sigma'_a = n \sigma'_b$  ( $\sigma'_a$  et  $\sigma'_b$  sont les contraintes dans l'acier et le béton).

$E_a = 21\,000 \text{ kg/mm}^2$  et  $1000 \leq E_b \leq 5000 \text{ kg/mm}^2$

d'où un coeff<sup>t</sup> d'équivalence  $\frac{21\,000}{5000} \leq n \leq \frac{21\,000}{1000}$

$4,2 \leq n \leq 21$  le CBA 68 fixe pour un béton moyen  $n = 14$

## LES Sollicitations Ponderées:

les sollicitations à prendre en compte dans les justifications d'équilibre statique à la résistance et à la stabilité de forme sont les sollicitations totales pondérées définies ci-dessous.

Notation :

G: sollicitation due à la charge permanente

P: sollicitation due aux surcharges d'exploitation y compris leur majoration éventuelles pour effet dynamique.

V: sollicitation due aux surcharges climatiques normales

W: " " " " " " extremes

T: surcharges due aux effets de température et de retrait

S<sub>I</sub>: sollicitations dues au séisme

Sollicitations totales Ponderées du 1<sup>er</sup> genre (S<sub>P1</sub>).

$$S_1 = G + 1,2 P + T$$

$$S'_1 = G + P + V + T$$

Sollicitations totales Ponderées du 2<sup>eme</sup> genre (S<sub>P2</sub>)

$$S_2 = G + 1,5 P + 1,5 V + T$$

$$S'_2 = G + P + \gamma_w W + T$$

$$S''_2 = G + P + T + S_I$$

le coefficient  $\gamma_w$  étant donné par la formule,

$$\gamma_w = 1,10 - 0,5 \frac{P_{g \max}}{G} \quad \text{si } P_{g \max} < 0,20 G$$

$$\gamma_w = 1 \quad \text{si non.}$$

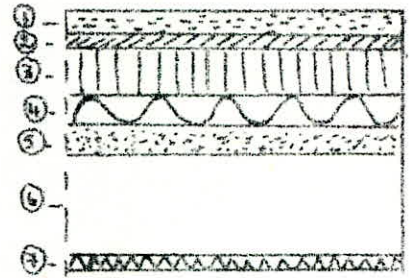
$P_{g \max}$  représente la sollicitation maximale développée par les surcharges pesantes d'exploitation.

# Charges et Surcharges

Bloc A: - plancher terrasse:

charges permanentes

- ① Gravillons (protection du vieillissement des couches inferieures)  $e = 5\text{ cm}$
- ② etancheite multicouches  $e = 2\text{ cm}$
- ③ beton en forme de pente  $e = 13\text{ cm}$
- ④ isolation (liege)
- ⑤ Pare. vapeur
- ⑥ hourdis + table de compression (16+4)cm
- ⑦ enduit de platre



pois propre du plancher	①	$1700 \times 0,05 = 85\text{ Kg/m}^2$
	②	$= 30\text{ Kg/m}^2$
	③	$0,13 \times 2200 = 286\text{ Kg/m}^2$
	④	$400 \times 0,05 = 20\text{ Kg/m}^2$
	⑤	$= 10\text{ Kg/m}^2$
	⑥	$= 280\text{ Kg/m}^2$
	⑦	$= 34\text{ Kg/m}^2$
		<hr/>
		$G = 745\text{ Kg/m}^2$

sur charge d'exploitation (terrasse inaccessible)

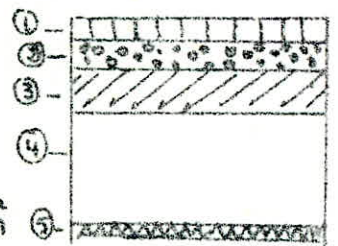
$$P = 100\text{ Kg/m}^2$$

$$S_1 = G + 1,2 P = 745 + 1,2 \times 100 = 865\text{ Kg/m}^2$$

- plancher niveau courant:

- charges permanentes

- ① correlage }  $\rightarrow 120\text{ Kg/m}^2$
- ② mortier }  $\rightarrow 120\text{ Kg/m}^2$
- ③ sable }  $\rightarrow 120\text{ Kg/m}^2$
- ④ hourdis + table de compression  $\rightarrow 280\text{ Kg/m}^2$
- ⑤ enduit platre  $\rightarrow 34\text{ Kg/m}^2$



chaisons:  $75\text{ Kg/m}^2 \Rightarrow G = 509\text{ Kg/m}^2$

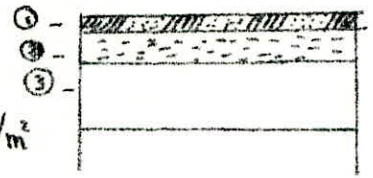
surcharge d'exploitation (niveau courant)  $P = 250\text{ Kg/m}^2$

$$S_2 = G + 1,2 P = 509 + 1,2 \times 250 = 809\text{ Kg/m}^2$$

## Plancher sur vide sanitaire

a/ Charges permanentes

- ① carrelage + mortier de pose }  $120 \text{ kg/m}^2$
- ② sable (lit de pose)
- ③ dalle pleine cloisons  $\rightarrow 400 \text{ kg/m}^2$



$$\rightarrow 75 \text{ kg/m}^2$$

$$G = 595 \text{ kg/m}^2$$

surcharges d'exploitation  $P = 250 \text{ kg/m}^2$

$$S_3 = G + 1,2 P = 595 + 1,2 \cdot 250 = 895 \text{ kg/m}^2$$

## Remplissage:

a/ Murs extérieurs:

- briques creuses ( $e = 25 \text{ cm}$ )  $1400 \times 0,25 = 350 \text{ kg/m}^2$
  - enduit extérieur ( $e = 2 \text{ cm}$ )  $2000 \times 0,02 = 40 \text{ kg/m}^2$
  - enduit intérieur ( $e = 2 \text{ cm}$ )  $= 2 \times 14 = 28 \text{ kg/m}^2$
- $$G = 418 \text{ kg/m}^2$$

b/ Murs intérieurs:

cloisons en briques de 9 trous

- briques creuses ( $e = 10 \text{ cm}$ )  $= 1400 \times 0,1 = 140 \text{ kg/m}^2$
  - enduit ( $e = 4 \text{ cm}$ )  $4 \times 14 = 56 \text{ ''}$
- $$G = 196 \text{ kg/m}^2$$

Bloc B :

plancher terrasse :

①	gravillons (4 cm)	$1800 \cdot 0,04 = 72 \text{ kg/m}^2$
②	multicouches	= 10 "
③	chape (3 cm)	= 60 "
④	isolation thermique	= 10 "
⑤	forme de pente $2000 \times 0,06 = 120$	= 120 "
⑥	dalle pleine (15 cm)	= 375 "
⑦	enduit + plâtre	= 21 "
		<hr/>
		$G = 628 \text{ kg/m}^2$
	surcharge d'exploitation	$P = 100 \text{ kg/m}^2$

$$S_1 = G + 1,2 P = 628 + 1,2 \times 100 = 748 \text{ kg/m}^2$$

Plancher courant :

①	carrelage $22 \text{ kg/cm}^2 / \text{cm}$ (2 cm)	= 44 $\text{kg/m}^2$
②	mortier de pose	= 80 $\text{kg/m}^2$
③	dalle pleine (15 cm)	= 375 $\text{kg/m}^2$
④	isolation phonique	= 10 $\text{kg/m}^2$
⑤	enduit + plâtre (1,5 cm)	= 21 $\text{kg/m}^2$
		<hr/>
		$G = 530 \text{ kg/m}^2$
	clisons	75 $\text{kg/m}^2$
		<hr/>
		$G = 605 \text{ kg/m}^2$
	surcharges d'exploitation	$P = 250 \text{ kg/m}^2$

$$S_2 = G + 1,2 P = 605 + 1,2 \times 250 = 905 \text{ kg/m}^2$$



**ETUDE**

**DES**

**ELEMENTS**

## L' ACROTÈRE.

Le calcul se fait pour une bande de 1 m de longueur

$$\text{poids propre : } G = 0,15 \times 0,75 \times 2500 + \frac{0,08 + 0,1}{2} \times 0,1 \times 2500 = 303,75 \text{ kg/ml}$$

le moment produit par la surcharge pondérée  $M = 1,2 \times 100 \times 0,75 = 90 \text{ kg.m}$

la section dangereuse étant la section d'encastrement, le calcul se fera en flexion composée en considérant une section rectangulaire  $100 \times 15$  la méthode utilisée est celle des moments fictifs. P. charon.

$$\text{calcul de l'excentricité : } e_0 = \frac{M}{N} = \frac{90}{303,75} = 0,296 > e_1 = \frac{ht}{6} = 0,25$$

$N$  : effort normal de compression }  $\Rightarrow$  Section partiellement comprimée  
 $e_0 > e_1$

$$\text{le moment fictif } M_f = M + N \left( \frac{ht}{2} - d \right) = 10518,8 \text{ kg.cm/ml.}$$

$$\mu = \frac{n M}{\bar{\sigma}_a b h^2} = \frac{15 \times 10518,8}{2800 \times 100 \times 13^2} = 3,334 \cdot 10^{-3} \quad \begin{cases} k = 172 \\ \epsilon = 0,9733 \end{cases}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{2800} = \frac{2800}{172} = 16,28 \text{ kg/cm}^2 < 137,7 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow A' = 0$$

détermination de la section d'armatures

$$A_f = \frac{M_f}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{10518,8}{2800 \cdot 0,9733 \cdot 13} = 0,297 \text{ cm}^2$$

$$A = A_f - \frac{N}{\bar{\sigma}_a} = 0,297 - \frac{303,75}{2800} = 0,19 \text{ cm}^2$$

Verifications: ① Condition de non fragilité (Art 52. CCBA 68)  
 il faut avoir  $A \geq 0,69 b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}} = 0,69 \cdot 100 \cdot 13 \cdot \frac{5,9}{4200} = 1,26$

cette condition n'étant pas vérifiée, nous adopterons un ferraillement de  $A = 1,26 \text{ cm}^2/\text{ml}$  ce qui correspond à  $5T6 = 1,41 \text{ cm}^2$  avec un espacement de  $t = 20 \text{ cm}$

② vérification à la fissuration :

$$\sigma_1 = k \frac{n}{\phi} \frac{w_f}{1 + 10 w_f} \quad , \quad \sigma_2 = 2,4 \sqrt{k \frac{n}{\phi} \bar{\sigma}_b}$$

$k = 1,0 \cdot 10^6$  fissuration préjudiciable (L'acrotère est exposée aux intempéries.)

$\eta = 1,6$  Cofef de fissuration pour acier H.A

$$\omega_f = \frac{A}{B_f} = \frac{1,41}{2 \times 1,6} = \frac{1,41}{2 \times 2 \times 100} = 3,52 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_1 = 10^6 \cdot \frac{1,6}{6} \cdot \frac{3,52 \cdot 10^{-3}}{1 + 10 \cdot 3,52 \cdot 10^{-3}} = 906,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{10^6 \cdot \frac{1,6 \cdot 5,9}{6}} = 3010,38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{af} = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2 \\ \max(\sigma_1, \sigma_2) = 3010,38 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

donc la contrainte  $\bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$  est bien admissible

③ Verification à l'effort tranchant:

il faut vérifier la formule suivante

$$A \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z} \quad (\text{Art 35.32 CCBA 68})$$

M est pris avec son signe

$$M = -90 \text{ kg.m}$$

$$T = 120 \text{ kg.}$$

$$z = \frac{7}{8} h = \frac{7}{8} \cdot 13 = 11,37 \text{ cm.}$$

$$A \bar{\sigma}_a = 1,41 \times 2800 = 3948 \text{ kg.}$$

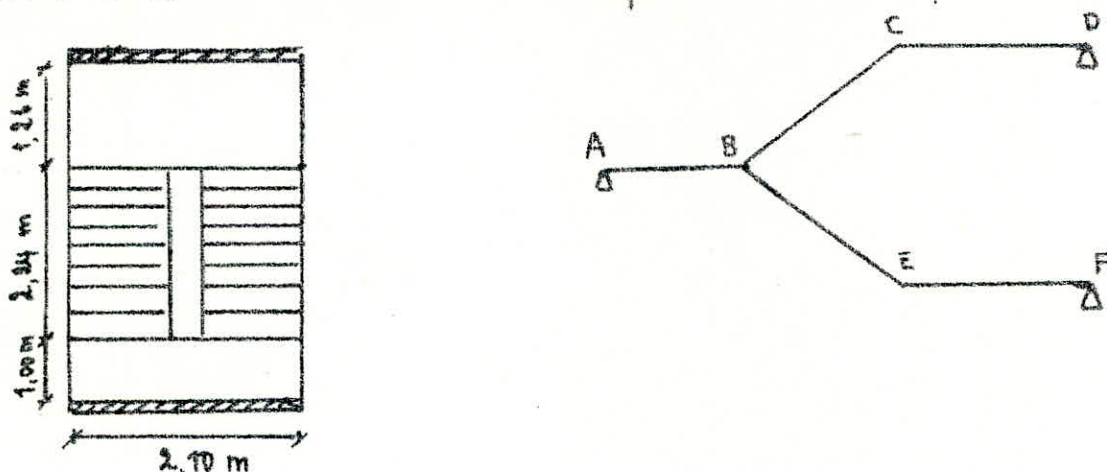
$$T + \frac{M}{z} = 120 - \frac{9000}{11,37} = -671,56 \text{ kg} < 0$$

donc les armatures tendues au niveau de l'appui ne seront soumises à aucun effort supplémentaire de traction vu que la condition est largement vérifiée.

en plus des armatures verticales dans l'acrotère, nous prendrons des armatures horizontales de repartition nous adopterons 5 T6/ml avec un espacement de 20 cm.

## - Les Escaliers -

les escaliers permettent l'accès aux différents étages, ces escaliers sont constitués de deux paliers et une paillasse

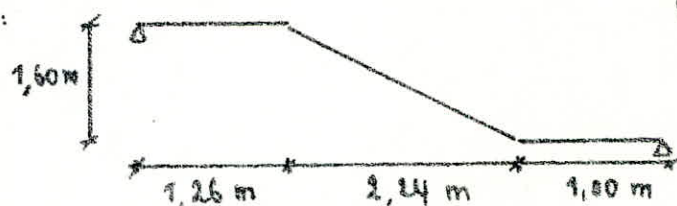


nous décomposerons l'escalier en 2 parties. L'étude sera faite pour une seule volée ABEF et nous adopterons le même ferrailage pour la volée ABCD, tout en tenant compte de la poussée au vide qui existe dans la volée ABCD et non dans la volée ABEF ou elle est reprise par le béton comprimé.

Volée étudiée :

$$h = 17,5 \text{ cm}$$

$$g = 28 \text{ cm}$$



$$\tan \alpha = \frac{1,6}{2,24} = 0,714$$

$$\Rightarrow \alpha = 35,54^\circ$$

Vérification de la relation de Blondel

$$59 \leq 2h + g \leq 64 \rightarrow 2h + g = 2 \times 17,5 + 28 = 63 \text{ cm}$$

dimensionnement de la paillasse et des deux paliers.

$l = 4,50 \text{ m}$  (projetée).  $\frac{l}{30} \leq e \leq \frac{l}{20}$  on prend  $e = 15 \text{ cm}$  qui est supérieur à  $10 \text{ cm}$  (minimum préconisé par le CTC).

détermination des charges et surcharges :

Remarque 1 : le palier et la paillasse forme une poutre brisée qu'on peut calculer comme une droite en projetant sur l'horizontale les efforts sur la paillasse.

Remarque 2 : pour tous les calculs on prendra un mètre largeur de la dalle formant le palier et la paillasse et les charges en ml horizontale

Remarque 3 : les marches seront considérées comme des charges unif. réparties

Charges et surcharges :

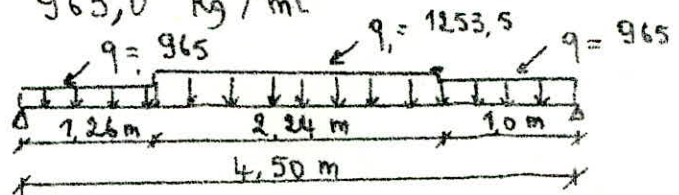
- ⊙ paille : - poids propre ( $e = 15 \text{ cm}$ ) =  $\frac{2500 \cdot e}{\cos \alpha} = 461 \text{ kg/ml}$
- poids propre des marches  $\frac{2200 \times h}{\cos \alpha} = 192,5 \text{ kg/ml}$
- revêtement (carrelage + mortier)  $\cos \alpha = 110 \text{ kg/ml}$
- poids du garde corps =  $10 \text{ kg/ml}$
- surcharge =  $S = 1 \times 400 \text{ kg/m}^2 = 400 \text{ kg/ml}$

$$q_1 = G + 1,2S = 1253,5 \text{ kg/ml}$$

- ⊙ palier : - poids propre  $2500 \times 0,15 \times 1,00 = 375 \text{ kg/ml}$
- revêtement  $2200 \times 0,05 \times 1,00 = 110 \text{ kg/ml}$
- surcharge =  $400 \times 1 = 400 \text{ kg/ml}$

$$q_2 = G + 1,2S = 965,0 \text{ kg/ml}$$

Détermination des efforts :



cette poutre est supposée simplement appuyée sur ses extrémités nous déterminerons d'abord les efforts max isostatiques et on tiendra compte par la suite des encastremets existant aux appuis.

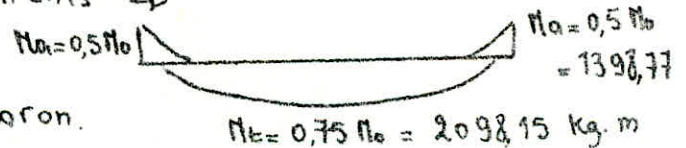
diagramme  $\downarrow T$



diagramme  $\downarrow M$



en tenant compte des encastremets  $\Rightarrow$



le ferrailage ~ méthode P. Charon.

Calcul du ferrailage :

a. mi-travée :  $M_e = 2098,15 \text{ kg.m}$   $h_t = 15 \text{ cm}$ ,  $b = 1,00 \text{ m}$ ;  $d = 2 \text{ cm}$ .

$$\mu = \frac{n \cdot M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = 0,0665 \Rightarrow k = 32,1 ; \varepsilon = 0,8938.$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{32,1} = 87,22 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b = 137,7 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \varepsilon \cdot h} = \frac{2098,15 \cdot 10^2}{2800 \times 0,8938 \times 13} = 6,45 \text{ cm}^2 \Rightarrow 6 \text{ T}12/\text{ml} = 6,78 \text{ cm}^2$$

avec  $t = 16 \text{ cm}$ .

⊙ sur appui :  $M_0 = 1398,77 \text{ kg.m} \Rightarrow \mu = 0,0443 < \varepsilon = 0,9111$   
 $r = 41,2$

$$\sigma_b = \frac{\bar{\sigma}_0}{k} = \frac{2800}{41,2} = 67,96 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b \Rightarrow A' = 0 \quad -16-$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{1398,7 \times 10^2}{2800 \times 0,9111 \times 13} = 4,22 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4T12/\text{ml} = 4,52 \text{ cm}^2$$

avec  $t = 25 \text{ cm}$ .

Verifications : ① les contraintes : vérifiées

② Condition de non fragilité  $A_{\min} = 4,52 > \frac{0,69 \cdot b \cdot h \cdot \bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{\text{ten}}} = 1,26$

③ Vérification au cisaillement (Art 25.92. CCB 68).

$$\tau_b = \frac{T_{\max}}{b \cdot z} = \frac{2513,05}{100 \times 11,375} = 2,21 \text{ kg/cm}^2 < 1,95 \bar{\sigma}_b = 6,78 \text{ kg/cm}^2$$

④ Armatures de répartition  $\frac{1}{4} A \leq A_r \leq \frac{1}{3} A \Rightarrow A_r = 4T8 = 2,01$   
avec  $t = 25 \text{ cm}$ .

⑤ Vérification à l'effort tranchant : (Art 35.32. CCB 68).

$$A \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z} ; \quad T + \frac{M}{z} = 2475,7 - \frac{1398,77}{11,375} < 0$$

⑥ Vérification des espacements :

armatures principales  $t = 16 \text{ cm} < \min \begin{cases} 3ht = 45 \text{ cm} \\ 33 \text{ cm} \end{cases}$

armatures de répartition  $t = 25 \text{ cm} < \min \begin{cases} 4ht = 60 \text{ cm} \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$

⑦ Vérification à la fissuration (Art 49.22. CCB 68).

$$\sigma_1 = \frac{k_n}{\phi} \frac{w_f}{1 + 10 w_f}, \quad \sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{k_n}{\phi} \bar{\sigma}_b}$$

$$k = 1,5 \times 10^6, \quad n = 1,6, \quad w_f = \frac{A}{2f} = \frac{6,78}{400} = 0,017 \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 = 2906 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_2 = 2607,06 \end{cases}$$

$$\sigma_{\text{af}} = \min \begin{cases} \max(\sigma_1, \sigma_2) \\ \bar{\sigma}_0 \end{cases} \quad \text{Vérifiée}$$

⑧ Vérification à la flèche :  $A = 6,78 \text{ cm}^2 < \frac{43 \cdot b \cdot h}{\bar{\sigma}_{\text{ten}}} = 13,3 \text{ cm}^2$

CALCUL DE LA POUTRE PALIERE : 

- poids propre de la poutre palière =  $2500 \times 0,3 \times 0,3 = 225 \text{ kg/ml}$

- effort tranchant de la palette =  $2513,04 \text{ kg/ml}$

- poids propre du mur =  $668,8 \text{ kg/ml}$

$$\Rightarrow q = 3406,84 \text{ kg/ml}$$

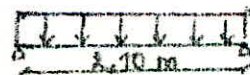


diagramme de T

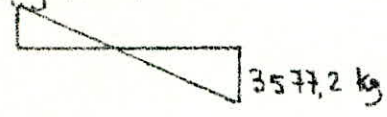
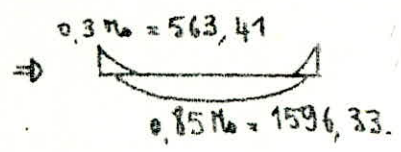


diagramme de M.



$M_0 = 1818,03 \text{ kg.m}$



Calcul du ferrailage:

① mi-travée:  $M_t = 1596,33 \text{ kg.m}$ ,  $h_t = 30 \text{ cm}$ ;  $b = 30 \text{ cm}$ ;  $d = 3 \text{ cm}$

$\mu = 0,0391 \Rightarrow \epsilon = 0,9158 \text{ et } k = 44,4$

$\bar{\sigma}'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$

$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = 2,3 \text{ cm}^2$  on adoptera 3T12  $A = 3,39 \text{ cm}^2$

② sur appui:  $M_a = 563,41 \text{ kg.m}$ ,  $A' = 0$ ,  $A = 2T10 = 1,57 \text{ cm}^2$

Verifications: ① des contraintes: vérifiées

② de non fragilité: vérifiée

③ à la fissuration: vérifiée

④ à la flèche: ①  $\frac{h_t}{l} = \frac{30}{270} = 0,1128 > \frac{M_t}{M_0 \cdot 10} = 0,085$

②  $\frac{A}{bh} = \frac{3,39}{30 \times 27} = 0,0041 < \frac{43}{\sigma_{en}} = 0,0102$

③  $\frac{h_t}{l} = 0,1128 > \frac{1}{16} = 0,0625$

⑤ à l'effort tranchant: vérifiée

⑥ Condition d'apui:  $c \geq c_0 = \frac{2T}{b \bar{\sigma}'_{b0}}$   $c = a - (d+r) = 21 \text{ cm}$   
 $c_0 = 3,45 \text{ cm}$

armatures transversales:

$\bar{\tau}_b = \begin{cases} 3,5 \bar{\sigma}_b & \text{si } \bar{\sigma}'_b \leq \bar{\sigma}'_{b0} \\ (4,5 - \frac{\bar{\sigma}'_b}{\bar{\sigma}'_{b0}}) \bar{\sigma}_b & \text{si } \bar{\sigma}'_{b0} \leq \bar{\sigma}'_b \leq 2 \bar{\sigma}'_{b0} \end{cases}$   $\bar{\sigma}_b = 5,9 \text{ kg/cm}^2$   
 $\bar{\sigma}'_{b0} = 69 \text{ kg/cm}^2$

$\bar{\sigma}'_b = 26,02 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_{b0} \Rightarrow \bar{\tau}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2$

$\tau_b = \frac{T_{max}}{b \cdot z} = \frac{3577,2}{30 \times \frac{7}{8} \cdot 27} = 5,05 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b \Rightarrow \rho_{at} = 1 - \frac{\tau_b}{9 \bar{\sigma}_b}$

$\bar{\rho}_{at} = \rho_{at} \bar{\rho}_{en} = 0,905 \times 2400 = 2172 \text{ kg/cm}^2$ ;  $t = \frac{A_t \cdot z \cdot \bar{\rho}_{at}}{T}$

$A_t = 1,00 \text{ cm}^2$  1 cadre  $\phi 8 \Rightarrow 2$  brins  $\Rightarrow t = 14,3 \text{ cm}$

$\bar{t} = \max \left\{ \begin{aligned} h \left( 1 - \frac{0,3 \bar{\tau}_b}{\bar{\sigma}_b} \right) &= 20,06 \text{ cm} \\ 0,2 h &= 5,4 \text{ cm} \end{aligned} \right.$

on adoptera un espacement  $t = 14 \text{ cm}$  constant sur toute la poutre.

## CALCUL DES POUTRELLES "Bloc A"

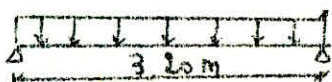
les planchers qu'on utilise sont en corps creux pour le plancher à étage courant et terrasse. (16 + 4) cm.

les poutrelles seront préfabriquées, elles sont calculées sous les sollicitations du 1<sup>er</sup> genre (G + 1,2P).

la surface revenant à chaque poutrelle est 0,65 l, les poutrelles seront disposées dans le sens de la plus petite portée pour réduire la flèche. le calcul se fera en deux étapes.

1<sup>er</sup> étape: avant le coulage du béton (table de compression) la poutrelle est considérée comme simplement appuyée, elle est soumise à son poids propre, à celui du hourdis et à la surcharge de l'ouvrier.

2<sup>ème</sup> étape: après le coulage et durcissement de la table de compression la poutrelle travaillera comme une poutre en T reposant sur plusieurs appuis.

1<sup>er</sup> étape de calcul: schéma statique: 

- poids propre = 12 kg/ml
  - poids propre du corps creux = 61,75 kg/ml
  - surcharge de l'ouvrier = 1,2 x 0,65 x 100 = 78 kg/ml
- ⇒  $q = 152 \text{ kg/ml}$ .

Efforts:  $M_0 = \frac{q l^2}{2} = 194,56 \text{ kg.m}$  ;  $T_{\text{max}} = q \frac{l}{2} = 243,2 \text{ kg}$

détermination des  $\bar{\sigma}$  armatures:

$$\mu = \frac{n M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = 2,171 \Rightarrow k = 2,1$$

$$\varepsilon = 0,7076$$

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = 1333,34 \text{ kg/cm}^2 \gg \bar{\sigma}'_b$$

le béton comprimé ne peut pas reprendre seul les efforts il faut mettre donc des armatures comprimées, mais ces armatures ne pourront pas être placées à cause de la faible hauteur de la poutrelle (4cm), on prévoit alors des échafaudages destinés à aider les poutrelles à supporter les charges et surcharges avant le coulage du béton.

2<sup>ème</sup> étape de calcul: a) charge à prendre en compte

$$q = 0,65 S_1 = 0,65 (G + 1,2P) = 0,65 (745 + 1,2 \times 100) = 562,25 \text{ kg/ml}$$

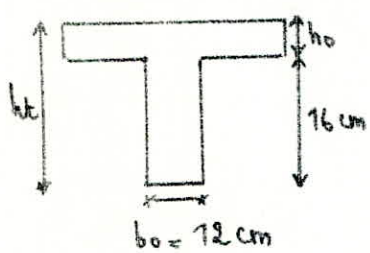


plancher terrasse  $q = 562,25 \text{ kg/m}^2$

plancher courant  $q = 0,65 S_2 = 0,65 (509 + 1,2 \times 250) = 525,85$

donc le calcul se fait pour le plancher terrasse et le ferrailage adopté sera le même pour les planchers courants

① Détermination de la largeur de la table de compression (Art 23.3 la section en travée à considérer est une section nette).



①  $b_1 \leq \frac{L}{2}$   $L =$  distance entre deux foyers voisins de 2 nervures consécutives

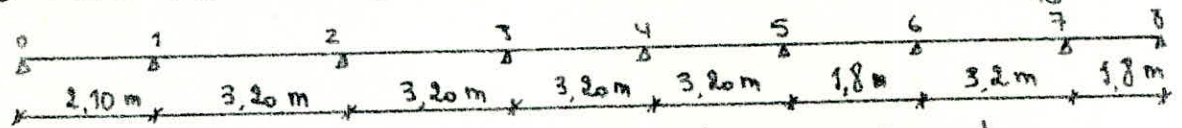
②  $b_1 \leq \frac{L}{10}$   $L =$  portée libre de la poutre

③  $6h_0 \leq b_1 \leq 8h_0$   $h_0 = 4 \text{ cm}$

les conditions se traduisent par  $b_1 = \min \begin{cases} 26,5 \text{ cm} \\ 32 \text{ cm} \\ 24 \div 30 \text{ cm} \end{cases}$

on prend  $b_1 = 24 \text{ cm} \Rightarrow 2b_1 + b_0 = b = 60 \text{ cm}$ .

② Détermination des moments flechissants et des efforts tranchants



on détermine les moments agissant aux différents appuis à l'aide de la formule des trois moments

$M_0 = M_8 = 0 \Rightarrow$  on a donc 7 inconnues hyperstatiques, on

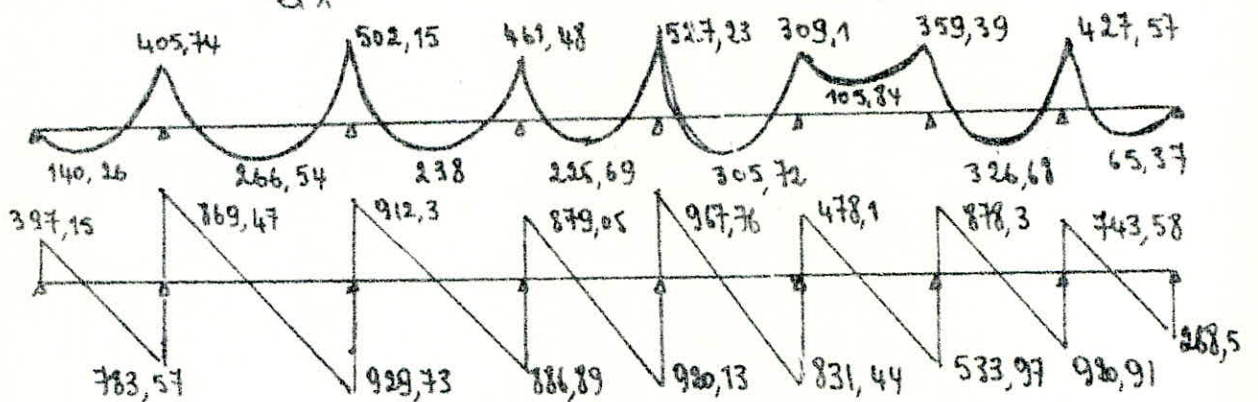
applique la formule des 3 moments 7 fois

les moments en travées sont déterminés par la formule

$$M(x) = q \frac{L}{2} x - q \frac{x^2}{2} + M_i + \frac{M_{i+1} - M_i}{L} x$$

les efforts tranchants par :

$$T(x) = \frac{dM(x)}{dx} = q \frac{L}{2} - qx + \frac{M_{i+1} - M_i}{L}$$



les moments sont donnés en kg.m et les efforts tranchants en kg.

### Calcul des armatures longitudinales:

On calculera les sections dont les moments sont maximaux

Moment maximal en travée  $M_t = 326,68 \text{ kg.m}$

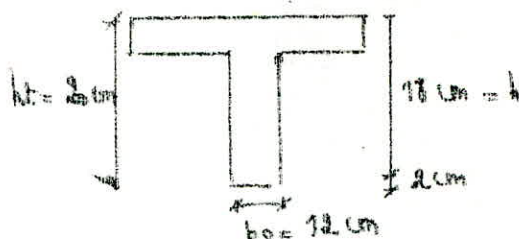
" " à l'appui  $M_a = 527,23 \text{ kg.m}$

#### ① Section en travée

$$l = 3,20 \text{ m}$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

$$b = 60 \text{ cm}$$



$$\bar{\sigma}_b = 137,7 \text{ kg/cm}^2, \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

On utilise la méthode de pierre charon.

$$\mu = 0,009 \Rightarrow k = 102; \quad \epsilon = 0,9573; \quad \alpha = 0,1282$$

$y = \alpha h = 0,1282 \times 18 = 2,31 < h_o = 4 \text{ cm} \Rightarrow$  l'axe neutre tombe dans la table de compression  $\Rightarrow$  la section en T sera calculée comme une section rectangulaire  $h \times b = (18 \times 60) \text{ cm}^2$

$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_b}{k} = \frac{2800}{102} = 27,45 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \epsilon \cdot h} = 0,68 \text{ cm}^2 \quad \text{on prendra } 2T10 \Rightarrow A = 1,57 \text{ cm}^2$$

#### ② Section sur Appui: $M_a = 527,23 \text{ kg.m}$

Remarque: la table de compression étant tendue, on néglige les deux ailes dans les calculs.

le calcul se fera pour une section rectangulaire  $b \times h_t = 12 \times 20$ .

$$\mu = 0,0726 \Rightarrow k = 30,4, \quad \epsilon = 0,8899, \quad \alpha = 0,3304$$

$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_b}{k} = 92,10 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \epsilon \cdot h} = \frac{527,23 \cdot 10^2}{2800 \times 0,8899 \times 18} = 1,18 \text{ cm}^2$$

on adoptera  $2T10 \Rightarrow A = 1,57 \text{ cm}^2$

VÉRIFICATIONS: ① des contraintes vérifiées.

② de la condition de non fragilité:  $A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en2}}$   
 en travée  $A = 1,57 > 1,04 \text{ cm}^2$ ; à l'appui  $A = 1,57 > 0,209 \text{ cm}^2$

ⓐ de la flèche: (Art 58.4 CCBA 68): selon cet article on peut se dispenser de donner une justification de la flèche lorsque les trois conditions suivantes sont vérifiées.

$$① \frac{ht}{l} = \frac{20}{320} = 0,0625 > \frac{1}{15} \frac{M_E}{M_0} = \frac{1}{15} \frac{326,68}{719,68} = 0,03.$$

$$② \frac{ht}{l} = 0,0625 > \frac{1}{22,5} = 0,0445.$$

$$③ w = \frac{A}{b_0 \cdot h} \leq \frac{36}{\sigma_{en}} \Rightarrow A = 1,57 \text{ cm}^2 < \frac{36 \times 12 \times 18}{4200} = 1,85 \text{ cm}^2$$

ⓓ à la fissuration:  $\sigma_{a,f} = w_{a,f} \left. \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a \\ \max(\sigma_1, \sigma_2) \end{array} \right\}$

$$\sigma_1 = \frac{k \cdot n}{\phi} \frac{w_f}{1 + 10 w_f}; \quad \sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{k \cdot n}{\phi} \bar{\sigma}_b}$$

$$\phi = 10 \text{ mm}, \quad k = 1,5 \cdot 10^6; \quad n = 1,6, \quad w_f = \frac{A}{B_f} = \frac{1,57}{4 \times 12} = 0,0327$$

$$\sigma_1 = 5914 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 2856 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \text{y'a pas de risque de fissuration}$$

ⓔ à l'adhérence: (Art 28.11 CCBA 68).

$$\tau_d < \bar{\tau}_d \quad \bar{\tau}_d = 2 \psi_d \bar{\sigma}_b$$

$$\psi_d = \text{coefficient de peullement droit} = 1,5 \text{ Avec H.A.}$$

$$\bar{\sigma}_b = 5,9 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_d = 2 \times 1,5 \times 5,9 = 17,7 \text{ kg/cm}^2; \quad \tau_d = \frac{T_{\max}}{n \cdot p \cdot z} = \frac{967,76}{2 \times 3,14 \times \frac{7}{8} \cdot 18}$$

$$\tau_d = 9,784 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_d.$$

↗ L'entraînement des barres.

ⓕ à la condition d'appui

les armatures inférieures au niveau des appuis doivent vérifier la relation suivante  $A \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z}$ .

$$A \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z} = 967,76 - \frac{527,23 \cdot 10^2}{\frac{7}{8} \cdot 18} = -2379,73.$$

donc il n'y'a pas d'effort de traction supplémentaire dans les armatures inférieures dû à l'effort tranchant sur appuis.

- Détermination des armatures transversales (Art 25 CCBA 68)

ⓐ puisque les poutrelles sont prefabriquées il paraît intéressant d'adopter un même ferrailage et de simplifier l'exécution

du ferrailage pour des raisons économiques.

pour toutes les poutrelles on adoptera donc les mêmes armatures transversales qui seront calculées à partir de l'effort tranchant maximum.

$$T_{max} = 967,76 \text{ kg} \quad b_0 = 12 \text{ cm} \quad ; \quad h = 18 \text{ cm}.$$

② Contrainte de cisaillement

$$\tau_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{967,76}{12 \times \frac{7}{8} \cdot 18} = 5,12 \text{ kg/cm}^2 \quad ; \quad \tau_b^i = \frac{\tau_0}{k} = \frac{248,5}{25,5} = 9,74$$

$$\tau_{b0}^i < \tau_b < \tau_b^i \Rightarrow \tau_b = \left( 4,5 - \frac{83,47}{69} \right) 5,9 = 19,41 \text{ kg/cm}^2$$

$\tau_b < \bar{\tau}_b$  nous permet d'utiliser des cadres  $\perp$  à la ligne moyenne.

on choisira un étrier  $\phi 6 \Rightarrow A_t = 0,56 \text{ cm}^2$

Calcul de la contrainte admissible des armatures transversales

(Art 25.12. CBA 68).  $\bar{\tau}_{at} = f_{at} \tau_{en}$  avec  $\tau_{en} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

$$f_{at} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,67 \\ 1 - \frac{\tau_b}{9 \tau_b^i} = 0,903 \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{\tau}_{at} = 2168,59 \text{ kg/cm}^2$$

Espacements:  $e = \frac{A_t \cdot z \cdot \bar{\tau}_{at}}{T} = 19,76 \text{ cm}.$

$$E = \max \left\{ \begin{array}{l} h \left( 1 - 0,3 \frac{\tau_b}{\tau_b^i} \right) = 13,31 \text{ cm} \\ 0,2 h = 3,6 \text{ cm} \end{array} \right.$$

on adoptera un espacement  $\perp$  13 cm. le 1<sup>er</sup> cours d'armature sera placé à  $\frac{e}{2}$  du nu de l'appui afin d'éviter les erreurs éventuelles lors de la prefabrication des poutrelles.

FERRAILAGE DE LA TABLE DE COMPRESSION (Art 58 CBA 68)

nous adopterons un treillis soudé en  $\phi 5$

$$A_{\perp} \geq \frac{43 l_n}{\tau_{en}} \quad ; \quad 50 \leq l_n \leq 80 \text{ cm} \quad \text{dans notre cas } l_n = 65 \text{ cm}$$

$\tau_{en} = 5200 \text{ kg/cm}^2$

$$A_{\perp} \geq \frac{43 \cdot 65}{5200} = 0,537 \text{ cm}^2 \quad ; \quad A_{//} \geq \frac{A_{\perp} \cdot h}{2} = 0,27 \text{ cm}^2.$$

$A_{\perp}$  section d'armatures  $\perp$  aux nervures par mètre linéaire. donc on adoptera un treillis soudé de  $20 \times 20$  de maille en  $\phi 5$

$$\Rightarrow A_{\perp} = 5 \cdot 0,154 = 0,775 > 0,537 \text{ cm}^2$$

Rem:  $A(\phi 5) = 0,154 \text{ cm}^2$ , il y'a 5 p.m

les dimensions de mailles de passent pas.  $20 \text{ cm}$  (5 p.m) pour les armatures  $\perp$  nervures et  $33 \text{ cm}$  (3 p.m) pour les armatures  $//$  nervures.

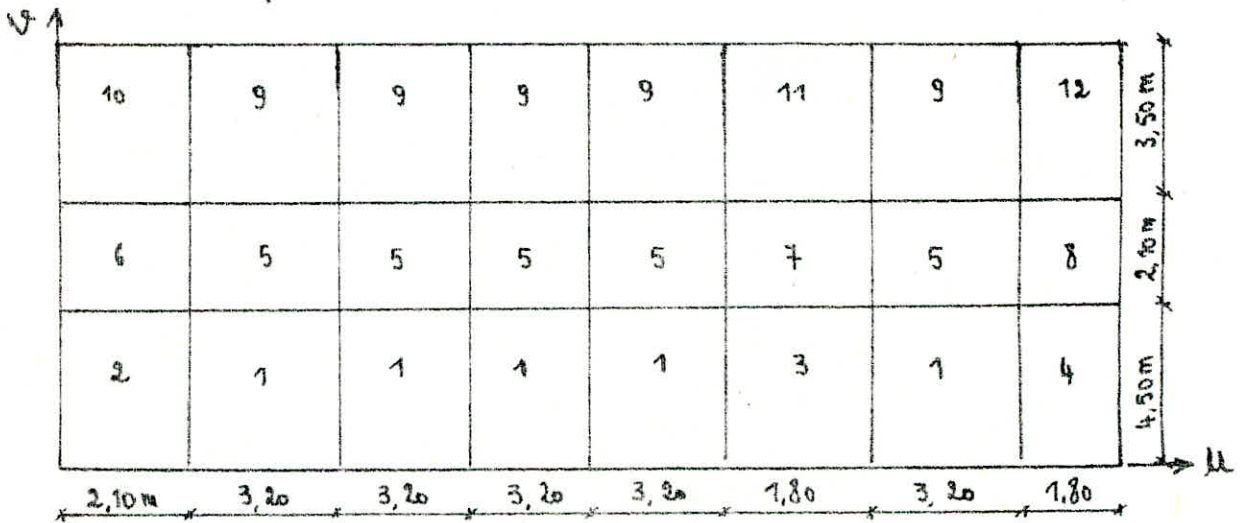
# CALCUL DES PANNEAUX.

## I Panneaux sur vide sanitaire - Bloc A.

Tous nos planchers sont réalisés en corps creux sauf celui sur le vide sanitaire qui est choisi en dalle pleine afin d'abaisser le centre de gravité du bâtiment et pour respecter les recommandations du CTC en ce qui concerne les dispositions générales de l'infrastructure afin d'assurer la rigidité de liaison (infra-super) structure.

On a 12 panneaux différents du point de vue dimensions et situation. Pour la détermination des moments on utilise les abaques de pigeaud.

Présentation des panneaux: les dimensions sont entre nus des appuis

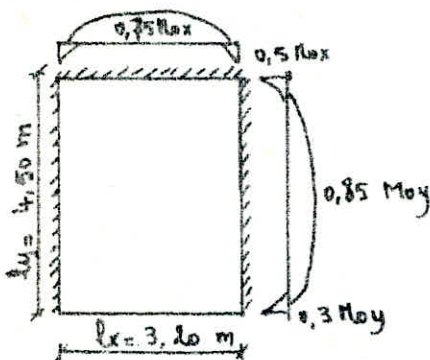


### Charges et surcharges:

- ① poids propre du plancher  $0,16 \times 2500 = 400 \text{ kg/m}^2$
- ② dalles  $= 75 \text{ kg/m}^2$
- ③ revêtement  $= 120 \text{ kg/m}^2$
- ④ surcharges  $P = 250 \text{ kg/m}^2$

$$q = G + 1,2 P = 595 + 1,2 \times 250 = 895 \text{ kg/m}^2$$

PANNEAU 1: c'est un panneau intermédiaire de rive



$$f = \frac{Lx}{Ly} = \frac{3,20}{4,50} = 0,71 > 0,4 \quad \begin{matrix} \mu_x = 0,0715 \\ \mu_y = 0,562 \end{matrix}$$

$$M_{ox} = \mu_x \cdot q \cdot Lx^2 = 655,28 \text{ kg/m/ml}$$

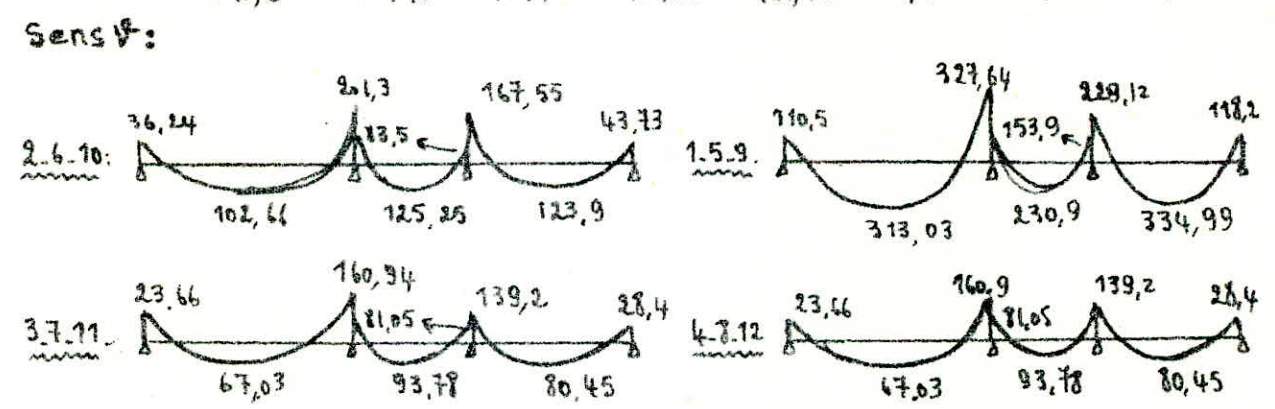
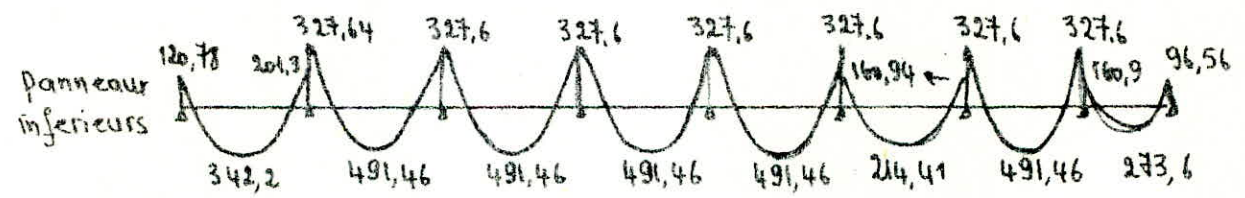
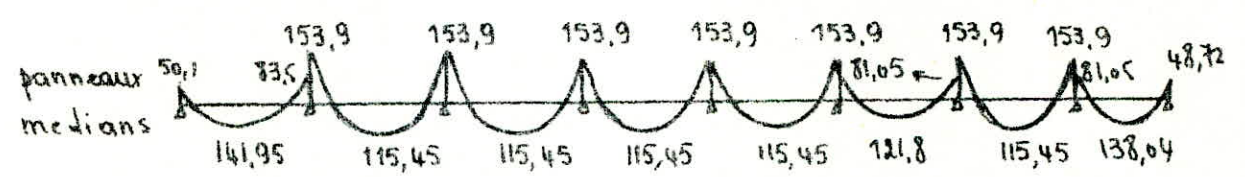
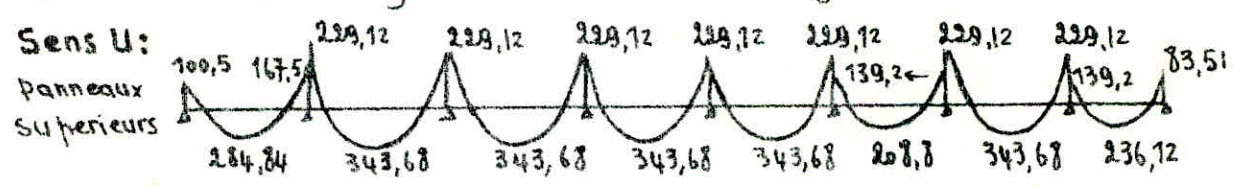
$$M_{oy} = 0,562 M_{ox} = 368,27 \text{ kg/m/ml}$$

On fait donc le calcul des moments flechissants dans le panneau comme si etait librement appuyés soient Max, Moy les moments en travée  $M_{tx}$  et  $M_{ty}$  seront des fractions de  $M_{0x}$  et  $M_{0y}$  qui peuvent être réduits (selon l'Art 57.2. CCBA 68) de 15 à 25 % selon les conditions d'encastrement. les moments d'encastrement sur les grands côtés seront évalués au moins 30 à 50 % des moments flechissants max évalués dans l'hypothèse de l'articulation.

On doit cependant tenir compte de ce que les moments d'encastrement sur les petits côtés atteignent des valeurs du même ordre que sur les grands côtés.

Pour tous les panneaux, on procède de la même manière que pour le panneau 1.

Nous aurons les diagrammes des moments flechissants suivant:



Ferraillage des Panneaux: Pour le calcul des armatures on considère pour chaque panneau une bande de 1m de large.

Les résultats obtenus sont groupés dans les tableaux suivants:

Sens U

P	S	Appui de gauche						travée						Appui de droite					
		M	U	E	K	A	Amin	M	U	E	K	A	Amin	M	U	E	K	A	Amin
1	0.24	327,64	0,0089	0,9576	103	0,87	0,78	691,46	0,0334	0,9485	82	1,32	0,88	327,64	0,0089	0,9576	103	0,87	0,78
2	0.16	120,78	0,0033	0,9136	174	0,72	1,04	242,2	0,0093	0,9562	100	0,91	1,04	201,3	0,0053	0,916	132	0,53	1,04
3	0.24	160,94	0,0044	0,9697	150	0,62	1,09	211,42	0,0058	0,915	128	0,57	1,09	160,94	0,0044	0,9697	150	0,62	1,09
4	0.16	160,94	0,0044	0,9697	150	0,62	1,09	243,6	0,0074	0,9112	114	0,73	1,09	96,56	0,0026	0,9765	198	0,26	1,09
5	0.24	153,93	0,0042	0,9764	154	0,62	0,56	175,45	0,0037	0,9767	178	0,3	0,56	153,93	0,0042	0,9764	154	0,62	0,56
6	0.16	50,5	0,0014	0,9831	230	0,73	0,68	141,95	0,0038	0,9714	160	0,37	0,68	83,5	0,0023	0,9772	210	0,22	0,68
7	0.24	81,05	0,0022	0,9783	215	0,82	0,78	123,8	0,0033	0,9738	176	0,32	0,78	81,05	0,0022	0,9783	215	0,82	0,78
8	0.16	81,05	0,0022	0,9783	215	0,82	0,78	133,04	0,0037	0,9722	164	0,36	0,78	48,72	0,0017	0,9831	230	0,73	0,78
9	0.24	228,12	0,0062	0,914	124	0,67	0,74	343,68	0,0094	0,913	99,5	0,92	0,74	228,12	0,0062	0,9145	126	0,67	0,74
10	0.16	167,53	0,0046	0,9693	146	0,62	0,54	224,84	0,0077	0,9663	111	0,7	0,54	167,53	0,0046	0,9693	148	0,62	0,54
11	0.24	139,2	0,0038	0,9778	162	0,37	1,00	203,79	0,0057	0,9155	130	0,55	1,00	139,2	0,0038	0,9778	162	0,37	1,00
12	0.16	139,2	0,0038	0,9778	162	0,37	1,00	236,62	0,0064	0,9135	122	0,63	1,00	83,51	0,0023	0,9772	210	0,22	1,00

Sens V

P	S	Appui de gauche						travée						Appui de droite					
		M	U	E	K	A	Amin	M	U	E	K	A	Amin	M	U	E	K	A	Amin
1		110,5	0,003	0,9769	184	0,29	0,58	353,03	0,0085	0,9582	105	0,83	0,58	327,64	0,0089	0,9576	103	0,87	0,58
2		36,34	0,001	0,9851	320	0,94	0,5	102,66	0,0028	0,9757	192	0,27	0,5	201,3	0,0055	0,9664	134	0,53	0,5
3		23,66	0,0006	0,989	440	0,6	0,47	67,03	0,0017	0,9884	340	0,17	0,47	160,94	0,0044	0,9697	150	0,62	0,47
4		23,66	"	"	"	"	"	67,03	"	"	"	"	"	160,94	"	"	"	"	"
5		153,93	0,0042	0,9764	154	0,62	0,91	230,9	0,0037	0,964	124	0,61	0,91	153,93	0,0042	0,9764	154	0,62	0,91
6		83,5	0,0023	0,9772	210	0,22	0,68	125,25	0,0034	0,9732	172	0,33	0,68	83,5	0,0023	0,9772	210	0,22	0,68
7		81,05	0,0022	0,9783	215	0,82	0,63	93,78	0,0026	0,9765	198	0,24	0,63	81,05	0,0022	0,9783	215	0,82	0,63
8		81,05	"	"	"	"	"	93,78	"	"	"	"	"	81,05	"	"	"	"	"
9		228,12	0,0062	0,914	124	0,6	0,65	334,99	0,0092	0,9560	101	0,89	0,65	178,27	0,0032	0,974	198	0,21	0,65
10		167,53	0,0046	0,969	146	0,62	0,54	223,9	0,0034	0,9737	172	0,32	0,54	167,53	0,0046	0,9693	148	0,62	0,54
11		139,2	0,0038	0,9778	162	0,36	0,57	80,45	0,0022	0,9768	215	0,21	0,57	28,4	0,0007	0,9833	380	0,07	0,57
12		139,2	"	"	"	"	"	80,45	"	"	"	"	"	28,4	"	"	"	"	"

$$A_{min} = \frac{0,69 \cdot b \cdot h \cdot \bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} \cdot \frac{2-s}{s}$$

armatures // petit côté

$$A_{min} = \frac{0,69 \cdot b \cdot h \cdot \bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} \cdot \frac{1+s}{4}$$

armatures // grand côté

toute fois le Complément CTC 89 aux règles parasismiques recommande de mettre pour les planchers sur vide sanitaire une armature continue en une ou deux nappes sous forme de quadrillage de barres ancrées dans la voile périphérique avec un pourcentage min de 0,25% dans chaque direction.

ce qui nous donne  $A_{min} = \frac{0,25 \times b \times h}{100} = \frac{0,25 \times 100 \times 14}{100} = 3,5 \text{ cm}^2$ .  
soit 5 T10/ml  $A = 3,92 \text{ cm}^2$  avec un écartement  $t = 20 \text{ cm}$  dans les 2 sens.

VERIFICATIONS: les vérifications seront faites pour le panneau le plus sollicité et si elles sont vérifiées elles le sont pour les autres panneaux.

① Condition de non fragilité: déjà vérifiée.

② des contraintes:  $\hat{\omega} = \frac{100 A}{b h} = \frac{100 \times 3,92}{100 \times 14} = 0,28 < \begin{cases} \epsilon = 0,9164 \\ k = 44,8 \end{cases}$

Acier:  $\bar{\sigma}_a = \frac{M}{A \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{491,46 \cdot 10^2}{3,92 \times 0,9164 \times 14} = 977,21 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a$

beton:  $\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{977,21}{44,8} = 21,81 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b'$

③ à la fissuration:  $\bar{\sigma}_{qf} = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a \\ \max(\sigma_1, \sigma_2) \end{array} \right.$

$\bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_1 = k \frac{\eta}{\phi} \frac{w_f}{1 + 10 w_f}$ ;  $\sigma_2 = 2,4 \sqrt{k \frac{\eta}{\phi} \bar{\sigma}_b}$

$k = 1,5 \times 10^6$ ,  $\eta = 1,6$ ,  $\phi = 10 \text{ mm}$ ;  $w_f = \frac{A}{b \cdot z} = \frac{3,92}{2 \times 2 \times 100} = 9,8 \cdot 10^{-3}$

ce qui nous donne  $\sigma_1 = 2142 \text{ kg/cm}^2$ ;  $\sigma_2 = 2856 \text{ kg/cm}^2$ .

④ à l'effort tranchant: il faut vérifier  $\tau_b = \frac{T_{max}}{b \cdot z} \leq \bar{\tau}_b = 1,15 \bar{\sigma}_b$   
- Comme on a dans tous les cas  $f \geq 0,4$  donc les

panneaux sont porteurs dans les deux sens.

d'où au milieu de  $l_x \Rightarrow T_y = \frac{P}{3 l_y}$

au milieu de  $l_y \Rightarrow T_x = \frac{P}{2 l_y + l_x}$

avec  $P = q l_x l_y$ .

Panneau 1 = panneau le plus sollicité.

$l_x = 3,20 \text{ m}$ ;  $l_y = 4,5 \text{ m}$



$$P = q \cdot l \cdot l_y = 895 \times 3,20 \times 4,5 = 12888 \text{ Kg} \rightarrow T_y = \frac{P}{3l_y} = 954,67 \text{ Kg}$$

$$\rightarrow T_x = \frac{P}{2l_y + l_x} = 1056,4 \text{ Kg}$$

$$T_b = \frac{T_{\text{max}}}{b \cdot z} = \frac{1056,4}{100 \times \frac{7}{8} \cdot 14} = 0,86 \text{ kg/cm}^2 < \bar{T}_b = 6,78 \text{ kg/cm}^2$$

⑤ à la condition d'appui:  $T = 1056,4 \text{ Kg}$      $M_a = -327,64 \text{ Kg.m}$   
 $A \bar{T}_a = 3,92 \times 2800 = 10976 \text{ Kg} > T + \frac{M}{z} = 1056,4 - \frac{32764}{\frac{7}{8} \cdot 14} < 0$

Sur Appui:  $A_{\text{max}} = 1,09 \text{ cm}^2$ , on adoptera 4 T6/ml  $A = 1,13 \text{ cm}^2$   
 avec un écartement de 25 cm dans les 2 sens

- Verifications: ① condition de non fragilité: déjà vérifiée  
 ② des contraintes: vérifiées  
 ③ à la fissuration:  $\sigma_1 = 1098,95 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_2 = 3687 \text{ kg/cm}^2$

donc la fissuration n'est pas à craindre.

④ à la flèche:

Panneau 1:  $l = 3,20 \text{ m}$ ,  $M_e = 0,75 \text{ t.m}$   
 $\frac{h_t}{l} = \frac{16}{320} = 0,05 > \frac{1}{20} \times \frac{M_e}{M_x} = \frac{1}{20} \times 0,75 = 0,0375$   
 $w_0 = \frac{A}{b \cdot h} = \frac{3,92}{100 \times 14} = 2,8 \cdot 10^{-3} < \frac{20}{\sigma_{en}} = \frac{20}{2400} = 4,76 \cdot 10^{-3}$

⑤ Verification des écartements:

- sens U  $\begin{cases} \nearrow \text{en travée} & t = 90 \text{ cm} \\ \searrow \text{sur appui} & t = 25 \text{ cm} \end{cases}$   
 sens V  $\begin{cases} \nearrow \text{en travée} & t = 20 \text{ cm} \\ \searrow \text{sur appui} & t = 25 \text{ cm} \end{cases}$

sui vant U  $t \leq \min(3 h_t, 33) = (47, 33)$  vérifiée

sui vant V  $t \leq \min(4 h_t, 45) = (64, 45)$  vérifiée

## Bloc "B":

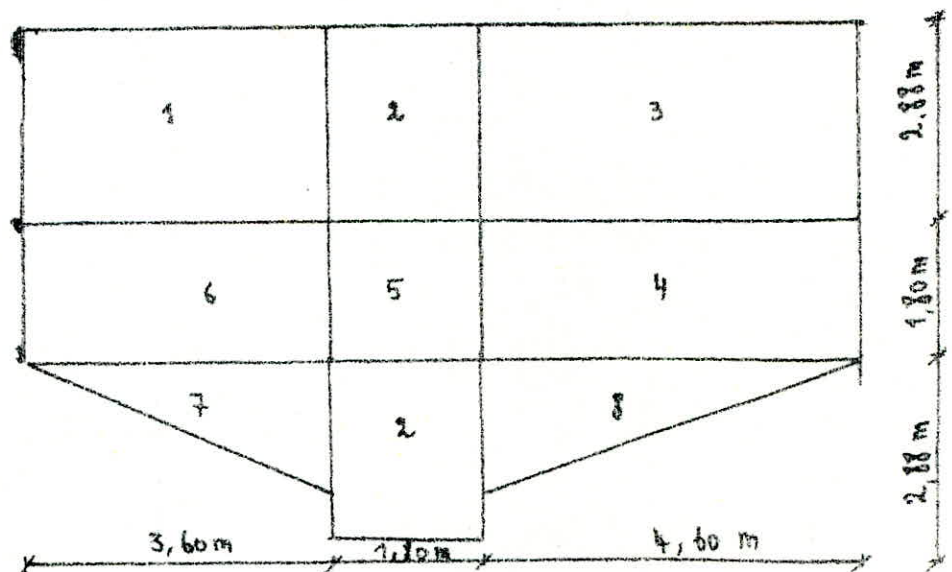
Tous les planchers sont réalisés en dalle pleine d'épaisseur 15cm la charge uniformément répartie due au poids propre et aux surcharges majorées est  $q = G + 1,2 P$ .

plancher terrasse :  $q_1 = 628 + 1,2 \times 100 = 748 \text{ Kg./m}^2$

plancher courant :  $q_2 = 530 + 1,2 \times 250 = 905 \text{ Kg./m}^2$

Donc le calcul se fait pour le plancher courant qui est le plus chargé et le ferrailage adopté sera valable pour les autres planchers.

Présentation des panneaux :



on a 8 panneaux différents du point de vue dimensions et situation On applique la même méthode que celle appliquée pour le plancher du vide sanitaire du bloc A.

Pour cela on donnera directement dans les tableaux les résultats obtenus de  $M$ ;  $N$ ;  $E$ ,  $K$ . pour chaque panneau en travées et  $\bar{\sigma}$  l'appui.

Remarque: pour les panneaux triangulaires 7 et 8 on suppose que la dalle est appuyée sur les deux côtés de l'angle droit et que la ligne de rupture se fait suivant un angle de  $45^\circ$ . ce qui nous donnera  $m = \frac{P}{6} = \frac{905}{6} = 150,83 \text{ Kg.m}$ .

Rem: afin de faciliter le ferrailage, on adoptera pour tous les panneaux le même ferrailage que celui du panneau le plus sollicité.

Sens 4

P	S	Appui de gauche						Travée					Appui de droite				
		M kgm	u	E	k	Ac	A <sub>min</sub>	M	u	E	k	Ac	M	u	E	k	Ac
1	95	0,003	0,9719	184	0,27	0,57	268	0,0085	0,9587	106	0,77	231	0,0073	0,9615	115	0,66	
2	122	0,0038	0,9718	162	0,34	0,87	183	0,0058	0,9655	130	0,52	122	0,0038	0,9714	160	0,34	
3	309,75	0,0098	0,9556	97,5	0,89	0,57	234,34	0,0074	0,9612	114	0,67	82,71	0,0026	0,9765	198	0,23	
4	162,74	0,0051	0,9673	138	0,46	0,44	67,8	0,0025	0,9787	220	0,19	23,92	0,00076	0,9873	380	0,07	
5	62,04	0,002	0,98	235	0,74	0,63	93,02	0,0029	0,9754	188	0,26	62,04	0,002	0,98	235	0,74	
6	28,07	0,0009	0,9859	340	0,68	0,47	79,53	0,0025	0,9773	205	0,22	142,65	0,0045	0,9693	148	0,40	
7	150,86	0,0047	0,9686	144	0,43	1,3	150,86	0,0047	0,9686	144	0,43	150,86	0,0047	0,9686	144	0,43	

Sens 4

P	S	Appui de gauche						Travée					Appui de droite				
		M kgm	u	E	k	Ac	A <sub>min</sub>	M	u	E	k	Ac	M	u	E	k	Ac
1	138	0,0043	0,9761	152	0,39	0,76	394	0,0123	0,9505	86	1,13	231	0,0073	0,9615	115	0,66	
2	32,4	0,001	0,9851	320	0,09	0,51	92	0,0029	0,9754	188	0,26	122	0,0038	0,9718	162	0,34	
3	185,85	0,0058	0,9655	130	0,53	0,87	476,6	0,0151	0,9457	77	1,38	309,75	0,0098	0,9556	97,5	0,89	
4	162,74	0,0051	0,9673	138	0,46	1,01	244,1	0,0077	0,9603	111	0,70	162,74	0,0051	0,9673	138	0,46	
5	62,04	0,002	0,98	235	0,74	0,63	93,02	0,0029	0,9754	188	0,26	62,04	0,002	0,98	235	0,74	
6	142,65	0,0045	0,9693	148	0,40	0,95	213,98	0,0068	0,9637	119	0,61	142,65	0,0045	0,9693	148	0,40	
7	150,86	0,0047	0,9686	144	0,43	1,3	150,86	0,0047	0,9686	144	0,43	150,86	0,0047	0,9686	144	0,43	

$$A_{min} = \begin{cases} \frac{0,59 \cdot b \cdot h \cdot \bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}} \cdot \frac{2-s}{s} & \text{pour les armatures // petit côté} \\ \frac{0,69 \cdot b \cdot h \cdot \bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}} \cdot \frac{1+s}{4} & \text{pour les armatures // grand côté} \end{cases}$$

Sections d'acier adoptées:

pour faciliter les travaux d'exécution du ferrailage on adoptera la même section d'acier pour tous les panneaux en prenant le plus sollicité, ce qui nous placera en sécurité.

A<sub>max</sub> (calculé) = 1,38 cm<sup>2</sup> on adoptera 5 T6/ml = 1,41

Verifications: du panneau le plus sollicité.

① Condition de non fragilité: déjà vérifiée.

② des contraintes :  $w = \frac{100A}{b \cdot h} = \frac{100 \times 1,41}{13 \times 100} = 0,1084$   $\left\{ \begin{array}{l} k = 76 \\ \epsilon = 0,9451 \end{array} \right.$

$$\bar{\sigma}_a = \frac{M}{A \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{476,6 \cdot 10^2}{1,41 \times 0,9451 \times 13} = 2751,1 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_b^1 = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2751,1}{76} = 36,19 < \bar{\sigma}_b^1 = 137,7 \text{ Kg/cm}^2$$

③ de non fissuration :  $\bar{\sigma}_{ag} = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ Kg/cm}^2 \\ \max(\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_2) \end{array} \right.$

$$\bar{\sigma}_1 = \frac{k \cdot n}{\phi} \frac{w f}{1 + 10w f} = 1,5 \cdot \frac{10^6 \cdot 1,6}{16} \cdot \frac{0,0035}{1 + 0,035} = 1352,6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_2 = 2,4 \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 1,6}{6} \cdot 5,9} = 3686,9 \text{ Kg/cm}^2$$

④ à l'effort tranchant:

$$\bar{\tau}_b = \frac{T_{\max}}{b \cdot z} \leq \bar{\tau}_b = 1,15 \bar{\sigma}_b = 1,15 \times 5,9 = 6,79 \text{ Kg/cm}^2$$

$$l_x = 2,88 \text{ m} ; l_y = 4,60 \text{ m} . \quad q = 905 \text{ Kg/m}^2$$

$$P = q \cdot l_x \cdot l_y = 905 \times 2,88 \times 4,6 = 11989,4 \text{ Kg}$$

$$\text{au milieu de } l_x \Rightarrow T_y = \frac{P}{3 l_y} = 868,8 \text{ Kg}$$

$$\text{au milieu de } l_y \Rightarrow T_x = \frac{P}{2 l_y + l_x} = 992,5 \text{ Kg}$$

$$\bar{\tau}_b = \frac{T_{\max}}{b \cdot z} = \frac{992,5}{100 \times \frac{7}{8} \cdot 13} = 0,87 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 6,79 \text{ Kg/cm}^2$$

⑤ Verification à la condition d'appui :

$$T + \frac{M}{z} \leq A \bar{\sigma}_a = 1,41 \times 2800 = 3948 \text{ Kg}$$

$$T_{\max} = 992,5 \text{ Kg}$$

$$M = -185,85 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$T + \frac{M}{z} = 992,5 - \frac{18585 \times 8}{7 \times 13} < 0$$

Sur Appui:  $A^{max} = 1,01 \text{ cm}^2$  nous prendrons 4 T6/ml  $A = 1,13 \text{ cm}^2$   
avec un écartement de 25 cm dans les 2 sens.

Verifications :

① Condition de non fragilité : déjà vérifiée.

② des contraintes : vérifiées

③ à la non fissuration :  $\bar{\sigma}_{af} = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2 \\ \max(\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_2) = 3687 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$

④ à la flèche: panneau 3.  $l = 2,88 \text{ m}$ ,  $M_t = 0,75 M_x$ .

$$- \frac{ht}{l} = \frac{15}{288} = 0,052 > \frac{1}{20} \cdot \frac{M_t}{M_x} = \frac{1}{20} \times 0,75 = 0,0375.$$

$$- w_s = \frac{A}{bh} = \frac{1,41}{100 \times 13} = 1,08 \cdot 10^{-3} < \frac{20}{\bar{\sigma}_{en}} = \frac{20}{2400} = 4,76 \cdot 10^{-3}$$

Écartements :

• sens  $l_x$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{en travée } t = 20 \text{ cm} \\ \text{sur appui } t = 25 \text{ cm} \end{array} \right.$

• sens  $l_y$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{en travée } t = 20 \text{ cm} \\ \text{sur appui } t = 25 \text{ cm} \end{array} \right.$

Suivant  $l_x$   $t \leq \min(3ht, 33) = (45, 33) \text{ cm}$ . Vérifiée

Suivant  $l_y$   $t \leq \min(4ht, 45) = (60, 45) \text{ cm}$  vérifiée

PANNEAUX SUR vide sanitaire :

leur ferrailages sera fait suivant les

recommandations du CTC.

$$A_{min} = \frac{0,25 \cdot b \cdot h}{100} = \frac{0,25 \times 15 \times 100}{100} = 3,25 \text{ cm}^2$$

On adoptera 5 T 10 / ml qui nous donne  $A = 3,92 \text{ cm}^2$  dans les deux directions.

toutes les vérifications ont été satisfaites. (Voir Bloc A pour plus de détails).

**ETUDE**

**AKI**

**S'EIS'ME**

## Effets du séisme:

les secousses sismiques engendrent dans les constructions des accélérations pouvant atteindre l'ordre de gravité ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ) les efforts qui en résultent peuvent s'exercer selon une direction quelconque horizontale ou verticale.

### Recommandations:

- il faut réduire autant que possible la hauteur du bâtiment et surtout le rapport de cette hauteur à la largeur.
  - éviter les grandes ouvertures
  - prévoir si possible un sous sol général ou des fondations profondes, massives qui ancrent la construction au sol.
  - éviter les encorbellements à tous les niveaux, à tous les éléments mais liés à l'ossature
  - choisir de préférence un terrain compact et établir des fondations profondes bien chaînées et bien ancrées dans le sol pour s'opposer au soulèvement du bâtiment.
- ### Pour la Super-Structure:

- abaisser le plus possible le centre de gravité de la construction
- réaliser des nœuds assez rigides.
- assurer l'indéformabilité de l'ensemble des contreventements dans tous les sens
- les barres d'attentes dans les poteaux doivent avoir une hauteur min de  $50 \phi$ .
- prévoir autour des ouvertures des encadrements armés liés à l'ossature.

### Calcul des Efforts sismiques:

le calcul sismique se fait en substituant aux effets dynamiques réels des sollicitations statiques en considérant le système statique équivalent :

- un système de forces horizontales  $S_{IH}$
- un système de forces verticales ascendantes ou descendantes ( $S_{IV}$ ).
- un système de couple de torsion d'axe vertical  $S_T$ .

1/ le système de forces horizontales (Art 3, 411, 11 PS 69).

Composé de forces élémentaires qui s'exercent au centre de gravité des étages ces forces sont //, de même sens et proportionnelles au poids des charges. Pour la commodité de calcul on peut admettre que les charges et les surcharges sont ramenés au niveau des planchers infiniment rigides.

L'intensité de la force agissant sur un élément donné dans une direction est

$$F = \Gamma_H \cdot W \quad \text{avec} : \begin{cases} \Gamma_H = \alpha \beta \gamma \delta & \text{Coef. sismique} \\ W = G + \frac{P}{5} & \text{(poids des charges permanentes et} \\ & \text{surcharges propre à l'elt soumis à l'action sismique).} \end{cases}$$

2/ Systeme de forces Verticales: (Art 3, III - 12 Ps 69).

- le systeme de forces verticales à considerer est composé de forces elementaires qui s'exercent au CGR des elements de construction.

- elles ont toutes un même sens et peuvent être dirigées soit vers le haut ou le bas

- l'intensité de la force verticale agissant sur un element donné est :

$$F_V = \pm \Gamma_V \cdot W \quad \text{avec} \begin{cases} \Gamma_V : \text{coef sismique de l'elt pour la direction verticale} \\ \Gamma_V = \pm \Gamma_H & \text{(selon le Complement du CTC au PS 69).} \\ \text{avec } \Gamma_H = \max(\Gamma_{HL} ; \Gamma_{HT}). \end{cases}$$

Determination des coef. sismiques :

a. coef. sismique dans les directions horizontales (Art 3112.1 Ps 69)

$$\Gamma_H = \alpha \beta \gamma \delta$$

- coef d'insensité  $\alpha$  : depend de l'intensité nominale comme notre bâtiment est implanté à BEJAÏA ZONE II  $\Rightarrow i_n = 8 \Rightarrow \alpha = 1$ . CTC89

- coef de reponse  $\beta$  : caracterise l'importance de la reponse du Bâtiment à une secousse d'intensité égale à l'intensité de reference il depend  
\* de la periode T du mode fondamental de vibration de la construction dans la direction étudiée

\* du degres d'amortissement de l'ouvrage et de la nature du sol de fondation  
notre bâtiment est à usage de bureaux l'amortissement est moyen.

$$\beta = \frac{0,085}{\sqrt{T}} \quad 0,065 \leq \beta \leq 0,13.$$

Evaluation de la periode du mode fondamental

dimensions du bâtiment: Bloc A:  $L = 24,4 \text{ m}$ ,  $l = 11,4 \text{ m}$ ;  $H = 17,6 \text{ m}$

le contreventement étant assuré par poutres - poteaux  $\Rightarrow T = \frac{0,09 H}{\sqrt{L}}$

$$\text{sens longitudinal} : T_L = 0,09 \frac{17,6}{\sqrt{24,4}} = 0,32 \text{ s.}$$

$$\text{sens transversal} : T_t = 0,09 \frac{17,6}{\sqrt{11,4}} = 0,469 \text{ s.}$$

$$\Rightarrow B_L = \frac{0,085}{\sqrt{T_L}} = 0,124 \quad ; \quad B_T = 0,109.$$



- Coef de distribution  $\delta$ : ne depend que de la structure elle même il caracterise à l'interieur de celle ci le comportement de la masse à laquelle il se rapporte.

Vu que notre batiment est composé d'etages identiques  $\Rightarrow \delta_r = \frac{3r}{2n+1}$

- coef de fondation  $\delta$ : c'est un facteur correcteur qui tient compte de l'incidence des conditions de fondations sur le comportement de l'ouvrage. il est independant des proprietés dynamiques de la construction, dans notre cas, on utilise des semelles superficielles la valeur de  $\delta$  est donné par le PS 69 = 1,15.

on donnera les valeurs des forces horizontales et verticales dans le tableau ci-dessous

niveau	$\gamma(h)$	$\sigma_r$	$\sigma_L$	$\sigma_v$	$W(t)$	$F_r = \sigma_r W$	$F_L = \sigma_L W$	$F_v = \sigma_v W$
5	1,364	0,171	0,195	0,195	324,32	55,46	63,24	63,24
4	1,091	0,137	0,156	0,156	300,44	41,16	46,87	46,87
3	0,818	0,103	0,117	0,117	303,34	31,24	35,5	35,5
2	0,545	0,068	0,078	0,078	303,34	20,63	23,66	23,66
1	0,273	0,034	0,04	0,04	303,34	10,31	12,13	12,13

repartition des efforts sismiques verticaux sur les portiques:  
 0 Portiques longitudinaux:  $S_t = 262,69 m^2$

niveau	Portique	longueur	Surface	$S_i/S_t$	$F_y$	Force sismique	Force sismique / ml
5	I - I	24,1	7,23	0,0275	63,24	1,74	0,072
"	II - II	"	22,9	0,087	"	5,5	0,228
"	III - III	"	22,9	0,087	"	5,5	0,228
"	IV - IV	"	7,23	0,0275	"	1,74	0,072
4	I - I	"	7,23	0,0275	46,87	1,29	0,054
"	II - II	"	22,9	0,087	"	4,07	0,169
"	III - III	"	22,9	0,087	"	4,07	0,169
"	IV - IV	"	7,23	0,0275	"	1,29	0,054
3	I - I	"	7,23	0,0275	35,5	0,98	0,04
"	II - II	"	22,9	0,087	"	3,09	0,128
"	III - III	"	22,9	0,087	"	3,09	0,128
"	IV - IV	"	7,23	0,0275	"	0,98	0,04
2	I - I	"	7,23	0,0275	23,6	0,65	0,026
"	II - II	"	22,9	0,087	"	2,05	0,085
"	III - III	"	22,9	0,087	"	2,05	0,085
"	IV - IV	"	7,23	0,0275	"	0,65	0,026
1	I - I	"	7,23	0,0275	12,13	0,34	0,014
"	II - II	"	22,9	0,087	"	1,06	0,044
"	III - III	"	22,9	0,087	"	1,06	0,044
"	IV - IV	"	7,23	0,0275	"	0,34	0,014

## 2. Portiques transversaux:

St = 262,69 m<sup>2</sup>

niveau	Portique	largeur	surface	Si/St	Fv	Force sismique	Force Sismique/m
5	1-1	10,9	13,08	0,05	63,24	3,162	0,29
"	2-2	"	32,16	0,123	"	7,78	0,72
"	3-3	"	38,15	0,145	"	9,77	0,84
"	4-4	"	"	"	"	"	"
"	5-5	"	"	"	"	"	"
"	6-6	"	30,52	0,116	"	7,34	0,67
"	7-7	"	"	"	"	"	"
"	8-8	"	"	"	"	"	"
"	9-9	"	11,45	0,044	"	2,78	0,26
4	1-1	"	13,08	0,05	46,86	2,34	0,21
"	2-2	"	32,16	0,123	"	5,76	0,53
"	3-3	"	38,15	0,145	"	6,79	0,62
"	4-4	"	"	"	"	"	"
"	5-5	"	"	"	"	"	"
"	6-6	"	30,52	0,116	"	5,44	0,5
"	7-7	"	"	"	"	"	"
"	8-8	"	"	"	"	"	"
"	9-9	"	11,45	0,044	"	2,06	0,19
3	1-1	"	13,08	0,05	35,5	1,78	0,16
"	2-2	"	32,16	0,123	"	4,37	0,4
"	3-3	"	38,15	0,145	"	5,15	0,47
"	4-4	"	"	"	"	"	"
"	5-5	"	"	"	"	"	"
"	6-6	"	30,52	0,116	"	4,12	0,38
"	7-7	"	"	"	"	"	"
"	8-8	"	"	"	"	"	"
"	9-9	"	11,45	0,044	"	1,56	0,14
2	1-1	"	13,08	0,05	23,6	1,18	0,11
"	2-2	"	32,16	0,123	"	2,9	0,27
"	3-3	"	38,15	0,145	"	3,4	0,31
"	4-4	"	"	"	"	"	"
"	5-5	"	"	"	"	"	"
"	6-6	"	30,52	0,116	"	2,74	0,25
"	7-7	"	"	"	"	"	"
"	8-8	"	"	"	"	"	"
"	9-9	"	11,45	0,044	"	1,04	0,095
1	1-1	"	13,08	0,05	12,13	0,61	0,056
"	2-2	"	32,16	0,123	"	1,49	0,14
"	3-3	"	38,15	0,145	"	1,76	0,16
"	4-4	"	"	"	"	"	"
"	5-5	"	"	"	"	"	"
"	6-6	"	30,52	0,116	"	1,4	0,13
"	7-7	"	"	"	"	"	"
"	8-8	"	"	"	"	"	"
"	9-9	"	11,45	0,044	"	0,54	0,05

étude au séisme du bloc B :

dimensions :  $L = 11,40m$  ;  $l = 8,76m$  ;  $H = 17,60m$ .

$$F = \sigma_H W \text{ avec } \sigma_H = \alpha \beta \gamma \delta$$

$$W = G + \frac{P}{5}$$

$$F_v = \pm \sigma_v W \text{ avec } \sigma_v = \max(\sigma_{H1}, \sigma_{H2})$$

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$  coefficients sismiques de finis précédemment

$\alpha = 1$  ;  $\delta = 1,15$  ; on prend  $\beta_L = \beta_T = 0,109$  ;  $\gamma = \frac{1}{h}$ .

on donne les résultats des forces sismiques dans le tableau suivant :

niveau	$\gamma(h)$	$\sigma_H$	$\sigma_L$	$\sigma_v$	W	$F_H = \sigma_H W$	$F_L = \sigma_L W$	$F_v = \sigma_v W$
5	1,364	0,163	0,17	0,17	96,32	16,37	16,37	16,37
4	1,091	0,136	0,136	0,136	110,211	14,99	14,99	14,99
3	0,818	0,1025	0,1025	0,1025	110,211	11,3	11,3	11,3
2	0,545	0,0683	0,0683	0,0683	110,211	7,53	7,53	7,53
1	0,273	0,034	0,034	0,034	110,211	3,75	3,75	3,75

Repartition des forces sismiques verticales sur les portiques :  $S_t = 78,24m^2$

niv	Portique	traverse 1	traverse 2	traverse 3	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$F_v$	$F_v/ml$	$F_v/ml$	$F_v/ml$
5	I	3,40	1,80	4,40	3,11	0,972	4,55	16,37	0,243	0,176	0,27
	II	3,40	1,80	4,40	5,54	1,782	8,69	"	0,385	0,27	0,458
	III	1,80			0,81			"	0,154		
4	I	3,40	1,80	4,40	3,11	0,972	4,55	14,99	0,223	0,16	0,246
	II	3,40	1,80	4,40	5,54	1,782	8,69	"	0,352	0,246	0,419
	III	1,80			0,81			"	0,143		
3	I	3,40	1,80	4,40	3,11	0,972	4,55	11,3	0,169	0,122	0,187
	II	3,40	1,80	4,40	5,54	1,782	8,69	"	0,246	0,187	0,317
	III	1,80			0,81			"	0,109		
2	I	3,40	1,80	4,40	3,11	0,972	4,55	7,53	0,112	0,081	0,124
	II	3,40	1,80	4,40	5,54	1,782	8,69	"	0,177	0,124	0,217
	III	1,80			0,81			"	0,073		
1	I	3,40	1,80	4,40	3,11	0,972	4,55	3,75	0,055	0,04	0,061
	II	3,40	1,80	4,40	5,54	1,782	8,69	"	0,088	0,061	0,104
	III	1,80			0,81			"	0,036		

niv	Portique	traverse 1	traverse 2	traverse 3	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$F_v/ml$	$F_v/ml$	$F_v/ml$
5	A	2,88	1,80		2,08	0,81		0,214	0,157	
	B	2,88	1,80	2,48	3,86	1,62	3,56	0,364	0,272	0,343
4	A	2,88	1,80		2,08	0,81		0,195	0,143	
	B	2,88	1,80	2,48	3,86	1,62	3,56	0,333	0,248	0,313
3	A	2,88	1,80		2,08	0,81		0,148	0,109	
	B	2,88	1,80	2,48	3,86	1,62	3,56	0,252	0,188	0,236
2	A	2,88	1,80		2,08	0,81		0,1	0,073	
	B	2,88	1,80	2,48	3,86	1,62	3,56	0,167	0,125	0,157
1	A	2,88	1,80		2,08	0,81		0,049	0,036	
	B	2,88	1,80	2,48	3,86	1,62	3,56	0,083	0,062	0,078

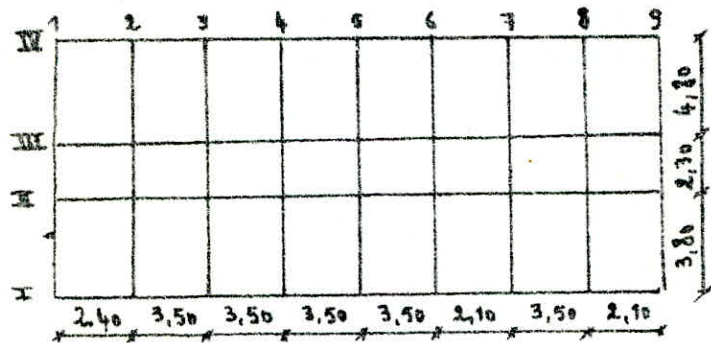
**CALCUL  
DES EFFORTS  
DANS LES PORTIQUES**

# Calcul des efforts dans le Bloc A et le Bloc B.

## 1. Sous les charges verticales:

le calcul des efforts sous les charges verticales se fera avec la méthode de caquot exposée en Annexe du CCBA 68.

Bloc A :

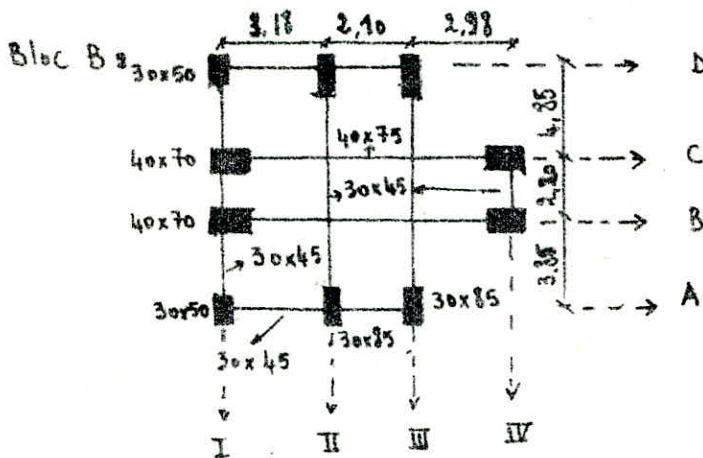


dimensions:

- poutres longitudinales : 30x40 cm

- poutres transversales : 30x45 cm

- poteaux : 30x50 cm.



Remarque 1: le calcul des efforts se fait pour le bloc A au portique "II" longitudinal et au portique "3" transversal qui sont les plus sollicités.

pour le Bloc B le calcul se fait pour les portiques longitudinaux "I", "II" et "IV" et aux portiques transversaux "A" et "B".

Remarque 2: Vu que dans le Bloc B on a un système de poutres croisées qui demande un calcul assez délicat alors on a fait la supposition que la poutre du portique II s'appuie sur les poutres des portiques "B" et "C" en prenant ces deux dernières plus rigides que la poutre du portique II. C'est de même pour la poutre du portique III.

ainsi le calcul des poutres des portiques II et III se fait comme des poutres continues sur plusieurs appuis.

le portique B est calculé sous les charges et surcharges qui lui reviennent et sous les deux forces concentrées aux points de croisements transmises par les poutres des portiques II et III.

# Caracteristiques Geometriques des portiques :

Bloc A : Portique longitudinal

REV	N°	Portique longitudinal		$(10^4 m^4)$		$(m)$		$(m)$		$(10^4 m^3)$		$(10^4 m^3)$		$(10^4 m^3)$		$(10^4 m^3)$		D
		$I_w$	$I_e$	$h_u$	$h_s$	$I_w$	$I_e$	$h_u$	$h_s$	$K_w$	$K_e$	$K_u$	$K_s$					
5	1	0	2,10	0	2,80	10,78	11,25	0	2,10	0	2,24	0	7,61	0	5,02	12,63		
	2	2,10	3,20	"	"	"	"	2,10	2,56	"	"	7,61	6,25	"	"	18,88		
	3	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	17,52		
	4	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	17,52		
	5	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	17,52		
	6	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,44	"	"	6,25	11,12	"	"	23,39		
	7	1,80	3,20	"	"	"	"	1,44	2,56	"	"	11,12	6,25	"	"	23,39		
	8	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,80	"	"	6,25	8,89	"	"	20,46		
	9	1,80	0	"	"	"	"	1,80	0	"	"	8,89	0	"	"	13,94		
4	1	0	2,10	2,80	"	"	"	0	2,10	2,52	"	0	7,61	4,46	"	"	17,09	
	2	2,10	3,20	"	"	"	"	2,10	2,56	"	"	7,61	6,25	"	"	23,34		
	3	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	24,98		
	4	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	24,98		
	5	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	24,98		
	6	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,44	"	"	6,25	11,12	"	"	27,85		
	7	1,80	3,20	"	"	"	"	1,44	2,56	"	"	11,12	6,25	"	"	27,85		
	8	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,80	"	"	6,25	8,89	"	"	24,62		
	9	1,80	0	"	"	"	"	1,80	0	"	"	8,89	0	"	"	18,37		
3,2,1	1	0	2,10	"	"	"	"	0	2,10	2,24	"	0	7,61	5,02	"	"	17,65	
	2	2,10	3,20	"	"	"	"	2,10	2,56	"	"	7,61	6,65	"	"	23,30		
	3	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,65	6,65	"	"	22,54		
	4	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,65	6,65	"	"	22,54		
	5	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,65	6,65	"	"	22,54		
	6	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,44	"	"	6,65	11,12	"	"	28,41		
	7	1,80	3,20	"	"	"	"	1,44	2,56	"	"	11,12	6,25	"	"	28,41		
	8	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,80	"	"	6,25	8,89	"	"	25,18		
	9	1,80	0	"	"	"	"	1,80	0	"	"	8,89	0	"	"	18,93		
0	1	0	2,10	"	1,20	"	"	0	2,10	"	0,96	0	7,61	"	14,71	24,34		
	2	2,10	3,20	"	"	"	"	2,10	2,56	"	1,00	7,61	6,65	"	"	30,59		
	3	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	29,23		
	4	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	29,23		
	5	3,20	3,20	"	"	"	"	2,56	2,56	"	"	6,25	6,25	"	"	29,23		
	6	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,44	"	"	6,25	11,12	"	"	33,10		
	7	1,80	3,20	"	"	"	"	1,44	2,56	"	"	11,12	6,25	"	"	33,10		
	8	3,20	1,80	"	"	"	"	2,56	1,80	"	"	6,25	8,89	"	"	34,87		
	9	1,80	0	"	"	"	"	1,80	0	"	"	8,89	0	"	"	25,62		

Portique transversal:

niv	N	l <sub>w</sub>	l <sub>e</sub>	h <sub>n</sub>	h <sub>s</sub>	I <sub>w</sub> =I <sub>e</sub>	I <sub>n</sub> =I <sub>s</sub>	l' <sub>w</sub>	l' <sub>e</sub>	h' <sub>n</sub>	h' <sub>s</sub>	k <sub>w</sub>	k <sub>e</sub>	k <sub>n</sub>	k <sub>s</sub>	D
5	1	0	4,3	0	2,75	22,78	31,25	0	4,3	0	2,2	0	5,29	0	14,2	19,49
	2	4,3	1,8	0	"	"	"	4,3	1,44	0	"	5,29	15,82	0	"	35,31
	3	1,8	3,3	0	"	"	"	1,44	3,3	0	"	15,82	6,9	0	"	36,92
	4	3,3	0	0	"	"	"	3,3	0	0	"	6,9	0	0	"	21,1
4	1	0	4,3	2,75	"	"	"	0	4,3	2,47	"	0	5,29	12,65	"	32,14
	2	4,3	1,8	"	"	"	"	4,3	1,44	"	"	5,29	15,82	"	"	47,96
	3	1,8	3,3	"	"	"	"	1,44	3,3	"	"	15,82	6,9	"	"	49,57
	4	3,3	0	"	"	"	"	3,3	0	"	"	6,9	0	"	"	33,75
3	1	0	4,3	"	"	"	"	0	4,3	2,2	"	0	5,29	14,2	"	33,69
	2	4,3	1,8	"	"	"	"	4,3	1,44	"	"	5,29	15,82	"	"	49,51
	3	1,8	3,3	"	"	"	"	1,44	3,3	"	"	15,82	6,9	"	"	51,12
	4	3,3	0	"	"	"	"	3,3	0	"	"	6,9	0	"	"	35,3
2	1	0	4,3	"	1,15	"	"	0	4,3	"	0,92	0	5,29	"	33,96	53,65
	2	4,3	1,8	"	"	"	"	4,3	1,44	"	"	5,29	15,82	"	"	69,27
	3	1,8	3,3	"	"	"	"	1,44	3,3	"	"	15,82	6,9	"	"	70,88
	4	3,3	0	"	"	"	"	3,3	0	"	"	6,9	0	"	"	55,06

Bloc B :

Portique longitudinal I-I

niv	N	l <sub>w</sub>	l <sub>e</sub>	h <sub>n</sub>	h <sub>s</sub>	I <sub>w</sub> =I <sub>e</sub>	I <sub>n</sub> =I <sub>s</sub>	l' <sub>w</sub>	l' <sub>e</sub>	h' <sub>n</sub>	h' <sub>s</sub>	k <sub>w</sub>	k <sub>e</sub>	k <sub>n</sub>	k <sub>s</sub>	D
5	1	0	4,3	0	2,75	22,78	31,25	0	3,4	0	2,2	0	6,7	0	14,2	20,9
	2	3,4	1,8	0	"	"	37,33	3,4	1,44	0	"	6,7	15,82	0	16,97	39,49
	3	1,8	4,4	0	"	"	37,33	1,44	4,4	0	"	15,82	5,17	0	16,97	37,96
	4	4,4	0	0	"	"	31,25	4,4	0	0	"	5,17	0	0	14,2	19,37
4	1	0	3,4	2,75	"	"	31,25	0	3,4	2,47	"	0	6,7	12,65	14,2	33,55
	2	3,4	1,8	"	"	"	37,33	3,4	1,44	"	"	6,7	15,82	15,11	16,97	54,6
	3	1,8	4,4	"	"	"	37,33	1,44	4,4	"	"	15,82	5,17	15,11	16,97	53,07
	4	4,4	0	"	"	"	31,25	4,4	0	"	"	5,17	0	12,65	14,2	32,02
3	1	0	3,4	"	"	"	31,25	0	3,4	2,2	"	0	6,7	14,2	14,2	35,1
	2	3,4	1,8	"	"	"	37,33	3,4	1,44	"	"	6,7	15,82	16,97	16,97	56,46
	3	1,8	4,4	"	"	"	37,33	1,44	4,4	"	"	15,82	5,17	16,97	16,97	54,93
	4	4,4	0	"	"	"	31,25	4,4	0	"	"	5,17	0	14,2	14,2	33,57
2	1	0	3,4	"	1,05	1,05	31,25	0	3,4	"	0,92	0	6,7	14,2	33,96	54,86
	2	3,4	1,8	"	"	"	37,33	3,4	1,44	"	"	6,7	15,82	16,97	40,57	80,06
	3	1,8	4,4	"	"	"	37,33	1,44	4,4	"	"	15,82	5,17	16,97	40,57	78,53
	4	4,4	0	"	"	"	31,25	4,4	0	"	"	5,17	0	14,2	33,96	53,33

Portique longitudinal II-III

niv	N	l <sub>w</sub>	l <sub>e</sub>	h <sub>n</sub>	h <sub>s</sub>	I <sub>w</sub> =I <sub>e</sub>	I <sub>n</sub> =I <sub>s</sub>	l' <sub>w</sub>	l' <sub>e</sub>	h' <sub>n</sub>	h' <sub>s</sub>	k <sub>w</sub>	k <sub>e</sub>	k <sub>n</sub>	k <sub>s</sub>	D
5	1	0	1,80	0	2,75	22,78	37,33	0	1,80	0	2,2	0	12,65	0	16,97	
	2	1,80	0	0	"	"	"	1,80	0	0	"	12,65	0	0	"	
4	1	0	1,80	2,75	"	"	"	0	1,80	2,47	"	0	12,65	15,11	"	
	2	1,80	0	"	"	"	"	1,80	0	"	"	12,65	0	"	"	
3	1	0	1,80	"	"	"	"	0	1,80	2,2	"	0	12,65	16,97	"	
	2	1,80	0	"	"	"	"	1,80	0	"	"	12,65	0	"	"	
0	1	0	1,80	"	1,15	"	"	0	1,80	"	0,92	0	12,65	"	40,57	
	2	1,80	0	"	"	"	"	1,80	0	"	"	12,65	0	"	"	

Portique longitudinal I-I

niv	N	lw	le	hn	hs	Iw=Ie	In=Is	l'w	l'e	h'n	h's	Kw	Ke	Kn	Ks	D
5	1	0	3,05	0	2,75	22,78	153,53	0	3,05	0	2,2	0	7,47	0	69,78	37,25
	2	3,05	1,8	0	"	"	0	3,05	1,44	0	0	7,47	15,82	0	0	23,29
	3	1,8	4,05	0	"	"	0	1,44	4,05	0	0	15,82	5,62	0	0	21,44
	4	4,05	0	0	"	"	153,53	4,05	0	2,2	2,2	5,62	0	0	69,78	75,4
4	1	0	3,05	2,75	"	"	153,53	0	3,05	2,47	2,2	0	7,47	62,15	69,78	139,4
	2	3,05	1,8	"	"	"	0	3,05	1,44	0	0	7,47	15,82	0	0	23,29
	3	1,8	4,05	"	"	"	0	1,44	4,05	0	0	15,82	5,62	0	0	21,44
	4	4,05	0	"	"	"	153,53	4,05	0	2,47	2,2	5,62	0	62,15	69,78	137,55
3	1	0	3,05	"	"	"	153,53	0	3,05	2,2	2,2	0	7,47	69,78	69,78	147,03
	2	3,05	1,8	"	"	"	0	3,05	1,44	0	0	7,47	15,82	0	0	23,29
	3	1,8	4,05	"	"	"	0	1,44	4,05	0	0	15,82	5,62	0	0	21,44
	4	4,05	0	"	"	"	153,53	4,05	0	2,2	2,2	5,62	0	69,78	69,78	145,18
2	1	0	3,05	"	"	"	153,53	0	3,05	2,2	0,92	0	7,47	69,78	163,33	240,58
	2	3,05	1,80	"	"	"	0	3,05	1,44	0	0	7,47	15,82	0	0	23,29
	3	1,80	4,05	"	"	"	0	1,44	4,05	0	0	15,82	5,62	0	0	21,44
	4	4,05	0	"	"	"	153,53	4,05	0	2,2	0,92	5,62	0	69,78	163,33	238,73

Portique transversal A-A

niv	N	lw	le	hn	hs	Iw=Ie	In=Is	l'w	l'e	h'n	h's	Kw	Ke	Kn	Ks	D
5	1	0	2,88	0	2,75	22,78	11,25	0	2,88	0	2,2	0	7,91	0	5,11	73,02
	2	2,88	1,80	0	"	"	19,125	2,88	1,80	0	"	7,91	12,65	0	8,69	29,25
	3	1,80	0	0	"	"	19,125	1,80	0	0	"	12,65	0	0	8,69	21,34
4	1	0	2,88	2,75	"	"	11,25	0	2,88	2,47	"	0	7,91	4,55	5,11	77,57
	2	2,88	1,80	"	"	"	19,125	2,88	1,80	"	"	7,91	12,65	7,74	8,69	36,99
	3	1,80	0	"	"	"	19,125	1,80	0	"	"	12,65	0	7,74	8,69	29,08
3	1	0	2,88	"	"	"	11,25	0	2,88	2,2	"	0	7,91	5,11	5,11	78,13
	2	2,88	1,80	"	"	"	19,125	2,88	1,80	"	"	12,65	12,65	8,69	8,69	37,94
	3	1,80	0	"	"	"	19,125	1,80	0	"	"	12,65	0	8,69	8,69	30,03
2	1	0	2,88	"	1,05	"	11,25	0	2,88	"	0,92	0	7,91	5,11	12,23	25,25
	2	2,88	1,80	"	"	"	19,125	2,88	1,80	"	"	7,91	12,65	8,69	20,79	50,04
	3	1,80	0	"	"	"	19,125	1,80	0	"	"	12,65	0	8,69	20,79	42,13

Portique transversal B-B

niv	N	lw	le	hn	hs	Iw=Ie	In=Is	l'w	l'e	h'n	h's	Kw	Ke	Kn	Ks	D
5	1	0	7,36	0	2,45	140,62	114,34	0	7,36	0	1,96	0	19,1	0	58,34	
	2	7,36	0	0	"	"	"	7,36	0	0	"	19,1	0	0	"	
4	1	0	7,36	2,45	"	"	"	0	7,36	2,205	"	0	19,1	51,85	"	
	2	7,36	0	"	"	"	"	7,36	0	"	"	19,1	0	"	"	
3	1	0	7,36	"	"	"	"	0	7,36	1,96	"	0	19,1	58,34	"	
	2	7,36	0	"	"	"	"	7,36	0	"	"	19,1	0	"	"	
2	1	0	7,36	"	0,85	"	"	0	7,36	"	0,68	0	19,1	"	168,14	
	2	7,36	0	"	0,85	"	"	7,36	0	"	"	19,1	0	"	"	



# Charges et surcharges revenant à chaque portique

Chz A : I : portique longitudinal

charges permanentes :

⊕ niveau terrasse : Vu que le portique n'est pas porteur il sera soumis :

- poids propre de la poutre :  $0,3 \times 0,4 \times 2,5 = 0,3 \text{ t/ml}$
  - poids propre de l'acrotère :  $= 0,303 \text{ t/ml}$
  - $\frac{1}{2}$  hourdis  $0,325 \times 0,745 = 0,24 \text{ t/ml}$
- }  $G = 0,84 \text{ t/ml}$

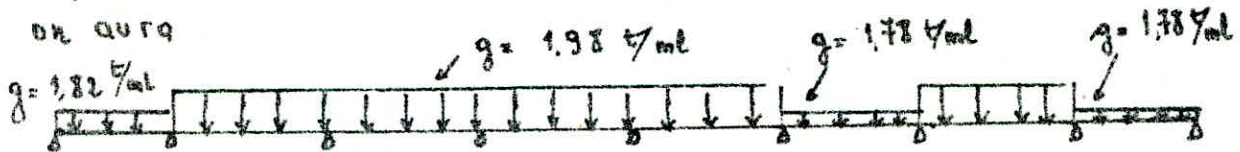
⊕ niveau courant :

- poids propre de la poutre  $= 0,3 \text{ t/ml}$
  - poids du mur extérieur  $= 1,20 \text{ t/ml}$
  - $\frac{1}{2}$  hourdis  $= 0,165 \text{ t/ml}$
- }  $G = 1,67 \text{ t/ml}$

⊕ niveau "0" : - le plancher est en dalle pleine de 16 cm d'ac  
la repartition des charges sur les poutres du portique se fait suivant  
les lignes de rupture. poids de la dalle  $= 0,16 \times 2,5 = 0,4 \text{ t/ml}$

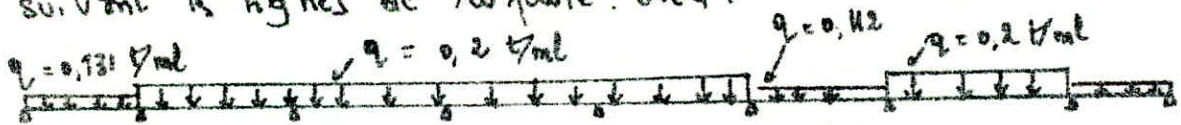
- poids propre de la poutre  $= 0,3 \text{ t/ml}$
- poids du mur extérieur  $= 1,2 \text{ t/ml}$

on aura



I : surcharges d'exploitation :

- niveau terrasse :  $P = 0,1 \text{ t/m}^2 \Rightarrow q = 0,325 \times 0,1 = 0,062 \text{ t/ml}$
- niveau courant :  $P = 0,25 \text{ t/m}^2 \Rightarrow q = 0,325 \times 0,25 = 0,081 \text{ t/ml}$
- niveau "0" : plancher à dalle pleine  $\Rightarrow$  la repartition se fait  
suivant les lignes de rupture. on a :

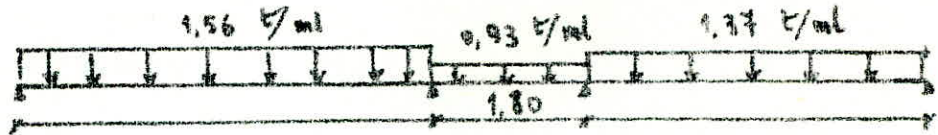


- les charges dues au séisme sont mentionnées dans le tableau de  
"étude au séisme."

II : Portique transversal :

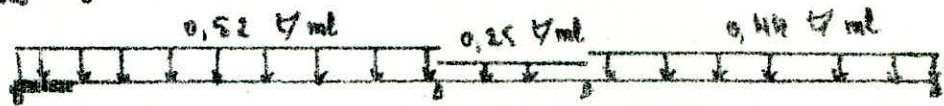
- plancher terrasse : - poids propre du plancher :  $3,20 \times 0,745 = 2,38 \text{ t/ml}$
- poids propre de la poutre  $= 0,34 \text{ t/ml}$

- niveau courant: - poids propre du plancher  $3,2 \times 0,509 = 1,63 \text{ t/ml}$   
 - poids propre de la poutre =  $0,34 \text{ t/ml}$
- niveau "0": la répartition se fait suivant les lignes de rupture



⊕ sous les surcharges d'exploitation:

- niveau terrasse:  $P = 0,1 \text{ t/m}^2 \Rightarrow A = 3,2 \times 0,1 = 0,32 \text{ t/ml}$   
 - niveau courant:  $P = 0,25 \text{ t/m}^2 \Rightarrow A = 3,2 \times 0,25 = 0,8 \text{ t/ml}$   
 - niveau "0"

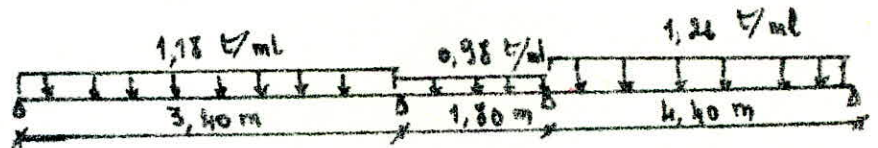


⊕ sous le poids: les charges revenant à ce portique sont mentionnées dans un tableau dans le chapitre étude au séisme.

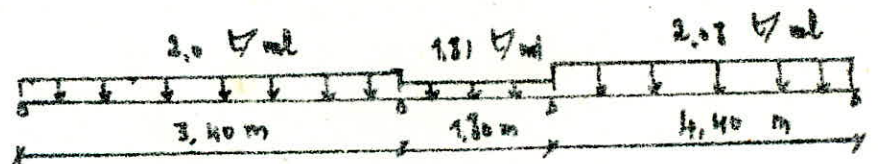
Bloc B: les charges et surcharges revenant à chaque portique sont déterminées de la même manière que pour les portiques du bloc A pour cela on donne directement les charges et surcharges.

Portique I.I:

niveau terrasse:



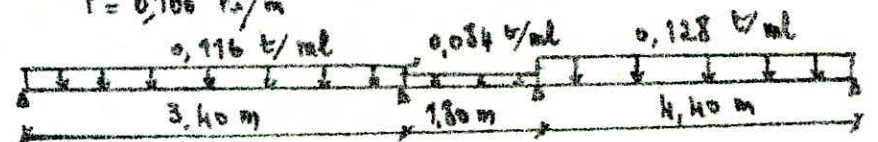
niveau courant:



⊕ sous les surcharges d'exploitation:

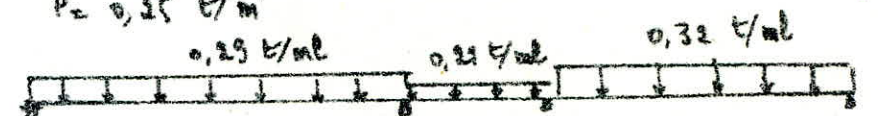
niveau terrasse

$$P = 0,100 \text{ t/m}^2$$



niveau courant

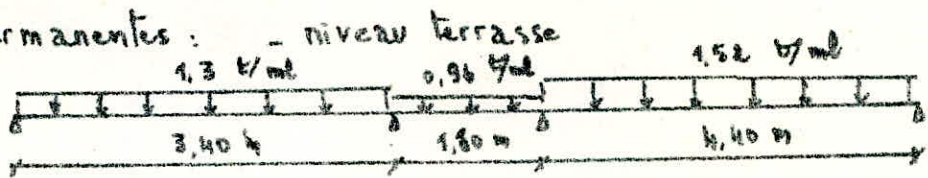
$$P = 0,25 \text{ t/m}^2$$



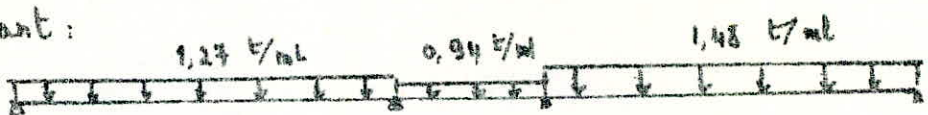
⊕ sous le séisme: voir le chapitre étude au séisme.

Portique II - II

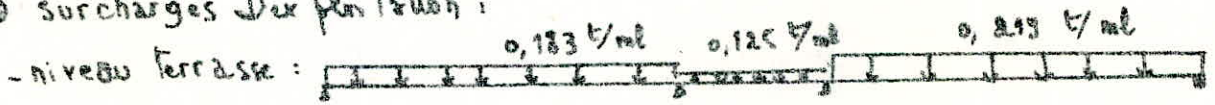
⊕ charges permanentes :



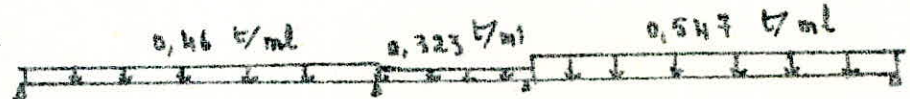
- niveau courant :



⊕ surcharges d'exploitation :



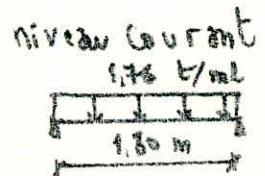
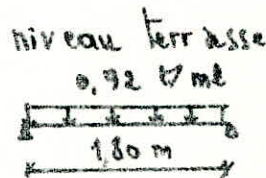
- niveau courant :



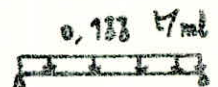
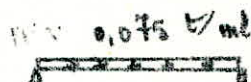
- sous le peïsme : Voir le chapitre etude au seïsme.

Portique IV - IV

⊕ charges permanentes :



⊕ sous les surcharges :



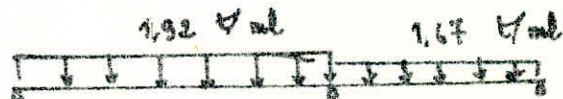
Portique A-A

⊕ charges permanentes :

- niveau terrasse :

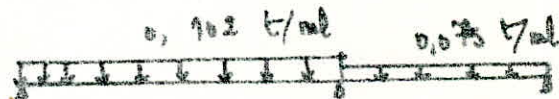


- niveau courant :



⊕ sous les surcharges :

- niveau terrasse



- niveau courant :

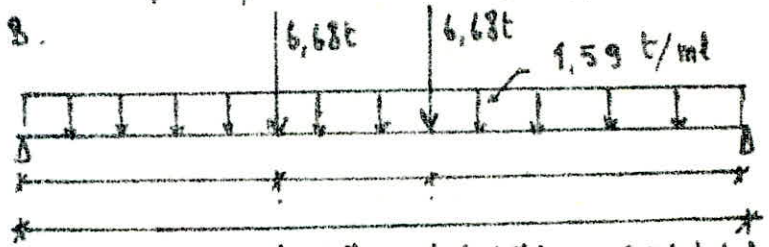


⊕ sous le peïsme : voir le chapitre etude au seïsme

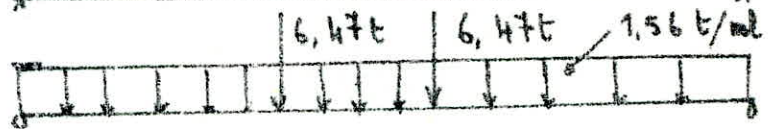
### Portique B-B

⊕ charges permanentes : ⊕ poids propre de la poutre.  $\approx 0,75 \text{ t/ml}$   
 - niveau terrasse. ⊕ Vu que le plancher est en dalle pleine la repartition des charges se fait suivant les lignes de rupture. on prend la plus grande charge par metre lineaire due au plancher sur la poutre du portique soit  $841,69 \text{ kg/ml} = 0,842 \text{ t/ml}$

⊕ 2 charges concentrees dues aux efforts tranchants transmis par les poutres du portique B-B qui s'appuient sur la poutre du portique B-B.  
 on a finalement :



- niveau courant :

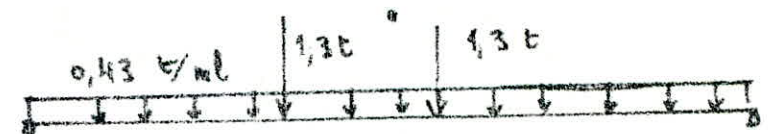


⊕ sous les surcharges :

- niveau terrasse :



- niveau courant :



⊕ sous le poids : voir le chapitre etude au seisme

REMARQUE : dans tous ce qui suit les moments sont donnes en t.m (tonne. metre).  
 les efforts tranchants en t (tonnes).

Portique longitudinal du Bloc A

niv	N	Sous G						Sous P							
		q	M <sub>w</sub>	M <sub>c</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	q	M <sub>w</sub>	M <sub>c</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1	0,84	0	0,171	0	0,171	0	0,721	0,063	0	0,043	0	0,043	0	0,054
	2	0,84	0,540	0,570	"	0,055	-1,043	1,322	"	0,038	0,043	"	0,04	-0,078	0,098
	3	0,84	0,640	0,640	"	0	-1,345	1,344	"	0,048	0,048	"	0	-0,1075	0,1
	4	0,84	"	"	"	"	-1,344	1,344	"	"	"	"	"	-0,1	0,1
	5	0,84	"	"	"	"	-1,344	1,379	"	"	"	"	"	-0,1	0,1027
	6	0,84	0,527	0,4	"	-0,09	-1,309	0,756	"	0,0392	0,03	"	-0,007	-0,097	0,056
	7	0,84	0,40	0,527	"	-0,09	-0,756	1,281	"	0,03	0,0392	"	0,007	-0,056	0,097
	8	0,84	0,730	0,45	"	-0,07	-1,407	0,942	"	0,04	0,034	"	-0,006	-0,1025	0,07
	9	0,84	0,115	0	"	0,115	-0,57	0	"	0,0086	0	"	0,008	-0,042	0
4	1	1,67	0	0,477	0,224	0,252	0	1,506	0,081	0	0,023	0,011	0,012	0	0,073
	2	1,67	0,996	1,167	0,080	0,09	-2	2,637	"	0,048	0,057	0,0035	0,004	-0,097	0,1281
	3	1,67	1,280	1,28	0	0	-2,707	2,672	"	0,062	0,062	0	0	-0,1311	0,1296
	4	1,67	"	"	"	"	-2,672	2,672	"	"	"	"	"	-0,1296	0,1296
	5	1,67	"	"	"	"	-2,672	2,732	"	"	"	"	"	-0,1296	0,1324
	6	1,67	1,086	0,754	-0,138	-1,55	-2,692	1,503	"	0,053	0,0345	-0,0067	-0,006	-0,1263	0,072
	7	1,67	0,754	1,086	0,138	0,155	-1,503	2,662	"	0,0345	0,053	+0,0067	"	-0,072	0,1291
	8	1,67	1,117	0,860	-0,116	-0,13	-2,681	1,8	"	0,0545	0,041	-0,0068	-0,006	-0,13	0,0858
	9	1,67	0,325	0	0,153	0,172	-1,206	0	"	0,046	0	0,0075	0,0084	-0,058	0
3	1	1,67	0	0,489	0,244	0,244	0	1,512	"	0	0,023	0,012	0,012	0	0,073
	2	1,67	0,996	1,167	0,090	0,09	-1,994	2,637	"	0,048	0,057	0,004	0,004	-0,097	0,1281
	3	1,67	1,280	1,280	0	0	-2,707	2,672	"	0,062	0,062	0	0	-0,1311	0,1296
	4	1,67	"	"	"	"	-2,672	2,672	"	"	"	"	"	-0,1296	0,1296
	5	1,67	"	"	"	"	-2,672	2,73	"	"	"	"	"	-0,1296	0,1324
	6	1,67	1,092	0,743	-0,160	-0,15	-2,674	1,503	"	0,053	0,034	-0,0075	-0,006	-0,1263	0,072
	7	1,67	0,740	1,092	0,160	0,15	-1,503	2,663	"	0,034	0,053	0,0075	0,0075	-0,072	0,1291
	8	1,67	1,120	0,850	-0,125	-0,125	-2,68	1,79	"	0,054	0,041	0,006	0,006	-0,13	0,0858
	9	1,67	0,334	0	0,167	0,117	-1,212	0	"	0,046	0	0,0082	0,0082	-0,058	0
0	1	1,82	0	0,646	0,194	0,487	0	1,703	0,078	0	0,046	0,014	0,032	0	0,1175
	2	1,82	1,083	1,400	0,0948	0,221	-2,119	3,131	0,131	0,088	0,136	0,014	0,032	-0,1575	0,315
	3	1,82	1,520	1,520	0	0	-3,205	3,168	0,2	0,154	0,154	0	0	-0,325	0,32
	4	1,82	"	"	"	"	-3,168	3,168	0,2	"	"	"	"	-0,32	0,32
	5	1,82	"	"	"	"	-3,168	3,23	0,2	"	"	"	"	-0,32	0,327
	6	1,82	1,320	0,770	-0,155	-0,36	-3,706	1,602	0,2	0,151	0,067	-0,018	-0,042	-0,313	0,1
	7	1,82	0,77	1,320	0,155	0,36	-1,602	3,756	0,2	0,067	0,151	0,018	0,042	-0,1	0,319
	8	1,82	1,357	0,910	-0,130	-0,03	-3,179	1,861	0,2	0,132	-0,073	-0,019	-0,041	-0,321	0,1256
	9	1,82	0,444	0	+0,83	0,311	-1,343	0	0,112	0,027	0	0,0082	0,019	-0,074	0

SOUS SIV :

noiv	q	Mw	Mc	Mn	Ms	Tw	Te
1	0,014	0	0,004	0,002	0,002	0	0,014
2	"	0,008	0,009	0,006	0,006	0,016	0,022
3	"	0,01	0,01	0	0	-0,022	0,022
4	"	"	"	"	"	-0,022	0,022
5	"	"	"	"	"	-0,022	0,022
6	"	0,008	0,0056	0,0012	0,0012	-0,022	0,122
7	"	0,0056	0,008	0,0012	0,0012	-0,126	0,022
8	"	0,0088	0,0068	0,001	0,001	-0,022	0,0189
9	"	0,0026	0	0,0013	0,0013	-0,063	0

noiv	q	Mw	Mc	Mn	Ms	Tw	Te
1	0,04	0	0,0113	0,0037	0,0037	0	0,037
2	"	0,025	0,027	0,002	0,002	-0,047	0,064
3	"	0,03	0,03	0	0	-0,064	0,064
4	"	"	"	"	"	-0,064	0,064
5	"	"	"	"	"	-0,064	0,065
6	"	0,025	0,016	-0,003	-0,003	-0,063	0,036
7	"	0,016	0,025	0,003	0,003	-0,036	0,064
8	"	0,026	0,02	-0,0029	-0,0029	-0,064	0,0427
9	"	0,008	0	0,004	0,004	-0,029	0
1	0,026	0	0,0074	0,0037	0,0037	0	0,034
2	"	0,015	0,018	0,0015	0,0015	-0,034	0,016
3	"	0,02	0,02	0	0	-0,016	0,0416
4	"	"	"	"	"	-0,016	0,0416
5	"	"	"	"	"	-0,016	0,0416
6	"	0,017	0,011	-0,003	-0,003	-0,027	0,016
7	"	0,014	0,017	0,0025	0,0025	-0,027	0,0416
8	"	0,017	0,015	0,002	0,002	-0,027	0,027
9	"	0,005	0	0,0024	0,0024	-0,027	0

noiv	q	Mw	Mc	Mn	Ms	Tw	Te
1	0,072	0	0,015	0	0,015	0	0,016
2	"	0,043	0,049	"	0,004	-0,086	0,1134
3	"	0,055	0,055	"	0	-0,117	0,1152
4	"	"	"	"	"	-0,1152	0,1152
5	"	"	"	"	"	-0,1152	0,1183
6	"	0,045	0,034	"	-0,008	-0,113	0,065
7	"	0,034	0,045	"	0,008	-0,065	0,1149
8	"	0,046	0,038	"	-0,006	-0,115	0,08
9	"	0,009	0	"	0,0037	-0,093	0
1	0,034	0	0,0155	0,0075	0,0082	0	0,0489
2	"	0,032	0,037	0,0024	0,0027	-0,064	0,0848
3	"	0,044	0,041	0	0	-0,087	0,086
4	"	"	"	"	"	-0,086	0,086
5	"	"	"	"	"	-0,086	0,088
6	"	0,034	0,024	-0,004	-0,004	-0,084	0,0486
7	"	0,024	0,034	0,004	0,005	-0,086	0,086
8	"	0,025	0,027	-0,0038	-0,004	-0,086	0,0576
9	"	0,003	0	0,005	0,0054	-0,034	0

Portique transversal (Obe A).

		Sous G						Sous P								
niv	n	q	Mw	Me	Mn	Ms	Tw	Te	q	Mw	Me	Mn	Ms	Tw	Te	
5	1	2,92	0	4,62	0	4,62	0	6,73	0,32	0	0,502	0	0,502	0	0,666	
	2	2,92	5,5	3,237	0	-2,26	-4,48	3,31	0,32	0,6	0,348	0	-0,241	-0,71	0,358	
	3	2,92	2,00	3,17	0	1,165	-1,94	5,12	0,32	0,222	0,348	0	0,127	-0,218	0,55	
	4	2,92	2,52	0	0	-2,517	-4,51	0	0,32	0,275	0	0	-0,275	-0,506	0	
4	1	1,96	0	3,56	1,676	1,882	0	3,55	0,8	0	1,45	0,684	0,768	0	1,692	
	2	1,96	3,84	1,727	-0,99	-1,22	-4,87	2,096	0,8	1,57	0,696	-0,404	-0,454	-1,748	0,86	
	3	1,96	1,128	2,227	0,518	0,581	-1,43	3,307	0,8	0,443	0,909	0,202	0,227	-0,58	1,349	
	4	1,96	1,997	0	-0,94	-1,056	-3,16	0	0,8	0,811	0	-0,383	-0,429	-1,291	0	
3	1	1,96	0	3,59	1,795	1,795	0	4,952	0,8	0	1,466	0,734	0,734	0	1,695	
	2	1,96	3,856	1,678	-1,08	-1,08	-4,27	2,035	0,8	1,57	0,696	-0,449	-0,449	-1,745	0,86	
2	3	1,96	1,11	2,234	0,564	0,564	-1,44	3,299	0,8	0,443	0,909	0,227	0,227	-0,58	1,347	
	4	1,96	2,02	0	-1,01	-1,01	-3,16	0	0,8	0,82	0	-0,41	-0,41	-1,293	0	
0	1	0	1,56	0	3,054	0,907	2,154	0	0,52	0	1,418	0,3	0,717	0	1,113	
	2	1,96	0,99	3,748	0,944	-0,65	-1,554	3,376	2,055	0,52	1,05	0,297	-0,213	-0,509	-1,127	0,295
	3	0,93	4,37	0,56	1,6	0,37	0,733	-0,624	2,282	0,25	0,17	0,511	0,099	0,237	-0,155	0,732
	4	1,37	0	1,53	0	-0,45	-1,079	-2,24	0	0,44	0,489	0	-0,145	-0,345	-0,72	0

Sous Siv :

niv	n	q	Mw	Me	Mn	Ms	Tw	Te
5	1	0,84	0	1,326	0	1,326	0	1,747
	2	"	1,58	0,912	0	-0,639	-1,865	0,949
	3	"	0,563	0,911	0	0,326	-0,563	1,443
	4	"	0,72	0	0	-0,72	-1,329	0
4	1	0,62	0	1,16	0,527	0,592	0	1,313
	2	"	1,207	0,545	-0,312	-0,355	-1,353	0,663
	3	"	0,355	0,7	0,164	0,184	-0,453	1,044
	4	"	0,628	0	-0,296	-0,332	-1,001	0
3	1	0,47	0	0,859	0,428	0,428	0	0,995
	2	"	0,924	0,394	-0,255	-0,255	-1,025	0,501
	3	"	0,252	0,537	0,127	0,127	-0,345	0,791
	4	"	0,482	0	-0,241	-0,241	-0,759	0
2	1	0,31	0	0,564	0,282	0,282	0	0,657
	2	"	0,606	0,264	-0,17	-0,17	-0,675	0,324
	3	"	0,17	0,348	0,085	0,085	-0,227	0,516
	4	"	0,331	0	-0,157	-0,157	-0,506	0
1	1	0,16	0	0,295	0,147	0,147	0	0,339
	2	"	0,318	0,134	-0,085	-0,085	-0,349	0,17
	3	"	0,086	0,179	0,042	0,042	-0,118	0,27
	4	"	0,16	0	-0,08	-0,08	-0,258	0

Portique longitudinal II Bloc B :

		Sous G								Sous P							
noyau		q <sub>w</sub>	q <sub>c</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>c</sub>	M <sub>a</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>c</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>c</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>c</sub>	M <sub>a</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>c</sub>
5	1	0	1,18	0	1,09	0	1,09	0	1,923	0	0,116	0	0,107	0	0,107	0	0,188
	2	1,18	0,98	1,37	0,784	0	-0,58	-2,09	0,573	0,116	0,084	0,135	0,075	0	-0,59	0,205	0,043
	3	0,98	1,26	1,34	2,51	0	1,17	-1,19	2,865	0,084	0,128	0,133	0,254	0	0,121	-0,107	0,291
	4	1,26	0	2,1	0	0	-2,1	-2,68	0	0,128	0	0,213	0	0	-0,253	-0,272	0
4	1	0	2,0	0	2,18	1,03	1,15	0	3,314	0	0,29	0	0,315	0,148	0,166	0	0,482
	2	2,0	1,81	2,47	1,264	-0,57	-0,64	-3,485	1,286	0,29	0,21	0,352	0,15	-0,095	-0,106	-0,504	0,731
	3	1,81	2,08	1,88	4,34	1,16	1,3	-1,97	4,66	0,21	0,32	0,253	0,663	0,193	0,217	-0,246	0,7158
	4	2,08	0	3,97	0	-1,86	-2,1	-4,49	0	0,32	0	0,611	0	-0,29	-0,321	-0,692	0
3	1	0	2,0	0	2,2	1,1	1,1	0	3,32	0	0,29	0	0,319	0,159	0,159	0	0,483
	2	2,0	1,81	2,47	1,24	-0,62	-0,62	-3,48	1,245	0,29	0,21	0,353	0,147	-0,103	-0,103	-0,503	0,734
	3	1,81	2,08	1,84	4,36	1,26	1,26	-1,96	4,655	0,21	0,32	0,246	0,665	0,209	0,209	-0,244	0,715
	4	2,08	0	4,01	0	-2	-2	-4,49	0	0,32	0	0,617	0	-0,308	-0,308	-0,693	0
0	1	0	2	0	2,39	0,7	1,68	0	3,353	0	0,29	0	0,346	0,102	0,244	0	0,481
	2	2	1,81	2,55	1,08	-0,43	-1,04	-3,447	1,401	0,29	0,21	0,365	0,116	-0,072	-0,174	-0,492	0,15
	3	1,81	2,08	1,49	4,47	0,88	2,1	-1,856	4,62	0,21	0,32	0,188	0,684	0,146	0,35	-0,227	0,709
	4	2,08	0	4,28	0	-1,26	-3,02	-4,533	0	0,32	0	0,658	0	-0,194	-0,464	-0,693	0

Sous Siv

noyau		q <sub>w</sub>	q <sub>c</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>c</sub>	M <sub>a</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>c</sub>
5	1	0	0,243	0	0,224	0	0,224	0	0,396
	2	0,243	0,176	0,281	0,158	0	-0,123	-0,427	0,0906
	3	0,176	0,27	0,28	0,536	0	0,255	-0,226	0,613
	4	0,27	0	0,45	0	0	-0,45	-0,574	0
4	1	0	0,223	0	0,242	0,114	0,128	0	0,371
	2	0,223	0,16	0,27	0,115	-0,073	-0,082	-0,387	0,10
	3	0,16	0,246	0,194	0,509	0,148	0,166	-0,187	0,55
	4	0,246	0	0,47	0	-0,221	-0,248	-0,532	0
3	1	0	0,169	0	0,186	0,093	0,093	0	0,281
	2	0,169	0,122	0,206	0,086	-0,06	-0,06	-0,293	0,077
	3	0,122	0,187	0,144	0,388	0,122	0,122	-0,142	0,417
	4	0,187	0	0,36	0	-0,18	-0,18	-0,405	0
2	1	0	0,112	0	0,123	0,061	0,061	0	0,186
	2	0,112	0,081	0,136	0,057	-0,04	-0,04	-0,194	0,0577
	3	0,081	0,124	0,095	0,257	0,08	0,08	-0,094	0,276
	4	0,124	0	0,239	0	-0,12	-0,12	-0,268	0
1	1	0	0,055	0	0,06	0,03	0,03	0	0,091
	2	0,055	0,04	0,067	0,028	-0,02	-0,02	-0,095	0,0296
	3	0,04	0,061	0,046	0,122	0,038	0,038	-0,0496	0,136
	4	0,061	0	0,113	0	-0,056	-0,056	-0,132	0



Partique longitudinal I.T Bk B

		Sous G								Sous P							
no	N	q <sub>w</sub>	q <sub>e</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>e</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>e</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>e</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1	0	1,3	0	1,28	0	1,28	0	2,24	0	0,183	0	1,8	0	1,8	0	0,267
	2	1,3	0,96	1,04	1,04	0	0	-2,09	-0,44	0,183	0,125	0,145	0,145	0	0	-0,291	0,016
	3	0,96	1,52	2,22	2,22	0	0	-0,872	5,813	0,125	0,219	0,32	0,32	0	0	-0,21	0,426
	4	1,52	0	2,71	0	0	-2,71	-6,053	0	0,219	0	0,39	0	0	-0,39	-0,46	0
4	1	0	1,27	0	1,31	0,62	0,19	0	2,215	0	0,46	0	0,47	0,224	0,25	0	0,788
	2	1,27	0,94	1,02	1,02	0	0	-2,025	-0,426	0,46	0,323	0,214	0,214	0	0	-0,616	0,224
	3	0,94	1,48	2,16	2,16	0	0	-0,841	5,631	0,323	0,547	0,333	0,333	0	0	-0,357	0,943
	4	1,48	0	2,73	0	1,28	-1,44	-5,911	0	0,547	0	1	0	-0,47	-0,53	-1,272	0
3	1	0	1,27	0	1,32	0,66	0,66	0	2,218	0	0,46	0	0,48	0,24	0,24	0	0,789
	2	1,27	0,94	1,02	1,02	0	0	-2,021	-0,426	0,46	0,323	0,214	0,214	0	0	-0,615	0,225
	3	0,94	1,48	2,16	2,16	0	0	-0,841	5,63	0,323	0,547	0,333	0,333	0	0	-0,357	0,94
	4	1,48	0	2,74	0	1,37	-1,37	-5,91	0	0,547	0	1,01	0	-0,505	-0,505	-1,275	0
2	1	0	1,27	0	1,34	0,63	0,943	0	2,22	0	0,46	0	0,486	0,146	0,34	0	0,738
	2	1,27	0,94	1,018	1,018	0	0	-2,014	-0,427	0,46	0,323	0,367	0,367	0	0	-0,665	0,057
	3	0,94	1,48	2,16	2,16	0	0	-0,841	5,618	0,323	0,547	0,795	0,795	0	0	-0,528	1,051
	4	1,48	0	2,78	0	0,83	-1,95	-5,92	0	0,547	0	1,025	0	-0,307	-0,72	-1,164	0

Sous Siv

no	N	q <sub>w</sub>	q <sub>e</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>e</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1	0	0,38	0	0,375	0	0,375	0	0,603
	2	0,38	0,27	0,304	0,304	0	0	-0,557	0,037
	3	0,27	0,46	0,674	0,674	0	0	-0,448	0,894
	4	0,46	0	0,823	0	0	-0,823	-0,967	0
4	1	0	0,35	0	0,36	0,169	0,19	0	0,561
	2	0,35	0,25	0,277	0,277	0	0	-0,506	0,0356
	3	0,25	0,42	0,618	0,618	0	0	-0,414	0,81
	4	0,42	0	0,776	0	-0,365	-0,41	-0,89	0
3	1	0	0,27	0	0,28	0,14	0,14	0	0,433
	2	0,27	0,19	0,215	0,215	0	0	-0,39	0,031
	3	0,19	0,32	0,467	0,467	0	0	-0,311	0,619
	4	0,32	0	0,594	0	-0,296	-0,296	-0,681	0
2	1	0	0,18	0	0,186	0,093	0,093	0	0,287
	2	0,18	0,13	0,144	0,144	0	0	-0,26	0,026
	3	0,13	0,21	0,307	0,307	0	0	-0,207	0,405
	4	0,21	0	0,388	0	-0,194	-0,194	-0,445	0
1	1	0	0,09	0	0,092	0,046	0,046	0	0,144
	2	0,09	0,06	0,071	0,071	0	0	-0,13	0,01
	3	0,06	0,104	0,151	0,151	0	0	-0,098	0,2
	4	0,104	0	0,192	0	-0,096	-0,096	-0,22	0

Partique transversal B.6 Bloc 8

Siv	Nivel	Sous G					Sous P								
		Q	M	Mh	Ms	Tw	Te	Q	M	Mh	Ms	Tw	Te		
5	1	4,59	2,68	43,95	0	13,95	42,53	-12,53	0,114	0,636	4,403	0	4,403	1,276	-1,276
6	1	4,56	6,47	44,84	6,97	7,84	42,21	-12,21	0,43	13,00	3,4	4,6	4,8	2,88	-2,88
3	1	"	"	46,87	7,44	"	"	"	"	"	1,9	1,9	"	"	"
2	1	"	"	44,91	3,84	44,07	+11,77	-11,77	"	4,42	2,146	0,966	2,78	3	-3

Partique longitudinal IV Bloc 8

Sous Siv

Siv	Nivel	Sous G					Sous P							
		Q	M	Mh	Ms	Tw	Te	Q	M	Mh	Ms	Tw	Te	
5	1	0,454	0,026	0	0,026	0,139	-0,139							
4	1	0,443	0,028	0,013	0,015	0,129	-0,129							
3	1	0,409	0,022	0,011	0,011	0,098	-0,098							
2	1	0,073	0,015	0,008	0,008	0,066	-0,066							
1	1	0,036	0,008	0,004	0,004	0,032	-0,032							

Traverse 1-2

Siv	Nivel	Traverse 1-2						
		Q	M	Mh	Ms	Tw	Te	
5	1	0,36	4,34	2,95	0	2,93	2,66	-2,66
4	1	0,33	4,22	2,94	4,37	4,54	2,43	-2,43
3	1	0,25	0,93	2,22	4,11	4,11	4,85	-4,85
2	1	0,16	0,61	4,448	0,724	0,724	4,2	-4,2
1	1	0,08	0,3	0,712	0,356	0,356	0,59	-0,59

Remarque : les partiques B et IV sont des partiques à une seule traverse (ossature symétrique et symétriquement appuyée).

Portique transversal A-A (Bhc B)

		Sous G								Sous F							
no	N	q <sub>w</sub>	q <sub>e</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>e</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>e</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>e</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1	0	1,09	0	0,417	0	0,417	0	1,412	0	0,102	0	0,039	0	0,039	0	0,132
	2	1,09	0,92	0,771	0,659	0	-0,282	-1,723	1,116	0,102	0,075	0,081	0,06	0	-0,021	-0,161	0,094
	3	0,92	0	0,143	0	0	-0,143	-0,543	0	0,075	0	0,012	0	0	-0,012	-0,041	0
4	1	0	1,92	0	1,028	0,484	0,544	0	2,563	0	0,25	0	0,134	0,063	0,071	0	0,335
	2	1,92	1,76	1,61	1,077	-0,251	-0,282	-2,967	1,972	0,25	0,18	0,206	0,129	-0,036	-0,041	-0,385	0,212
	3	1,76	0	0,378	0	-0,118	-0,2	-1,195	0	0,18	0	0,039	0	-0,018	-0,021	-0,112	0
3	1	0	1,92	0	1,054	0,527	0,527	0	2,568	0	0,25	0	0,138	0,069	0,069	0	0,336
	2	1,92	1,76	1,62	1,07	-0,235	-0,235	-2,961	1,967	0,25	0,18	0,208	0,128	-0,04	-0,04	-0,384	0,211
	3	1,76	0	0,389	0	-0,194	-0,194	-1,2	0	0,18	0	0,04	0	-0,02	-0,02	-0,113	0
0	1	0	1,92	0	1,284	0,338	0,906	0	2,568	0	0,25	0	0,167	0,049	0,118	0	0,343
	2	1,92	1,76	1,68	0,974	-0,208	-0,458	-2,643	1,97	0,25	0,18	0,216	0,113	-0,03	-0,073	-0,377	0,198
	3	1,76	0	0,468	0	-0,138	-0,33	-1,258	0	0,18	0	0,048	0	-0,014	-0,034	-0,126	0

Sous Siv

no	N	q <sub>w</sub>	q <sub>e</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>e</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>s</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1	0	0,214	0	0,082	0	0,082	0	0,278
	2	0,214	0,157	0,169	0,125	0	-0,0144	-0,338	0,197
	3	0,157	0	0,024	0	0	-0,024	-0,085	0
4	1	0	0,195	0	0,104	0,049	0,055	0	0,26
	2	0,195	0,143	0,161	0,101	-0,028	-0,032	-0,3	0,168
	3	0,143	0	0,03	0	-0,014	-0,016	-0,089	0
3	1	0	0,148	0	0,082	0,041	0,041	0	0,199
	2	0,148	0,109	0,123	0,078	-0,023	-0,023	-0,227	0,128
	3	0,109	0	0,024	0	-0,012	-0,012	-0,068	0
2	1	0	0,1	0	0,056	0,028	0,028	0	0,134
	2	0,1	0,073	0,083	0,051	-0,016	-0,016	-0,154	0,086
	3	0,073	0	0,016	0	-0,008	-0,008	-0,046	0
1	1	0	0,049	0	0,028	0,014	0,014	0	0,066
	2	0,049	0,036	0,041	0,025	-0,008	-0,008	-0,074	0,041
	3	0,036	0	0	0,0082	-0,0041	-0,0041	-0,023	0

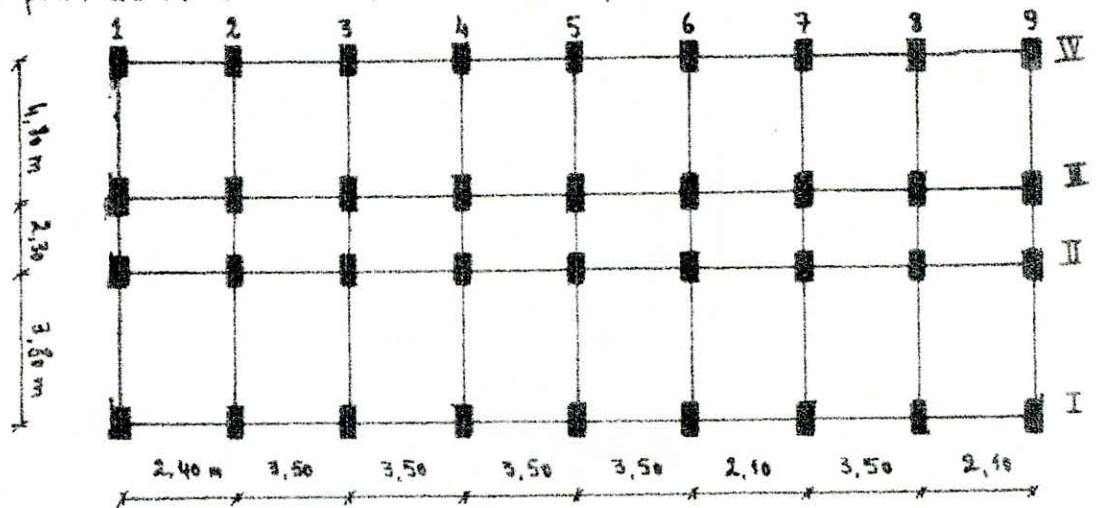
2. sous les forces horizontales :

le calcul des efforts sous les forces horizontales se fera avec la méthode de Muto exposée dans le Bulletin n°5 du CTC.

c'est une méthode approchée basée sur les rigidités de niveau et d'étage dont Muto nous propose des formules approchées

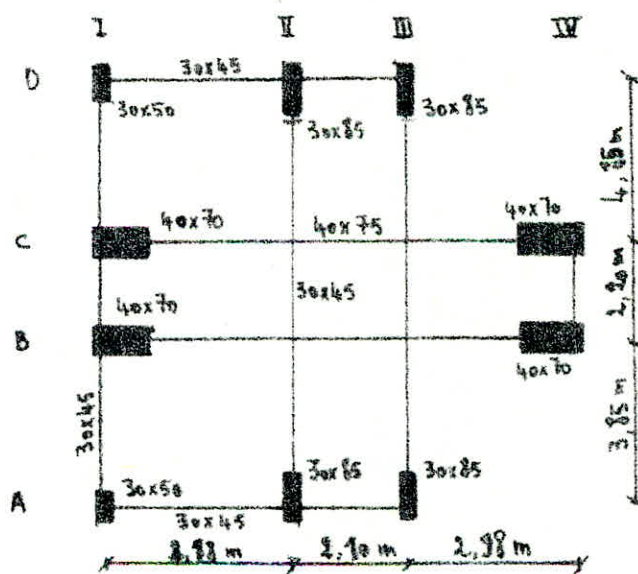
elle nous permet en une 1<sup>ère</sup> étape de distribuer les efforts tranchants dans les niveaux correspondants des  $n$  portiques et en une 2<sup>ème</sup> étape d'en déduire les moments flechissants dans les poteaux et poutres.

Vue en plan de la structure : Bloc A.



Dimensions :  
 poutres longitudinales : 30x40  
 poutres transversales : 30x45  
 poteaux 30x50.

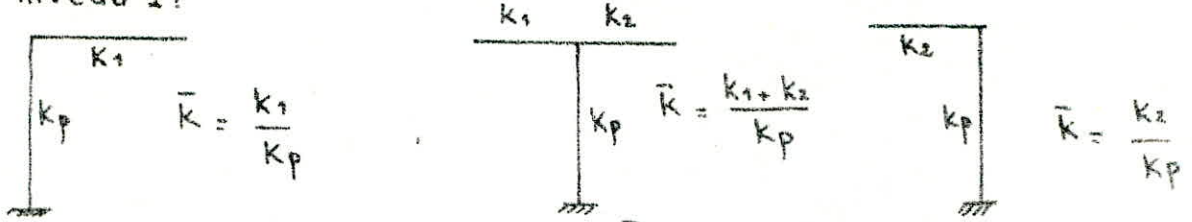
Vue en plan de la structure Bloc B.





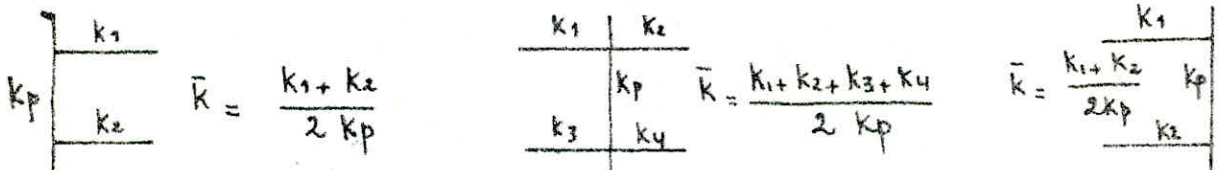
2. Calcul des coefficients  $\bar{K}$  et de correction  $\alpha_j$

niveau 1:



le coef de correction  $\alpha_j = \frac{0,5 + \bar{K}}{2 + \bar{K}}$

niveau 2: (niveau courant).



le coef de correction  $\alpha_j = \frac{\bar{K}}{2 + \bar{K}}$

3. Calcul des raideurs des poteaux corrigés  $\alpha_j K_j$ .

-  $D_j = \sum_{i=1}^{i=m} \alpha_j^{(i)} K_j^{(i)}$  pour chaque niveau des  $\neq$  portiques transversaux ou longitudinaux.

- rigidité relative de niveau  $R_j = \frac{12 E}{h_j^2} D_j$ .

- calcul des rigidités relatives d'étage dans les deux sens x, y

$$R_{jx} = \sum R_{jx} = \frac{12 E}{h_j^2} \sum D_{jx} = \frac{12 E}{h_j^2} D_{jx}$$

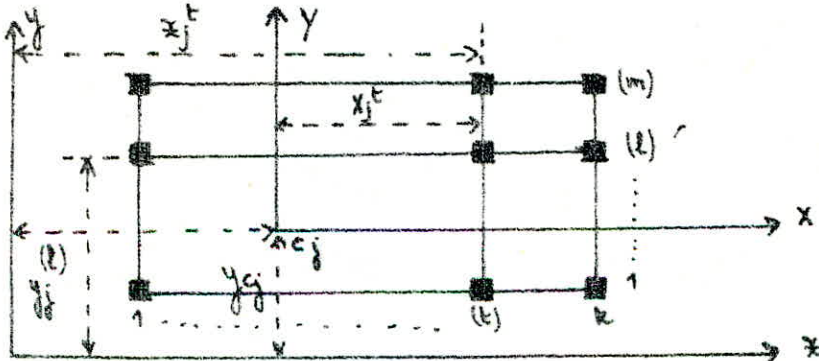
$$R_{jy} = \sum R_{jy} = \frac{12 E}{h_j^2} \sum D_{jy} = \frac{12 E}{h_j^2} D_{jy}$$

$h_j =$  hauteur d'étage = 3,20 m = cste.

$E =$  Ems beton =  $3,2 \cdot 10^5$  kg/cm<sup>2</sup>.

4. Détermination du centre de torsion.

$c_j (x_{cj}; y_{cj})$ .



$$x_{cj} = \frac{\sum_{i=1}^{m \times k} R_{jy}^t \cdot x_j^t}{\sum_{i=1}^{m \times k} R_{jy}^t}$$

$$y_{cj} = \frac{\sum_{i=1}^{m \times k} R_{jx}^t \cdot y_j^t}{\sum_{i=1}^{m \times k} R_{jx}^t}$$

Vu que  $x_{cj}$  et  $y_{cj}$  sont inférieures à l'excentricité accidentelle préconisée par le CTC donc on prend  $e = \frac{5}{100} l$ .

Bloc A :  $e = 1,21 m$  ; Bloc B =  $0,57 m$ .

5. Calcul de la rigidité de torsion:  $R_{j\theta}$

$$R_{j\theta} = \sum_{t=1}^k R_{jy}^t (x_j^t)^2 + \sum_{t=1}^m R_{jx}^t (y_j^t)^2$$

Bloc A : on a les mêmes portiques longitudinaux et les mêmes portiques transversaux pour cela on a la même rigidité d'étage.

niveau : 5, 4, 3, 2  $R_{jx} = 68800,5$  ;  $R_{jy} = 47914,5$

niveau : 1  $R_{jx} = 81249,38$   $R_{jy} = 80925$

Bloc B : on a des portiques longitudinaux différents et des portiques transversaux différents.

niveau : 5, 4, 3, 2.

$R_{jy}^I = 50899,775$	$R_{jx}^A = R_{jx}^B = 30774$
$R_{jy}^{II} = R_{jy}^{III} = 4320$	$R_{jx}^C = R_{jx}^D = 53593,8$
$R_{jy}^{IV} = 26550$	

niveau : 1

$R_{jy}^I = 78292,5$	$R_{jx}^A = R_{jx}^D = 37595,25$
$R_{jy}^{II} = R_{jy}^{III} = 93198$	$R_{jx}^B = R_{jx}^C = 105579,75$
$R_{jy}^{IV} = 42612,75$	

les rigidités relatives d'étages et de torsion sont données dans les tableaux suivants :

Bloc A :

niveau	$R_{jx} \frac{kg}{cm}$	$R_{jy} \frac{kg}{cm}$	$R_{j\theta} \frac{kg \cdot cm}{10}$
5	275202	431230,5	31,78 $\cdot 10^{10}$
4	275202	431230,5	31,78 $\cdot 10^{10}$
3	275202	431230,5	31,78 $\cdot 10^{10}$
2	275202	431230,5	31,78 $\cdot 10^{10}$
1	8124997,5	728325	52,72 $\cdot 10^{10}$

Bloc B :

niveau	$R_{jx} \frac{kg}{cm}$	$R_{jy} \frac{kg}{cm}$	$R_{j\theta} \frac{kg \cdot cm}{10}$
5	168735,6	92563,12	3,5 $\cdot 10^{10}$
4	168735,6	92563,12	3,5 $\cdot 10^{10}$
3	168735,6	92563,12	3,5 $\cdot 10^{10}$
2	168735,6	92563,12	3,5 $\cdot 10^{10}$
1	286350	310513,2	5,08 $\cdot 10^{10}$

6. Calcul des efforts tranchants de niveau (j) revenant à chaque portique transversal et longitudinal par les formules :

$$(1) T_{jy}^{(t)} = E_{jy} \frac{R_{jx}^{(t)}}{Q_{jy}} + E_{jy} \frac{R_{jy}^{(t)} x_j^{(t)}}{Q_{j\theta}} \text{ (portique transversal)}$$

$$(2) T_{jx}^{(l)} = E_{jx} \frac{R_{jx}^{(l)}}{Q_{jx}} + E_{jx} \frac{R_{jy}^{(l)} y_j^{(l)}}{Q_{j\theta}} \text{ (portique longitudinal)}$$

remarque : sous l'action de  $E_{jx}$ , il en résulte

a/ un effort tranchant  $T_{jx}^{(l)}$  dans un portique longitudinal quelconque

b/ un effort tranchant  $T_{jy}^{(t)}$  de niveau dans un portique transversal.

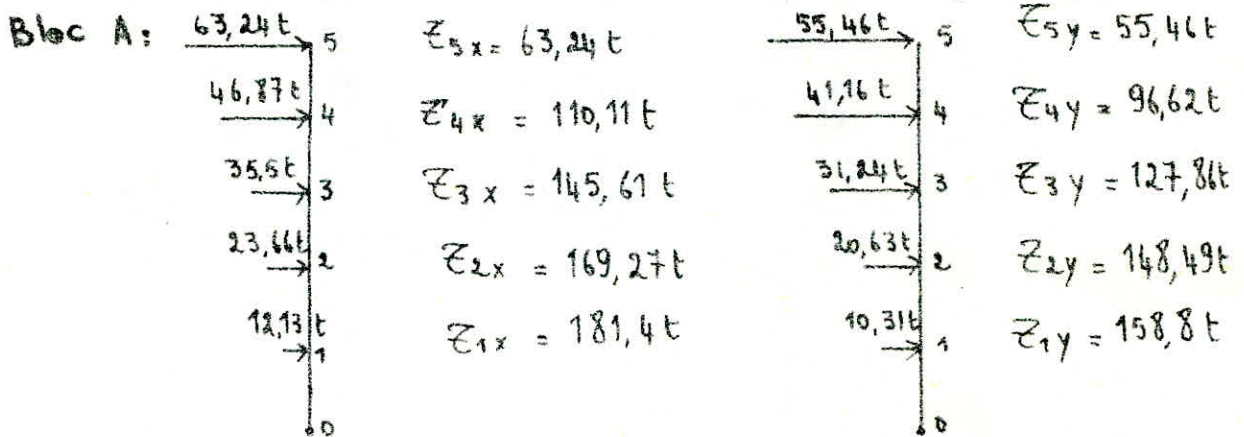
sous l'action de  $E_{jy}$ , il en résulte

a/ un effort tranchant  $T_{jy}^{(t)}$  dans un portique transversal quelconque.

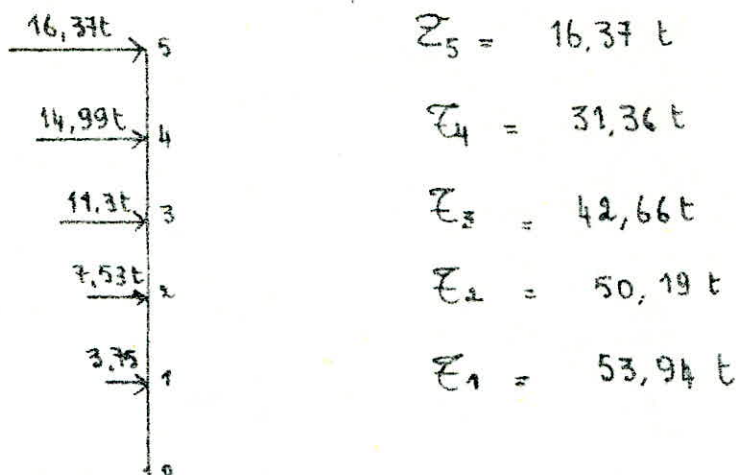
b/ un effort tranchant  $T_{jx}^{(l)}$  dans un portique longitudinal.

les efforts tranchants de niveau revenant à chaque portique longitudinal et transversal sont mentionnés dans les tableaux de calculs des moments flechissants dans les poteaux.

les efforts sismiques calculés dans les deux sens longitudinal et transversal.



**Bloc B :** les efforts sismiques sont les mêmes dans les deux sens





Moments Flechissants dans les Poutres du Portique longitudinal du Bloc A

nr	Site	$\alpha_{sup} / \alpha_i$	$T_{px} (t)$	$t_{px} (t)$	$\gamma_0$	$h (m)$	$\gamma = \gamma_0 h$	$M_{inf} - t_3 (h_3) m$	$M_{sup} - t (h_3)$	
5	A	0,0932	17,87	1,66	0,39	3,20	1,24	2,06	1,95	3,24
	B	0,1178	"	2,1	0,45	"	1,44	3,02	1,76	3,7
	C	0,1082	"	1,93	0,43	"	1,37	2,64	1,82	3,51
	b	0,1082	"	1,93	0,43	"	1,37	2,64	1,82	3,51
	E	0,1082	"	1,93	0,43	"	1,37	2,64	1,82	3,51
	F	0,1214	"	2,17	0,45	"	1,44	3,12	1,76	3,82
	G	0,1214	"	2,17	0,45	"	1,44	3,12	1,76	3,82
	H	0,1214	"	2,17	0,45	"	1,44	3,12	1,76	3,82
	I	0,0996	"	1,78	0,41	"	1,31	2,33	1,82	3,34
4	A	0,0932	31,12	2,9	0,45	"	1,44	4,17	1,76	5,1
	B	0,1178	"	3,66	0,5	"	1,6	5,85	1,6	5,85
	C	0,1082	"	3,36	0,48	"	1,53	5,14	1,66	5,57
	D	0,1082	"	3,36	0,48	"	1,53	5,14	1,66	5,57
	E	0,1082	"	3,36	0,48	"	1,53	5,14	1,66	5,57
	F	0,1214	"	3,77	0,5	"	1,6	6,03	1,6	6,03
	G	0,1214	"	3,77	0,5	"	1,6	6,03	1,6	6,03
	H	0,1214	"	3,77	0,5	"	1,6	6,03	1,6	6,03
	I	0,0996	"	3,1	0,46	"	1,47	4,55	1,72	5,33
3	A	0,0932	41,17	3,83	0,49	"	1,56	5,97	1,63	6,24
	B	0,1178	"	4,85	0,5	"	1,6	7,76	1,6	7,76
	C	0,1082	"	4,45	0,5	"	1,6	7,12	1,6	7,12
	D	0,1082	"	4,45	0,5	"	1,6	7,12	1,6	7,12
	E	0,1082	"	4,45	0,5	"	1,6	7,12	1,6	7,12
	F	0,1214	"	5,0	0,5	"	1,6	8,0	1,6	8,0
	G	0,1214	"	5,0	0,5	"	1,6	8,0	1,6	8,0
	H	0,1214	"	5,0	0,5	"	1,6	8,0	1,6	8,0
	I	0,0996	"	4,1	0,5	"	1,6	6,56	1,6	6,56
2	A	0,0932	47,35	4,46	0,5	"	1,6	7,13	1,6	7,13
	B	0,1178	"	5,63	0,5	"	1,6	9,0	1,6	9,0
	C	0,1082	"	5,17	0,5	"	1,6	8,27	1,6	8,27
	b	0,1082	"	5,17	0,5	"	1,6	8,27	1,6	8,27
	E	0,1082	"	5,17	0,5	"	1,6	8,27	1,6	8,27
	F	0,1214	"	5,81	0,5	"	1,6	9,29	1,6	9,29
	G	0,1214	"	5,81	0,5	"	1,6	9,29	1,6	9,29
	H	0,1214	"	5,81	0,5	"	1,6	9,29	1,6	9,29
	I	0,0996	"	4,76	0,5	"	1,6	7,61	1,6	7,61
1	A	0,0932	49,57	4,94	0,61	"	1,95	9,63	1,24	6,12
	B	0,1178	"	5,71	0,55	"	1,76	10,05	1,44	8,22
	C	0,1082	"	5,42	0,57	"	1,82	9,86	1,37	7,42
	D	0,1082	"	5,42	0,57	"	1,82	9,86	1,37	7,42
	E	0,1082	"	5,42	0,57	"	1,82	9,86	1,37	7,42
	F	0,1214	"	5,83	0,55	"	1,76	10,26	1,44	8,39
	G	0,1214	"	5,83	0,55	"	1,76	10,26	1,44	8,39
	H	0,1214	"	5,83	0,55	"	1,76	10,26	1,44	8,39
	I	0,0996	"	5,14	0,59	"	1,89	9,71	1,31	6,73

Moments dans les Poutres

Tril	travail	Ma	Mb	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	$\frac{K_1}{K_1+K_2}$	$\frac{K_2}{K_1+K_2}$	$\frac{K_2}{2K_2}$	$\frac{K_2}{K_2+K_3}$	$\frac{K_3}{K_2+K_3}$	Ma+Mb	Mc	Mw
5	1	0	3,24	—	—	—	—	—	—	—	—	3,24	3,24	—
	2	0	3,7	666,66	457,14	—	0,593	0,407	—	—	—	3,7	1,51	2,19
	3	0	3,51	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	3,51	1,75	1,75
	4	0	3,51	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	3,51	1,75	1,75
	5	0	3,51	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	3,51	1,75	1,75
	6	0	3,82	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	3,82	2,39	1,43
	7	0	3,82	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	3,82	1,43	2,39
	8	0	3,82	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	3,82	2,39	1,43
	9	0	3,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,34	—
4	1	2,06	5,1	—	—	—	—	—	—	—	—	7,16	7,16	—
	2	3,02	5,85	666,66	457,14	—	0,593	0,407	—	—	—	8,87	3,61	5,26
	3	2,64	5,57	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	8,21	4,1	4,1
	4	2,64	5,57	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	8,21	4,1	4,1
	5	2,64	5,57	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	8,21	4,1	4,1
	6	3,12	6,03	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	9,15	5,72	3,43
	7	3,12	6,03	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	9,15	3,43	5,72
	8	3,12	6,03	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	9,15	5,72	3,43
	9	2,33	5,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,66	—
3	1	4,17	6,24	—	—	—	—	—	—	—	—	10,41	10,41	—
	2	5,85	7,76	666,66	457,14	—	0,593	0,407	—	—	—	13,61	5,54	8,07
	3	5,14	7,12	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	12,26	6,13	6,13
	4	5,14	7,12	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	12,26	6,13	6,13
	5	5,14	7,12	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	12,26	6,13	6,13
	6	6,03	8,0	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	14,03	8,77	5,26
	7	6,03	8,0	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	14,03	5,26	8,77
	8	6,03	8,0	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	14,03	8,77	5,26
	9	4,55	6,56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,11	—
2	1	5,97	7,13	—	—	—	—	—	—	—	—	13,1	13,1	—
	2	7,76	9,0	666,66	457,14	—	0,593	0,407	—	—	—	16,76	6,82	9,94
	3	7,12	8,27	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	15,39	7,69	7,69
	4	7,12	8,27	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	15,39	7,69	7,69
	5	7,12	8,27	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	15,39	7,69	7,69
	6	8,0	9,29	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	17,29	10,81	6,48
	7	8,0	9,29	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	17,29	6,48	10,81
	8	8,0	9,29	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	17,29	10,81	6,48
	9	6,56	7,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,17	—
1	1	7,13	6,13	—	—	—	—	—	—	—	—	13,25	13,25	—
	2	9,0	8,22	666,66	457,14	—	0,593	0,407	—	—	—	17,22	7,07	10,21
	3	8,27	7,42	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	15,69	7,84	7,84
	4	8,27	7,42	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	15,69	7,84	7,84
	5	8,27	7,42	—	457,14	—	—	—	0,5	—	—	15,69	7,84	7,84
	6	9,29	8,39	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	17,68	11,05	6,63
	7	9,29	8,39	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	17,68	6,63	11,05
	8	9,29	8,39	—	457,14	761,9	—	—	—	0,375	0,625	17,68	11,05	6,63
	9	7,61	6,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,34	—

Moments dans les poutres du portique transversal du Bloc A :

noy	N	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	$\frac{K_1}{K_1+K_2}$	$\frac{K_2}{K_1+K_2}$	$\frac{K_2}{K_2+K_3}$	$\frac{K_3}{K_2+K_3}$	M <sub>0</sub> , M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>w</sub>
5	1	0	2,63	—	—	—	—	—	—	—	2,63	2,63	—
	2	—	5,13	474,61	990,49	—	0,324	0,676	—	—	5,13	3,47	1,66
	3	—	5,24	—	990,49	599,51	—	—	0,623	0,377	5,24	1,98	3,26
	4	—	3,06	—	—	—	—	—	—	—	3,06	—	3,06
4	1	1,06	3,94	—	—	—	—	—	—	—	5	5	—
	2	2,99	7,76	474,61	990,49	—	0,324	0,676	—	—	10,75	7,27	3,48
	3	3,21	8,13	—	990,49	599,51	—	—	0,623	0,377	11,34	4,28	7,06
	4	1,37	4,64	—	—	—	—	—	—	—	6,01	—	6,01
3	1	2,5	4,48	—	—	—	—	—	—	—	6,98	6,98	—
	2	6,35	9,43	474,61	990,49	—	0,324	0,676	—	—	15,78	10,66	5,12
	3	6,65	9,87	—	990,49	599,51	—	—	0,623	0,377	16,52	6,23	10,29
	4	3,1	5,38	—	—	—	—	—	—	—	8,48	—	8,48
2	1	3,67	4,57	—	990,49	—	—	—	—	—	8,24	8,24	—
	2	8,37	10,86	474,61	990,49	—	0,324	0,676	—	—	19,23	12,99	6,24
	3	8,76	11,37	—	—	599,51	—	—	0,623	0,377	20,13	7,59	12,54
	4	4,4	5,95	—	—	—	—	—	—	—	10,35	—	10,35
1	1	5,35	3,04	—	—	—	—	—	—	—	8,39	8,39	—
	2	10,86	9,59	474,61	990,49	—	0,324	0,676	—	—	20,45	13,82	6,63
	3	11,37	7,15	—	990,49	599,51	—	—	0,623	0,377	18,52	6,99	11,53
	4	5,95	4,12	—	—	—	—	—	—	—	10,07	—	10,07

Moments fléchissants dans les poteaux du Portique transversal :

noy	noy	$\frac{q_k P}{n}$	T <sub>xy</sub> (t)	t <sub>xy</sub> (t)	y <sub>0</sub>	h (m)	z = y <sub>0</sub> h	M <sub>inf</sub> = t · z (h · z) m	M <sub>sup</sub> = t (h · z) t · m	
5	I	0,15	7,35	1,16	0,29	2,20	0,82	1,06	2,27	2,63
	II	0,3275	—	2,54	0,37	—	1,18	2,89	2,02	5,13
	III	0,3429	—	2,65	0,38	—	1,21	3,21	1,98	5,24
	IV	0,1795	—	1,39	0,31	—	0,89	1,37	2,2	3,06
4	I	0,15	13,49	2,02	0,39	—	1,24	2,5	1,95	3,94
	II	0,3275	—	4,44	0,45	—	1,44	6,35	1,76	7,76
	III	0,3429	—	4,62	0,45	—	1,44	6,65	1,76	8,13
	IV	0,1785	—	2,42	0,40	—	1,28	3,1	1,92	4,64
3	I	0,15	17,05	2,55	0,45	—	1,44	3,67	1,76	4,48
	II	0,3275	—	5,58	0,47	—	1,5	8,37	1,69	9,43
	III	0,3429	—	5,84	0,47	—	1,5	8,76	1,69	9,87
	IV	0,1795	—	3,06	0,45	—	1,44	4,4	1,76	5,38
2	I	0,15	20,75	3,11	0,54	—	1,72	5,55	1,47	4,57
	II	0,3275	—	6,79	0,5	—	1,6	10,86	1,6	10,86
	III	0,3429	—	7,11	0,5	—	1,6	11,37	1,6	11,37
	IV	0,1795	—	3,72	0,5	—	1,6	5,95	1,6	5,95
1	I	0,1795	22,28	4,00	0,76	—	2,43	9,72	0,76	3,04
	II	0,362	—	8,06	0,63	—	2,01	16,2	1,19	9,59
	III	0,2654	—	5,91	0,62	—	1,98	11,7	1,21	7,15
	IV	0,1928	—	4,19	0,7	—	2,24	9,61	0,96	4,12

Efforts Franchants dans les Poutres de Rotique longitudinal.

niv	Long	Me (t.m)	M <sub>ult</sub> (t.m)	T <sub>S<sub>11</sub></sub> (t)	T <sub>S<sub>11</sub></sub> (t)	
						1
1	1	2,4	2,19	3,24	2,26	-2,26
	2	3,5	1,75	1,51	0,93	-0,93
	3	3,5	1,75	1,75	1,00	-1,00
	4	3,5	1,75	1,75	1,00	-1,00
	5	3,5	1,75	1,75	1,00	-1,00
2	1	2,1	2,39	2,39	2,27	-2,27
	2	3,5	1,43	1,43	0,82	-0,82
	3	2,1	2,39	2,39	2,27	-2,27
	4	3,5	1,43	1,43	0,82	-0,82
	5	2,1	2,39	2,39	2,27	-2,27
3	1	2,1	3,43	3,43	1,96	-1,96
	2	3,5	1,26	1,26	0,48	-0,48
	3	2,1	3,43	3,43	1,96	-1,96
	4	3,5	1,26	1,26	0,48	-0,48
	5	2,1	3,43	3,43	1,96	-1,96
4	1	2,4	8,07	10,44	6,37	-6,37
	2	3,5	6,13	5,54	3,33	-3,33
	3	2,4	8,07	10,44	6,37	-6,37
	4	3,5	6,13	5,54	3,33	-3,33
	5	2,4	8,07	10,44	6,37	-6,37
5	1	2,1	9,94	13,10	9,60	-9,60
	2	3,5	7,69	6,82	4,14	-4,14
	3	2,1	9,94	13,10	9,60	-9,60
	4	3,5	7,69	6,82	4,14	-4,14
	5	2,1	9,94	13,10	9,60	-9,60

Efforts Franchants dans les Poutres de Rotique Transversal

niv	Long	Me (t.m)	M <sub>ult</sub> (t.m)	T <sub>S<sub>11</sub></sub> (t)	T <sub>S<sub>11</sub></sub> (t)	
						1
1	1	3,8	10,07	6,99	4,49	-4,49
	2	4,8	6,63	8,39	3,13	-3,13
	3	3,8	10,07	6,99	4,49	-4,49
	4	4,8	6,63	8,39	3,13	-3,13
	5	3,8	10,07	6,99	4,49	-4,49
2	1	2,3	12,54	12,99	11,1	-11,1
	2	3,8	8,48	6,23	3,87	-3,87
	3	2,3	12,54	12,99	11,1	-11,1
	4	3,8	8,48	6,23	3,87	-3,87
	5	2,3	12,54	12,99	11,1	-11,1
3	1	4,8	6,24	8,24	3,02	-3,02
	2	3,8	8,48	6,23	3,87	-3,87
	3	4,8	6,24	8,24	3,02	-3,02
	4	3,8	8,48	6,23	3,87	-3,87
	5	4,8	6,24	8,24	3,02	-3,02
4	1	4,8	3,48	5	1,77	-1,77
	2	2,3	7,06	7,27	6,23	-6,23
	3	4,8	3,48	5	1,77	-1,77
	4	2,3	7,06	7,27	6,23	-6,23
	5	4,8	3,48	5	1,77	-1,77
5	1	3,8	3,06	1,98	1,33	-1,33
	2	4,8	1,66	2,63	0,89	-0,89
	3	3,8	3,06	1,98	1,33	-1,33
	4	4,8	1,66	2,63	0,89	-0,89
	5	3,8	3,06	1,98	1,33	-1,33

Annexe B : Moments dans les Poutres du Portique longitudinal I.I

niv	Plat	$\frac{qL^2}{8}$	$T_j y (e)$	$T_j (e)$	$\gamma_0$	$h(m)$	$z = \gamma h$	$M_{inf} = e \cdot z$	$(h-z) m$	$M_{sup} = e \cdot (h-z)$
5	A	0,167	9,50	1,586	0,20	3,20	0,960	1,522	2,240	3,552
	B	0,354	9,50	3,363	0,38	"	1,216	4,089	1,984	6,672
	C	0,339	9,50	3,221	0,37	"	1,184	3,813	2,016	6,493
	D	0,160	9,50	1,320	0,28	"	0,896	1,191	2,304	3,064
4	A	0,167	18,0	3,040	0,40	"	1,280	3,852	1,920	5,779
	B	0,354	18,0	6,372	0,45	"	1,440	9,175	1,760	11,214
	C	0,339	18,0	6,102	0,45	"	1,440	8,786	1,760	10,732
	D	0,140	18,0	2,520	0,38	"	1,216	3,064	1,984	4,999
3	A	0,167	24,8	4,142	0,45	"	1,440	5,964	1,760	7,289
	B	0,354	24,8	8,780	0,48	"	1,536	13,486	1,664	14,609
	C	0,339	24,8	8,407	0,47	"	1,504	12,644	1,696	14,258
	D	0,140	24,8	3,472	0,45	"	1,440	4,999	1,760	6,110
2	A	0,167	29,0	4,843	0,50	"	1,600	7,748	1,600	7,748
	B	0,354	29,0	10,166	0,50	"	1,600	16,425	1,600	16,425
	C	0,339	29,0	9,831	0,50	"	1,600	15,729	1,600	15,729
	D	0,140	29,0	4,060	0,52	"	1,664	6,755	1,536	6,286
1	A	0,167	15,5	3,069	0,70	"	2,240	6,874	0,960	2,946
	B	0,354	15,5	4,836	0,63	"	2,016	9,749	1,184	5,725
	C	0,339	15,5	4,712	0,62	"	1,984	9,348	1,216	5,729
	D	0,14	15,5	2,868	0,77	"	2,464	7,066	0,736	2,110

Moments dans les Poutres du Portique II.I

niv	n	$M_a$	$M_b$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$\frac{K_1}{K_1+K_2}$	$\frac{K_2}{K_1+K_2}$	$\frac{K_3}{K_2+K_3}$	$\frac{K_3}{K_2+K_3}$	$M_a + M_b$	$M_c$	$M_w$
5	1	0	3,552	-	-	-	-	-	-	-	3,552	3,552	-
	2	0	6,672	591,72	1035,5	-	0,364	0,636	-	-	6,672	8,429	4,243
	3	0	6,493	-	1035,5	469,71	-	-	0,687	0,313	6,493	4,466	2,033
	4	0	3,064	-	-	-	-	-	-	-	3,064	-	3,064
4	1	1,522	5,779	-	-	-	-	-	-	-	7,301	7,301	-
	2	4,089	11,214	591,72	1035,5	-	0,364	0,636	-	-	15,303	5,571	9,732
	3	3,813	10,739	-	1035,5	469,71	-	-	0,687	0,313	14,552	9,997	4,515
	4	1,191	4,999	-	-	-	-	-	-	-	16,190	-	6,190
3	1	3,852	7,289	-	-	-	-	-	-	-	11,141	11,141	-
	2	9,175	14,609	591,72	1035,5	-	0,364	0,636	-	-	23,784	8,658	15,126
	3	8,786	14,258	-	1035,5	469,71	-	-	0,687	0,313	23,044	15,831	7,213
	4	3,064	6,110	-	-	-	-	-	-	-	9,174	-	9,174
2	1	5,964	7,748	-	-	-	-	-	-	-	13,712	13,712	-
	2	13,486	16,425	591,72	1035,5	-	0,364	0,636	-	-	29,911	10,888	19,023
	3	12,644	15,729	-	1035,5	469,71	-	-	0,687	0,313	28,373	19,492	8,881
	4	4,999	6,286	-	-	-	-	-	-	-	11,285	-	11,285
1	1	7,748	2,946	-	-	-	-	-	-	-	10,694	10,694	-
	2	16,425	5,725	591,72	1035,5	-	0,364	0,636	-	-	22,150	8,063	14,087
	3	15,729	5,729	-	1035,5	469,71	-	-	0,687	0,313	21,458	14,741	6,717
	4	6,755	2,110	-	-	-	-	-	-	-	8,864	-	8,864





## Efforts tranchants dans les poutres du portique longitudinal J-I

niv	traverse	l(m)	Mc (t.m)	Mw (t.m)	$T \overleftarrow{\sin} (t)$	$T \overrightarrow{\sin} (t)$
5	1-2	3,4	4,243	3,552	2,292	-2,292
	2-3	1,8	2,033	2,429	2,478	-2,478
	3-4	4,4	3,064	4,460	1,171	-1,171
4	1-2	3,4	9,782	7,801	5,01	-5,01
	2-3	1,8	4,555	5,571	5,625	-5,625
	3-4	4,4	6,190	9,997	3,678	-3,678
3	1-2	3,4	15,126	11,141	7,425	-7,425
	2-3	1,8	7,213	8,658	8,817	-8,817
	3-4	4,4	9,174	15,831	5,683	-5,683
2	1-2	3,4	19,023	13,712	9,628	-9,628
	2-3	1,8	8,881	10,888	10,982	-10,982
	3-4	4,4	11,235	19,492	6,983	-6,983
1	1-2	3,4	14,087	10,694	7,288	-7,288
	2-3	1,8	6,717	8,063	8,211	-8,211
	3-4	4,4	8,864	14,711	5,364	-5,364

## Efforts tranchants dans les poutres du portique longitudinal II-II

niv	traverse	l(m)	Mc (t.m)	Mw (t.m)	$T \overleftarrow{\sin} (t)$	$T \overrightarrow{\sin} (t)$
5	1-2	9,7	2,268	2,268	0,468	-0,468
4	1-2	9,7	3,130	3,130	0,645	-0,645
3	1-2	9,7	3,836	3,836	0,791	-0,791
2	1-2	9,7	4,116	4,116	0,848	-0,848
1	1-2	9,7	-3,288	-3,288	-0,678	+0,678

## Efforts tranchants dans les poutres du portique longitudinal III-III

niv	traverse	l(m)	Mc (t.m)	Mw (t.m)	$T \overleftarrow{\sin} (t)$	$T \overrightarrow{\sin} (t)$
5	1-2	1,80	4,784	4,784	5,315	-5,315
4	1-2	1,80	10,977	10,977	12,196	-12,196
3	1-2	1,80	16,398	16,398	18,220	-18,220
2	1-2	1,80	20,080	20,080	22,311	-22,311
1	1-2	1,80	15,36	15,36	17,066	-17,066

## Efforts tranchants dans les poutres du Portique transversal B-B

niv	traverse	l(m)	Mc (t.m)	Mw (t.m)	$T \overleftarrow{\sin} (t)$	$T \overrightarrow{\sin} (t)$
5	1-2	7,36	6,220	6,220	1,690	-1,690
4	1-2	7,36	12,835	12,835	3,487	-3,487
3	1-2	7,36	18,968	18,968	5,154	-5,154
2	1-2	7,36	23,198	23,198	6,303	-6,303
1	1-2	7,36	21,705	21,705	5,898	-5,898



Moments dans les Poutres du Portique transversal A-A.

niv	Pat	$\alpha K_r / a_j$	$T_{jx} (t)$	$t_j (h)$	$\gamma_0$	$h (m)$	$\beta = \gamma_0 h$	Ming. t. z	$(h. z) m$	$M_{sup} = t(h-z)$
5	I	0,216	3,4	0,734	0,40	3,20	1,28	0,939	1,92	1,409
	II	0,437	"	1,486	0,45	"	1,44	2,139	1,76	2,615
	III	"	"	1,18	0,40	"	1,28	1,510	1,92	2,265
4	I	0,216	6,6	1,426	0,45	"	1,44	2,053	1,76	2,509
	II	0,437	"	2,884	0,50	"	1,6	4,614	1,6	4,614
	III	"	"	2,29	0,45	"	1,44	3,297	1,76	4,03
3	I	0,216	9	1,944	0,5	"	1,6	3,11	1,6	3,11
	II	0,437	"	3,933	0,5	"	1,6	5,292	1,6	6,292
	III	"	"	3,123	0,48	"	1,536	4,796	1,664	5,196
2	I	0,216	10,6	2,29	0,5	"	1,6	3,664	1,6	3,664
	II	0,437	"	4,62	0,5	"	1,6	7,408	1,6	7,408
	III	"	"	3,68	0,5	"	1,6	5,888	1,6	5,888
1	I	0,22	8,4	1,848	0,6	"	1,92	3,548	1,28	2,365
	II	0,418	"	3,511	0,55	"	1,76	6,179	1,44	5,055
	III	0,362	"	3,041	0,61	"	1,952	5,936	1,248	9,795

Moments dans les Poutres du Portique transversal A-A.

niv	N	$M_a$	$M_b$	$K_1$	$K_2$	$K_1 / K_1 + K_2$	$K_2 / K_1 + K_2$	$M_a + M_b$	$M_c$	$M_w$
5	1	0	1,409	-	-	-	-	1,409	1,409	-
	2	+	2,615	716,4	1084,8	0,398	0,602	2,615	1,041	1,574
	3	"	2,265	-	-	-	-	2,265	-	2,265
4	1	0,939	2,509	-	-	-	-	3,445	3,445	-
	2	2,139	4,614	716,4	1084,8	0,398	0,602	6,753	4,065	2,688
	3	1,51	4,03	-	-	-	-	5,54	-	5,54
3	1	2,033	3,11	-	-	-	-	5,163	5,163	-
	2	2,614	6,292	716,4	1084,8	0,398	0,602	10,906	6,565	4,341
	3	3,297	5,196	-	-	-	-	8,493	-	8,493
2	1	3,11	3,664	-	-	-	-	6,774	6,774	-
	2	6,292	7,408	716,4	1084,8	0,398	0,602	13,7	8,247	5,453
	3	4,796	5,888	-	-	-	-	10,684	-	10,684
1	1	3,664	2,365	-	-	-	-	6,029	6,029	-
	2	7,408	5,055	716,4	1084,8	0,398	0,602	12,463	7,503	4,96
	3	5,888	3,795	-	-	-	-	9,683	-	9,683

efforts tranchants dans les Poutres du Portique transversal A-A

niv	travée	$l (m)$	$M_c (t.m)$	$M_w (t.m)$	$T_{sin} (t)$	$T_{sin} (t)$
5	1-2	2,88	1,574	1,409	1,035	-1,035
	2-3	1,80	2,265	1,041	1,836	-1,836
4	1-2	2,88	2,688	3,445	2,13	-2,13
	2-3	1,80	5,54	4,065	5,336	-5,336
3	1-2	2,88	4,341	5,163	3,3	-3,3
	2-3	1,80	8,493	6,565	8,365	-8,365
2	1-2	2,88	5,453	6,774	4,245	-4,245
	2-3	1,80	10,684	8,247	10,517	-10,517
1	1-2	2,88	4,96	6,029	3,815	-3,815
	2-3	1,80	9,683	7,503	9,547	-9,547

**SUPERPOSITION  
DES  
EFFORTS**

Dans le cas de notre bâtiment, on ne prendra pas en compte les effets dus à la température et au retrait, de plus notre bâtiment étant de faible hauteur, les effets du vent ne sont pas pris en compte.

donc les sollicitations totales pondérées prises en compte dans nos calculs

1<sup>er</sup> genre  $G + 1,2P$ .

2<sup>ème</sup> genre  $G + P + S.I.$

les prismes horizontal et vertical seront considérés simultanément et avec la totalité des surcharges d'exploitation.

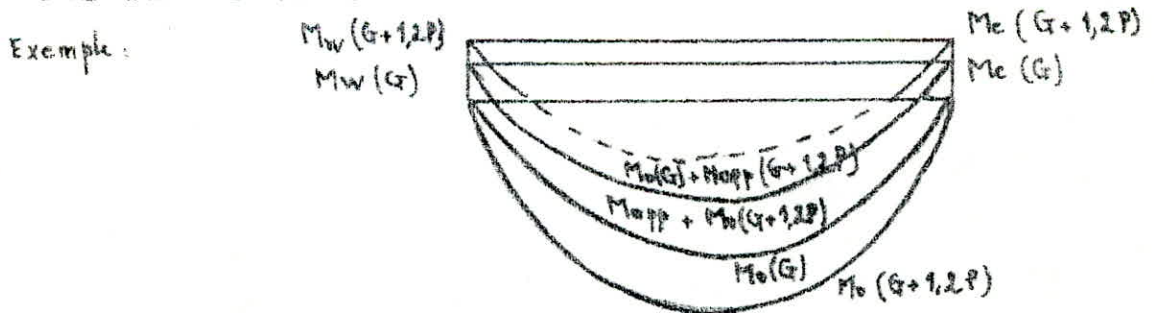
Pour les poteaux on prendra une combinaison qui nous donnera un effort normal minimal et une autre qui nous donnera un effort normal maximal.

D'où les combinaisons suivantes.

Pour les Poutres  $- G + 1,2P$   
 $- G + P + S.I.V \uparrow + S.I.H \rightleftharpoons$

Pour les Poteaux :  $- G + 1,2P$   
 $- G + P + S.I.V \downarrow + S.I.H \rightleftharpoons$   
 $- G + P/S + S.I.V \uparrow + S.I.H \rightleftharpoons$

Moments en travée ; (Art A12 CCA 68) : pour déterminer les moments en travée on trace la courbe des moments de la travée indépendante complète le portiel avec les charges permanentes puis avec les surcharges, on prend pour ligne de fermeture ①. Pour les moments positifs celle qui joint les moments d'appuis maximums. ② Pour les moments négatifs celle qui joint les moments d'appuis maximums. dans chaque cas de charge, on suppose que les surcharges peuvent être indépendantes les unes des autres.



le moment maximum en travée sera

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

Moments dans les Poutres du Portique Longitudinal du bloc A.

Niv	Trave	G		P		Siv ↓ (↑)		Siv ← (→)	
		Mw	Mc	Mw	Mc	Mw	Mc	Mw	Mc
5	1.2	-0,171	-0,51	-0,013	-0,038	0,015	0,043	3,24	2,19
	2.3	-0,57	-0,64	-0,043	-0,048	0,049	0,055	1,51	1,75
	3.4	-0,64	"	-0,048	"	0,055	"	1,75	"
	4.5	"	"	"	"	"	"	"	"
	5.6	"	-0,527	"	-0,039	"	0,045	"	1,43
	6.7	-0,4	-0,4	-0,03	-0,03	0,034	0,034	2,39	2,39
	7.8	-0,527	-0,73	-0,039	-0,04	0,045	0,046	1,43	1,43
	8.9	-0,45	-0,115	-0,034	-0,008	0,038	0,009	2,39	3,34
	4	1.2	-0,477	-0,996	-0,023	-0,048	0,015	0,032	7,16
2.3		-1,167	-1,28	-0,057	-0,062	0,039	0,041	3,61	4,1
3.4		-1,28	"	-0,062	"	0,041	"	4,1	4,1
4.5		"	"	"	"	"	"	"	"
5.6		"	-1,086	"	-0,053	"	0,034	"	3,43
6.7		-0,754	-0,754	-0,034	-0,034	0,024	0,024	5,72	5,72
7.8		-1,086	-1,117	-0,053	-0,054	0,034	0,035	3,43	3,43
8.9		-0,86	-0,325	-0,041	-0,016	0,027	0,01	5,72	7,66
3		1.2	-0,489	-0,996	-0,023	-0,048	0,011	0,023	10,41
	2.3	-1,167	-1,28	-0,057	-0,062	0,027	0,03	5,54	6,13
	3.4	-1,28	"	-0,062	"	0,03	"	6,13	"
	4.5	"	"	"	"	"	"	"	"
	5.6	"	-1,092	"	-0,053	"	0,025	"	5,26
	6.7	-0,743	-0,74	-0,034	-0,034	0,016	0,016	8,77	8,77
	7.8	-1,092	-1,12	-0,053	-0,054	0,025	0,026	5,26	5,26
	8.9	-0,85	-0,334	-0,041	-0,016	0,02	0,008	8,77	11,11
	2	1.2	-0,489	-0,996	-0,023	-0,048	0,007	0,015	13,10
2.3		-1,167	-1,28	-0,057	-0,062	0,018	0,02	6,82	4,69
3.4		-1,28	"	-0,062	"	0,02	"	7,69	"
4.5		"	"	"	"	"	"	"	"
5.6		"	-1,092	"	-0,053	"	0,017	"	5,48
6.7		-0,743	-0,743	-0,034	-0,034	0,011	0,011	10,81	10,81
7.8		-1,092	-1,12	-0,053	-0,054	0,017	0,017	11,48	6,48
8.9		-0,85	-0,334	-0,041	-0,016	0,013	0,005	10,81	14,17
1		1.2	-0,489	-0,996	-0,023	-0,048	0,004	0,008	15,25
	2.3	-1,167	-1,28	-0,057	-0,062	0,009	0,01	7,01	4,84
	3.4	-1,28	"	-0,062	"	0,01	"	7,84	"
	4.5	"	"	"	"	"	"	"	"
	5.6	"	-1,092	"	-0,053	"	0,008	"	5,63
	6.7	-0,743	-0,743	-0,034	-0,034	0,005	0,005	11,05	11,05
	7.8	-1,092	-1,12	-0,053	-0,054	0,008	0,008	6,63	6,63
	8.9	-0,85	-0,334	-0,041	-0,016	0,006	0,002	11,05	14,34
	0	1.2	-0,646	-1,083	-0,046	-0,088			
2.3		-1,4	-1,52	-0,136	-0,154				
3.4		-1,52	"	-0,154	"				
4.5		"	"	"	"				
5.6		"	-1,32	"	-0,131				
6.7		-0,77	-0,77	-0,067	-0,067				
7.8		-1,32	-1,357	-0,131	-0,132				
8.9		-0,91	-0,444	-0,073	-0,027				



Efforts tranchants dans les Poutres du Portique longitudinal du Bloc A

Niv	Trame	G		P		Siv ↓ (↑)		Siv ↑ (↓)	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1-2	0,324	-1,043	0,054	-0,079	0,0646	0,0884	2,26	2,26
	2-3	1,322	-1,365	0,098	-0,1015	0,1134	0,117	0,93	0,93
	3-4	1,344	-1,344	0,1	-0,1	0,1152	0,1152	1,0	1,0
	4-5	"	"	"	"	"	"	1,0	1,0
	5-6	1,379	-1,309	0,1027	-0,097	0,1183	0,1121	0,91	0,91
	6-7	0,756	-0,756	0,056	-0,056	0,065	0,065	2,27	2,27
	7-8	1,281	-1,407	0,097	-0,1025	0,1149	0,1155	0,82	0,82
	8-9	0,942	-0,57	0,07	-0,042	0,08	0,0493	2,73	2,73
	4	1-2	1,506	-2	0,073	-0,097	0,0488	0,0645	5,17
2-3		2,637	-2,707	0,1281	-0,1311	0,0848	0,0872	2,2	2,2
3-4		2,672	-2,672	0,1296	-0,1296	0,086	0,086	2,34	2,34
4-5		"	"	"	"	"	"	"	"
5-6		2,732	-2,612	0,1324	-0,1268	0,088	0,084	2,15	2,15
6-7		1,503	-1,503	0,072	-0,072	0,0486	0,0486	5,48	5,48
7-8		2,662	-2,681	0,1291	-0,1301	0,086	0,086	1,96	1,96
8-9		1,8	-1,206	0,0858	-0,0582	0,0576	0,0396	6,37	6,37
3		1-2	1,512	-1,994	0,073	-0,097	0,037	0,047	7,7
	2-3	2,637	-2,707	0,1281	-0,1311	0,064	0,064	3,33	3,3
	3-4	2,672	-2,672	0,1296	-0,1296	"	"	3,5	3,5
	4-5	"	"	"	"	"	"	"	"
	5-6	2,73	-1,614	0,1324	-0,1268	0,065	0,063	3,25	3,25
	6-7	1,503	-1,503	0,072	-0,072	0,036	0,036	8,35	8,35
	7-8	2,663	-2,68	0,1291	-0,1301	0,064	0,064	3,01	3,01
	8-9	1,79	-1,212	0,0858	-0,0582	0,0427	0,029	9,46	9,46
	2	1-2	0,503	-1,994	0,073	-0,097	0,0234	0,0306	-9,6
2-3		2,637	-2,707	0,1281	-0,1311	0,0416	0,0416	-4,14	-4,14
3-4		2,672	-2,672	0,1296	-0,1296	"	"	-4,4	-4,4
4-5		2,672	"	"	"	"	"	-4,4	-4,4
5-6		2,73	-2,614	0,1324	-0,1268	"	"	-4,05	-4,05
6-7		1,503	-1,503	0,072	-0,072	0,0234	0,0234	-10,3	-10,3
7-8		2,663	-2,68	0,1291	-0,1301	0,0416	0,0416	-3,7	-3,7
8-9		1,79	-1,212	0,0858	-0,0582	0,0274	0,0194	-10,41	-10,41
1		1-2	1,512	-1,994	0,073	-0,097	0,014	0,016	-9,78
	2-3	2,637	-2,707	0,1281	-0,1311	0,022	0,022	-4,24	-4,24
	3-4	2,672	-2,672	0,1296	-0,1296	"	"	-4,48	-4,48
	4-5	"	"	"	"	"	"	-4,48	-4,48
	5-6	2,73	-3,106	0,1324	-0,1268	"	"	-4,13	-4,13
	6-7	1,503	-1,503	0,072	-0,072	0,0126	0,0126	-10,52	-10,52
	7-8	2,663	-2,68	0,1291	-0,1301	0,022	0,022	-3,8	-3,8
	8-9	1,79	-1,212	0,0858	-0,0582	0,0149	0,0103	-12,1	-12,1
	0	1-2	1,702	-2,119	0,175	-0,1575			
2-3		3,131	-3,205	0,315	-0,325				
3-4		3,168	-3,168	0,32	-0,32				
4-5		"	"	"	"				
5-6		3,23	-3,106	0,327	-0,313				
6-7		1,602	-1,602	0,1	-0,1				
7-8		3,156	-3,179	0,319	-0,321				
8-9		1,861	-1,343	0,1256	-0,0743				



Moments dans les poteaux du Portique longitudinal:

Niv	Pot	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv ←		Siv →	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	A	0,171	0,224	0,013	0,011	-0,015	-0,007	0,015	0,007	3,24	-2,06	-3,24	2,06
	B	0,055	0,08	0,004	0,0035	-0,004	-0,002	0,004	0,002	3,7	-3,02	-3,7	3,02
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	3,51	-2,64	-3,51	2,64
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,09	-0,138	-0,007	-0,0067	0,008	0,004	-0,008	-0,004	3,82	-3,12	-3,82	3,12
	G	0,09	0,138	0,007	0,0067	-0,008	-0,004	0,008	0,004	"	"	"	"
	H	-0,07	-0,116	-0,006	-0,0053	0,006	0,0038	-0,006	-0,0038	"	"	"	"
	I	0,115	0,153	0,008	0,0075	-0,0097	-0,005	0,0097	0,005	3,34	-2,33	-3,34	2,33
4	A	0,252	0,244	0,012	0,012	-0,0082	-0,0057	0,0082	0,0057	5,1	-4,17	-5,1	4,17
	B	0,09	0,09	0,004	0,004	-0,007	-0,002	0,007	0,002	5,85	-5,85	-5,85	5,85
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	5,57	-5,14	-5,57	5,14
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,155	-0,15	-0,0075	-0,0075	0,005	0,003	-0,005	-0,003	6,03	-6,03	-6,03	6,03
	G	0,155	0,15	0,0075	0,0075	-0,005	-0,003	0,005	0,003	"	"	"	"
	H	-0,13	-0,125	-0,006	-0,006	0,004	0,0029	-0,004	-0,0029	"	"	"	"
	I	0,172	0,167	0,0084	0,0082	-0,005	-0,004	0,005	0,004	5,33	-4,55	-5,33	4,55
3	A	0,244	0,244	0,012	0,012	-0,005	-0,0037	0,005	0,0037	6,24	-5,97	-6,24	5,97
	B	0,09	0,09	0,004	0,004	-0,002	-0,0015	0,002	0,0015	7,76	-7,76	-7,76	7,76
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	7,12	-7,12	-7,12	7,12
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,15	-0,15	-0,0075	-0,0075	0,003	0,0025	-0,003	-0,0025	8,0	-8,0	-8,0	8,0
	G	0,15	0,15	0,0075	0,0075	-0,003	-0,0025	0,003	0,0025	"	"	-8,0	8,0
	H	-0,125	-0,125	-0,006	-0,006	0,0029	0,002	-0,0029	-0,002	"	"	"	"
	I	0,167	0,167	0,0082	0,0082	-0,004	-0,0026	0,004	0,0026	6,56	-6,56	-6,56	6,56
2	A	0,244	0,244	0,012	0,012	-0,0037	-0,002	0,0037	0,002	7,13	-7,13	-7,13	7,13
	B	0,09	0,09	0,004	0,004	-0,0015	-0,006	0,0015	0,006	9	-9	-9	9
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	8,27	-8,27	-8,27	8,27
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,15	-0,15	-0,0075	-0,0075	0,0025	0,0012	-0,0025	-0,0012	9,29	-9,29	-9,29	9,29
	G	0,15	0,15	0,0075	0,0075	-0,0025	-0,0012	0,0025	0,0012	"	"	"	"
	H	-0,125	-0,125	-0,006	-0,006	0,002	0,001	-0,002	-0,001	"	"	"	"
	I	0,167	0,167	0,0082	0,0082	-0,0026	-0,0013	0,0026	0,0013	7,61	-7,61	-7,61	7,61
1	A	0,244	0,294	0,012	0,014	-0,002	0	0,002	0	6,12	-9,63	-6,12	9,63
	B	0,09	0,0948	0,004	0,014	-0,0006	"	0,0006	"	8,22	-10,05	-8,22	10,05
	C	0	0	0	0	0	"	0	"	7,42	-9,86	-7,42	9,86
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,15	-0,155	-0,0075	-0,018	0,0012	"	-0,0012	"	8,39	-10,26	-8,39	10,26
	G	0,15	0,155	0,0075	0,018	-0,0012	"	0,0012	"	"	"	"	"
	H	-0,125	-0,13	-0,006	-0,017	0,001	"	-0,001	"	"	"	"	"
	I	0,167	0,133	0,0082	0,0082	-0,0013	"	0,0013	"	6,73	-9,71	-6,73	9,71



Moments resultants des  $\neq$  Combinaisons dans les Poteaux du Portique longil.

N°	N°	G + 1,2 P		G + P + Sivl + Sin		G + P + Sivl + Sin		G + $\frac{P}{2}$ + Sivl + Sin		G + $\frac{P}{2}$ + Sivl + Sin	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	A	0,186	0,237	-3,041	2,302	3,439	-1,818	-3,081	2,279	3,399	-1,841
	B	0,059	0,084	-3,637	3,105	3,763	-2,935	-3,648	3,098	3,752	-2,942
	C	0	0	-3,51	2,64	3,51	-2,64	-3,51	2,64	3,51	-2,64
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,098	-0,146	-3,925	2,971	3,715	-3,269	-3,903	2,984	3,737	-3,256
	G	0,098	0,146	-3,715	3,268	3,925	-2,972	-3,736	3,255	3,904	-2,985
	H	-0,077	-0,122	-3,902	2,994	3,738	-3,246	-3,885	3,00	3,755	-3,24
	I	0,124	0,162	-3,207	2,495	3,473	-2,165	-3,231	2,479	3,449	-2,181
4	A	0,266	0,258	-4,827	4,483	5,373	-3,857	-4,853	4,41	5,347	-3,83
	B	0,138	0,138	-5,753	5,946	5,946	-5,754	-5,761	5,852	5,889	-5,848
	C	0	0	-5,57	5,14	5,57	-5,14	-5,57	5,14	5,57	-5,14
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,164	-0,164	-6,197	5,86	5,863	-6,2	-6,181	5,881	5,879	-6,179
	G	0,164	0,164	-5,795	6,19	6,265	-5,87	-5,881	6,181	6,179	-5,879
	H	-0,137	-0,132	-6,17	5,896	5,89	-6,164	-6,157	5,906	5,903	-6,154
	I	0,182	0,176	-5,144	4,729	5,516	-4,871	-5,164	4,714	5,496	-4,886
3	A	0,258	0,258	-5,989	6,22	6,491	-5,72	-5,998	6,212	6,482	-5,728
	B	0,138	0,138	-7,664	7,856	7,856	-7,664	-7,671	7,848	7,849	-7,671
	C	0	0	-7,12	7,12	7,12	-7,12	-7,12	7,12	7,12	-7,12
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,164	-0,164	-8,16	7,829	7,84	-8,16	-8,148	7,851	7,851	-8,148
	G	0,164	0,164	-7,839	8,161	8,161	-7,839	-7,851	8,148	8,148	-7,851
	H	-0,132	-0,132	-8,133	7,867	7,867	-8,133	-8,123	7,876	7,877	-8,123
	I	0,176	0,176	-6,58	6,737	6,734	-6,38	-5,395	6,726	6,394	-6,394
2	A	0,258	0,258	-6,87	7,388	7,39	-6,872	-6,887	7,374	7,374	-6,887
	B	0,138	0,138	-8,9	9,09	9,1	-8,1	-8,91	9,09	9,09	-8,1
	C	0	0	-8,27	8,27	8,27	-8,27	-8,27	8,27	8,27	-8,27
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,164	-0,164	-9,45	9,131	9,130	-9,450	-9,439	9,139	9,139	-9,439
	G	0,164	0,164	9,13	9,45	9,45	-9,13	-9,139	9,438	9,438	-9,139
	H	-0,132	-0,132	-9,423	9,157	9,157	-9,423	-9,414	9,164	9,164	-9,414
	I	0,176	0,176	-7,432	7,786	7,786	-7,432	-7,443	7,777	7,777	-7,443
1	A	0,258	0,21	-5,862	9,838	6,378	-9,422	-5,875	9,826	9,365	-9,43
	B	0,138	0,111	-8,125	10,158	8,314	-9,942	-8,127	10,147	8,313	-9,952
	C	0	0	-7,42	9,86	7,42	-9,86	-7,42	9,86	7,42	9,86
	D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	-0,164	-0,176	-8,548	10,08	8,232	-10,44	-8,54	10,1	8,24	10,42
	G	0,164	0,176	-8,231	10,43	8,549	-10,09	-8,229	10,418	8,541	10,102
	H	-0,132	-0,15	-8,522	10,11	8,258	-10,41	-8,515	10,126	8,265	10,394
	I	0,176	0,142	-6,55	9,851	6,73	-9,565	-6,562	9,844	6,898	9,576

# Efforts Normaux Globaux dans les Poteaux du Portique longitudinal.

Pote	niv	Pds Propre			Gr + 1,2 P			Gr + P + Sivl + Sivh			Gr + P + Sivl + Sivh		
		1		2		3		4		5		6	
		N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum
A	5	0	0	0,785	0,785	0,785	3,086	3,086	3,086	2,93	2,93	2,93	
	4	1,2	1,2	"	"	1,985	"	"	4,296	"	"	4,13	
	3	"	2,4	1,593	2,378	4,778	6,198	9,894	12,28	6,642	9,572	11,97	
	2	"	3,6	1,589	3,817	7,577	8,372	19,21	22,91	6,19	19,76	22,36	
	1	"	4,8	"	5,576	10,37	11,21	30,42	35,22	11,10	29,86	34,66	
	0	"	6	"	7,175	13,17	11,37	41,80	47,80	11,29	41,15	47,45	
S	0,6	6,6	1,844	8,019	15,61	1,844	43,64	50,24	1,844	43,00	49,60		
B	5	0	0	2,175	2,175	2,175	4,072	4,072	4,072	3,528	3,528	3,528	
	4	1,2	1,2	"	"	3,775	4,072	"	5,272	"	"	4,728	
	3	"	2,4	4,906	7,481	8,881	7,981	12,05	14,35	7,503	11,03	12,43	
	2	"	3,6	4,9	12,33	16,83	21,33	24,39	24,39	9,935	19,66	23,56	
	1	"	4,8	"	17,98	22,08	10,38	31,77	36,57	10,06	30,03	34,83	
	0	"	6	"	22,18	28,18	10,43	42,21	48,21	10,17	40,20	46,20	
S	0,6	6,6	5,817	27,39	34,59	5,817	48,02	54,62	5,817	46,02	52,62		
C	5	0	0	2,85	2,85	2,85	3,212	3,212	3,212	2,586	2,586	2,586	
	4	1,2	1,2	"	"	4,15	"	4,15	"	"	3,786		
	3	"	2,4	5,691	8,641	11,04	5,312	9,164	11,56	5,388	7,984	10,38	
	2	"	3,6	"	14,33	17,93	5,938	15,18	18,70	5,473	13,45	17,05	
	1	"	4,8	"	20,02	24,82	5,882	21,08	25,88	5,607	13,06	17,86	
	0	"	6,0	"	25,21	34,71	5,923	27,00	33,00	5,626	14,69	20,69	
S	0,6	6,6	7,147	32,86	38,46	7,147	34,15	40,75	7,145	31,83	38,43		
D	5	0	0	2,928	2,928	2,928	3,118	3,118	3,118	2,469	2,469	2,469	
	4	1,2	1,2	"	"	4,128	"	"	4,313	"	"	3,669	
	3	"	2,4	5,654	8,582	10,98	5,774	8,892	11,29	5,224	7,693	10,09	
	2	"	3,6	"	14,23	17,93	5,738	14,62	18,22	5,268	12,96	16,56	
	1	"	4,8	"	18,89	24,69	5,687	20,31	25,41	5,313	18,27	23,07	
	0	"	6	"	25,54	34,54	5,647	25,95	34,95	5,351	23,62	29,62	
S	0,6	6,6	7,104	32,64	39,24	7,104	33,06	39,66	7,104	30,72	37,32		
E	5	0	0	2,966	2,966	2,966	3,248	3,248	3,248	2,619	2,619	2,619	
	4	1,2	1,2	"	"	4,166	"	"	4,448	"	"	3,819	
	3	"	2,4	5,717	8,683	11,08	6,029	8,277	11,67	5,472	8,091	10,49	
	2	"	3,6	"	14,4	18,40	6,043	15,32	19,92	5,576	13,67	17,26	
	1	"	4,8	"	20,11	24,91	6,087	21,41	26,21	5,721	19,38	24,18	
	0	"	6	"	25,83	31,93	6,058	27,47	33,47	5,76	25,14	31,14	
S	0,6	6,6	7,174	33,00	39,60	7,174	34,64	41,24	7,147	32,32	38,92		

Pote	niv	Pds Propre			Gr + 1,2 P			Gr + P + Sivl + Sivh			Gr + P + Sivl + Sivh		
		1		2		3		4		5		6	
		N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum
F	5	0	0	2,248	2,248	2,248	3,765	3,765	3,765	3,278	3,278	3,278	
	4	1,2	1,2	"	"	3,648	"	"	4,955	"	"	4,478	
	3	"	2,4	4,853	6,601	9,001	7,776	11,53	13,93	7,352	10,63	13,03	
	2	"	3,6	"	10,95	14,55	9,961	21,49	25,05	8,152	19,78	23,98	
	1	"	4,8	"	15,30	20,10	10,63	32,12	36,92	10,34	30,12	34,92	
	0	"	6,0	"	19,66	25,66	10,85	42,97	48,87	10,39	40,52	46,52	
S	0,6	6,6	5,203	24,86	31,46	5,203	48,17	54,77	5,203	45,72	52,32		
G	5	0	0	2,22	2,22	2,22	3,777	3,777	3,777	3,387	3,387	3,387	
	4	1,2	1,2	"	"	3,42	"	"	4,877	"	"	4,587	
	3	"	2,4	4,405	6,625	9,025	8,02	11,79	14,19	7,584	10,92	13,32	
	2	"	3,6	"	11,03	14,63	9,807	21,60	25,20	8,446	20,27	23,97	
	1	"	4,8	"	15,43	20,23	11,03	32,63	37,43	10,74	31,11	35,91	
	0	"	6	"	19,84	25,84	11,23	43,87	49,87	10,77	41,89	47,89	
S	0,6	6,6	5,26	25,1	31,7	5,26	49,13	55,73	5,26	47,15	53,75		
H	5	0	0	2,566	2,566	2,566	4,627	4,627	4,627	4,088	4,088	4,088	
	4	1,2	1,2	"	"	3,756	"	"	5,827	"	"	5,298	
	3	"	2,4	4,74	7,296	9,696	9,25	13,97	16,27	8,79	12,88	15,28	
	2	"	3,6	"	12,03	15,63	11,51	25,38	28,98	10,85	23,74	27,34	
	1	"	4,8	"	16,77	21,57	11,46	36,85	41,65	11,16	34,00	38,60	
	0	"	6	"	21,51	27,51	13,02	49,87	55,87	12,77	47,67	53,67	
S	0,6	6,6	5,575	27,09	33,69	5,575	55,65	62,05	5,575	53,25	59,85		
I	5	0	0	0,62	0,62	0,62	3,301	3,301	3,301	2,59	2,59	2,59	
	4	1,2	1,2	"	"	1,82	"	"	4,591	"	"	4,459	
	3	"	2,4	2,275	1,895	4,295	7,674	11,06	13,46	7,568	10,80	13,20	
	2	"	3,6	"	3,17	6,77	10,75	21,82	25,42	10,65	21,46	25,06	
	1	"	4,8	"	4,445	9,245	11,68	33,52	38,32	11,61	33,07	37,87	
	0	"	6	"	5,72	11,72	13,38	46,90	52,90	13,31	46,58	52,62	
S	0,6	6,6	1,452	7,152	13,75	1,452	48,33	49,93	1,452	47,82	49,42		

Moments dans les poutres du portique transversal du bloc A.

n.v	Travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me
5	1-2	-4,62	-5,5	-0,6	-0,502	-1,326	-1,58	1,326	1,58	2,63	-1,66	-2,63	1,66
	2-3	-3,237	-2,008	-0,222	-0,348	-0,912	-0,563	0,912	0,563	3,47	-3,26	-3,47	3,26
	3-4	-3,174	-2,517	-0,275	"	-0,911	-0,72	0,911	0,72	1,98	-3,06	-1,98	3,06
4	1-2	-3,559	-3,843	-1,57	-1,45	-1,12	-1,207	1,12	1,207	5,0	-3,48	-5,0	3,48
	2-3	-1,727	-1,128	-0,443	-0,696	-0,545	-0,355	0,545	0,355	7,27	-7,06	-7,27	7,06
	3-4	-2,227	-1,997	-0,811	-0,909	-0,7	-0,628	0,7	0,628	4,28	-6,01	-4,28	6,01
3	1-2	-3,59	-3,856	-1,57	-1,46	-0,859	-0,924	0,859	0,924	6,98	-5,12	-6,98	5,12
	2-3	-1,688	-1,11	-0,443	-0,696	-0,394	-0,252	0,394	0,252	10,66	-10,29	-10,66	10,29
	3-4	-2,234	-2,02	-0,82	-0,909	-0,537	-0,482	0,537	0,482	8,23	-8,48	-8,23	8,48
2	1-2	-3,59	-3,856	-1,57	-1,46	-0,564	-0,606	0,564	0,606	8,24	-6,24	-8,24	6,24
	2-3	-1,688	-1,11	-0,443	-0,696	-0,264	-0,17	0,264	0,17	12,99	-12,54	-12,99	12,54
	3-4	-2,234	-2,02	-0,82	-0,909	-0,348	-0,331	0,348	0,331	7,59	-10,35	-7,59	10,35
1	1-2	-3,59	-3,856	-1,57	-1,46	-0,295	-0,318	0,295	0,318	8,39	-6,63	-8,39	6,63
	2-3	-1,688	-1,11	-0,443	-0,696	-0,134	-0,086	0,134	0,086	13,82	-11,53	-13,82	11,53
	3-4	-2,234	-2,02	-0,82	-0,909	-0,179	-0,16	0,179	0,16	6,99	-10,07	-6,99	10,07
0	1-2	-3,054	-3,148	-1,05	-1,018	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-3	-0,944	-0,56	-0,17	-0,297	"	"	"	"	"	"	"	"
	3-4	-1,6	-1,53	-0,489	-0,511	"	"	"	"	"	"	"	"

### Efforts tranchants dans les Poutres du Portique longitudinal

N°	L	G + 1,2P		G + P + Siv ↓ + Siv ↑		G + P + Siv ↓ + Siv ↑		G + P/5 + Siv ↑ + Siv ↓		G + P/5 + Siv ↑ + Siv ↓	
		T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1	0,785	-1,436	-1,423	-3,469	3,086	1,051	-1,628	-3,23	2,93	1,289
	2	1,439	-1,486	0,603	-2,513	2,463	-0,658	0,298	-2,198	2,158	-0,538
	3	1,464	-1,464	0,559	-2,559	2,559	-0,559	0,248	-2,248	2,248	-0,248
	4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	5	1,502	-1,425	0,69	-2,428	2,51	-0,608	0,371	-2,126	2,191	-0,506
4	1	0,823	-0,823	-1,393	-3,147	3,147	1,583	-1,567	-2,872	2,972	1,567
	2	1,397	-1,53	0,673	-2,445	2,313	-0,805	0,365	-2,132	2,005	-0,492
	3	1,026	-0,62	-1,638	-3,391	3,222	2,068	-1,854	-3,259	3,606	2,201
	4	1,593	-2,116	-3,542	-7,931	6,798	3,008	-3,698	-7,125	6,642	3,215
	5	2,79	-2,864	0,65	-5,125	5,05	-0,725	0,378	-4,846	4,778	-0,446
3	1	2,827	-2,827	0,547	-5,227	5,227	-0,547	0,272	-4,952	4,952	-0,272
	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	3	2,89	-2,764	0,802	-4,973	5,102	0,673	0,52	-4,703	4,82	-0,403
	4	1,589	-1,589	-3,856	-7,103	7,103	3,856	-4,011	-6,849	6,949	4,011
	5	2,816	-2,837	0,917	-4,857	4,837	-0,987	0,642	-4,581	4,562	-0,661
2	1	1,903	-1,275	-4,426	-7,674	8,313	5,066	-4,61	-7,548	8,129	5,192
	2	1,599	-2,11	-6,078	-9,838	9,322	5,562	-6,21	-9,666	9,19	5,733
	3	2,79	-2,864	-0,501	-6,232	6,159	0,428	-0,731	-5,999	5,928	0,661
	4	2,827	-2,827	-0,634	-6,866	6,366	0,634	-0,866	-6,134	6,134	0,866
	5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
1	1	2,89	-2,764	-0,923	-6,056	6,177	0,446	-0,558	-5,826	5,941	0,674
	2	1,589	-1,589	-6,739	-9,961	9,961	6,739	-6,868	-9,831	9,831	6,868
	3	2,816	-2,837	-0,154	-5,884	5,866	0,194	-0,385	-5,652	5,635	0,368
	4	1,903	-1,275	-7,541	-10,759	1,378	8,161	-7,695	-10,655	11,224	8,265
	5	1,599	-2,11	-7,99	-11,72	11,21	7,48	-8,096	-11,582	11,104	7,618
0	1	2,79	-2,864	-1,334	-7,019	6,946	1,261	-1,518	-6,831	6,762	1,449
	2	2,827	-2,827	-1,556	-7,243	7,243	1,556	-1,743	-7,056	7,056	1,743
	3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	4	2,89	-2,764	-1,146	-6,832	6,954	1,268	-1,995	-6,647	6,765	1,453
	5	1,589	-1,589	-8,7	-11,899	11,898	8,702	-8,806	-11,794	11,794	8,806
0	1	2,816	-2,837	-0,866	-6,551	6,534	0,849	-1,052	-6,364	6,348	1,036
	2	1,903	-1,275	-8,506	-11,699	12,314	9,121	-8,63	-11,614	12,19	9,206
	3	1,599	-2,11	-8,181	-11,887	11,379	7,633	-8,267	-11,777	11,293	7,783
	4	2,79	-2,864	-1,452	-7,1	7,028	1,38	-1,599	-6,951	6,881	1,529
	5	2,827	-2,827	-1,650	-7,303	7,303	1,656	-1,804	-7,155	7,155	1,804
0	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2	2,89	-2,764	-1,245	-6,892	7,015	1,368	-1,395	-6,747	6,975	1,513
	3	1,589	-1,589	-8,819	-12,221	12,221	8,819	-9,128	-11,911	11,911	9,128
	4	2,816	-2,837	-0,985	-6,632	6,614	0,968	-1,138	-6,483	6,467	1,116
	5	1,903	-1,275	-10,208	-13,38	13,991	10,82	-10,307	-12,813	13,893	10,887
0	1	1,844	-2,208	1,82	-2,276	1,82	-2,276	1,726	-2,15	"	"
	2	3,509	-3,505	3,446	-3,53	3,446	-3,53	3,194	-3,27	"	"
	3	3,552	-3,552	3,488	-3,488	3,488	-3,488	3,232	-3,232	"	"
	4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	5	3,622	-3,481	3,557	-3,419	3,557	-3,419	3,295	-3,168	"	"
0	1	1,722	-1,722	1,702	-1,702	1,702	-1,702	1,622	-1,622	"	"
	2	3,588	-3,564	3,175	-3,5	3,175	-3,5	3,219	-3,241	"	"
	3	2,011	-1,482	1,986	-1,417	1,986	-1,417	1,886	-1,357	"	"

Moments dans les poutres du portique transversal du bloc A.

Niv	Poutre	G + 1,2 P			G + P + Siv ↓ + Si H			G + P + Siv ↓ + Si H			G + P + Siv ↑ + Si H			G + P + Siv ↑ + Si H		
		Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me
5	1-2	-5,34	-6,102	2,575	-3,916	-5,242	4,853	-9,176	-5,922	3,883	-1,264	-6,082	0,974	-6,524	-2,762	0,004
	2-3	-3,503	-2,426	-1,286	-0,901	-6,179	-0,905	-7,841	0,341	-1,115	0,923	-5,052	-0,301	-6,017	1,467	-0,511
	3-4	-3,504	-2,934	1,826	-2,38	-6,645	3,422	-6,34	-0,525	2,342	-0,558	-5,204	1,136	-4,518	0,915	0,056
4	1-2	-5,443	-5,583	3,047	-1,249	-9,98	4,871	-11,249	-3,02	3,351	0,991	-7,566	1,965	-9,01	-0,61	0,445
	2-3	-1,816	-1,963	-0,247	4,555	-9,239	0,044	-9,985	4,881	-0,166	5,647	-8,529	-0,936	-3,9	5,59	-0,546
	3-4	-3,20	-3,088	1,863	0,542	-9,544	3,354	-8,018	2,476	1,624	1,894	-8,287	1,666	-6,625	3,732	-0,064
3	1-2	-5,474	-5,608	3,025	0,951	-11,36	4,672	-12,999	-1,12	2,812	2,679	-9,512	3,586	-11,281	0,728	1,726
	2-3	-2,22	-1,945	-0,217	8,135	-12,348	0,093	-13,185	8,232	-0,247	8,927	-11,844	-0,103	-12,4	8,736	-0,393
	3-4	-3,218	-3,111	1,845	2,639	-11,891	3,391	-9,821	5,069	1,141	3,713	-10,926	2,113	-8,747	6,033	-0,137
2	1-2	-5,474	-5,608	3,025	2,516	-12,162	4,373	-13,964	0,318	2,373	3,644	-10,95	2,941	-12,836	1,53	0,941
	2-3	-2,22	-1,945	-0,217	10,595	-14,516	0,068	-15,385	10,564	-0,382	11,127	-14,176	0,132	-14,856	10,904	-0,318
	3-4	-3,218	-3,111	1,845	4,188	-13,61	3,429	-10,992	7,09	0,669	4,884	-12,948	2,585	-10,296	7,752	-0,175
1	1-2	-5,474	-5,608	3,025	2,934	-12,264	3,906	-13,846	0,996	2,146	3,525	-11,628	3,166	-13,255	1,632	1,406
	2-3	-2,22	-1,945	-0,217	11,555	-13,422	0,928	-16,085	9,638	-1,362	11,827	-13,25	1,058	-15,816	9,81	-1,232
	3-4	-3,218	-3,111	1,845	3,757	-13,159	3,385	-10,223	6,981	0,305	4,115	-12,839	2,949	-9,865	7,301	-0,131
0	1-2	-4,374	-4,369	1,981	-4,374	-4,369	1,981	-4,374	-4,369	1,981	-4,374	-4,369	1,981	-4,374	-4,369	1,981
	2-3	-1,148	-0,916	-0,255	-1,148	-0,916	-0,255	-1,148	-0,916	-0,255	-1,148	-0,916	-0,255	-1,148	-0,916	-0,255
	3-4	-2,187	-2,143	1,019	-2,187	-2,143	1,019	-2,187	-2,143	1,019	-2,187	-2,143	1,019	-2,187	-2,143	1,019

Efforts tranchants dans les poutres du portique transversal du bloc A.

niv	travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1-2	6,073	-6,483	0,66	-0,71	1,747	-1,865	-1,747	1,865	-0,89	-0,89	0,89	0,89
	2-3	3,311	-1,945	0,358	-0,218	0,949	-0,563	-0,949	0,563	-2,93	-2,93	2,93	2,93
	3-4	5,126	-4,51	0,55	-0,506	1,443	-1,329	-1,443	1,329	-1,33	-1,33	1,33	1,33
4	1-2	3,553	-4,875	1,692	-1,748	1,313	-1,353	-1,313	1,353	-1,77	-1,77	1,77	1,77
	2-3	2,096	-1,432	0,86	-0,58	0,663	-0,453	-0,663	0,453	-6,23	-6,23	6,23	6,23
	3-4	3,307	-3,164	1,349	-1,291	1,044	-1,001	-1,044	1,001	-2,71	-2,71	2,71	2,71
3	1-2	4,152	-4,276	1,695	-1,745	0,995	-1,025	-0,995	1,025	-2,51	-2,51	2,51	2,51
	2-3	2,085	-1,443	0,86	-0,58	0,501	-0,345	-0,501	0,343	-9,11	-9,11	9,11	9,11
	3-4	3,299	-3,169	1,347	-1,293	0,791	-0,759	-0,791	0,759	-3,87	-3,87	3,87	3,87
2	1-2	4,152	-4,276	1,695	-1,745	0,657	-0,675	-0,657	0,675	-3,02	-3,02	3,02	3,02
	2-3	2,085	-1,443	0,86	-0,58	0,324	-0,227	-0,324	0,227	-11,1	-11,1	11,1	11,1
	3-4	3,299	-3,169	1,347	-1,293	0,516	-0,506	-0,516	0,506	-4,72	-4,72	4,72	4,72
1	1-2	4,152	-4,276	1,695	-1,745	0,339	-0,349	-0,339	0,349	-3,13	-3,13	3,13	3,13
	2-3	2,085	-1,443	0,86	-0,58	0,17	-0,118	-0,17	0,118	-11,02	-11,02	11,02	11,02
	3-4	3,299	-3,169	1,347	-1,293	0,27	-0,258	-0,27	0,258	-4,49	-4,49	4,49	4,49
0	1-2	3,332	-3,376	1,113	-1,127								
	2-3	1,05	-0,624	0,295	-0,155								
	3-4	2,282	-2,238	0,732	-0,72								

## Efforts tranchants dans les poutres du portique transversal du bloc A.

niv	travée	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + S <sub>1H</sub> →		G + P + Siv ↓ + S <sub>1H</sub> ←		G + P + Siv ↑ + S <sub>1H</sub> →		G + P + Siv ↑ + S <sub>1H</sub> ←		G + $\frac{P}{8}$ + Siv ↑ + S <sub>1H</sub> →		G + $\frac{P}{8}$ + Siv ↑ + S <sub>1H</sub> ←	
		T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1-2	6,872	-7,335	7,595	-9,948	9,376	-8,168	4,102	-6,218	5,882	-4,436	3,569	-5,65	5,349	-3,87
	2-3	3,741	-2,207	1,688	-5,93	7,548	0,204	-0,209	-4,529	5,65	1,329	-0,496	-4,355	5,364	1,504
	3-4	5,786	-5,117	5,789	-7,675	8,449	-5,015	2,903	-5,017	5,513	-2,357	2,463	-4,612	5,123	-1,952
4	1-2	5,583	-6,973	4,788	-9,746	8,328	-6,206	2,162	-7,041	5,701	-3,5	0,808	-5,642	4,348	-2,102
	2-3	3,128	-2,128	-2,611	-8,695	9,849	3,765	-3,937	-7,789	8,523	4,671	-4,625	-7,325	7,835	5,135
	3-4	4,926	-4,713	2,99	-8,166	8,41	-2,746	0,902	-6,167	6,322	-0,748	-0,177	-5,131	5,243	0,289
3	1-2	6,186	-6,37	4,332	-9,556	9,352	-4,536	2,342	-7,506	7,362	-2,486	0,986	-6,11	6,006	-1,09
	2-3	3,117	-2,139	-5,664	-11,478	12,556	6,742	-6,666	-10,788	11,554	7,432	-7,354	-10,324	10,866	7,891
	3-4	4,915	-4,721	1,567	-9,091	9,307	-1,351	-0,015	-6,165	7,725	-0,745	-1,093	-6,539	6,647	1,201
2	1-2	6,186	-6,37	3,484	-9,716	9,524	-3,676	2,17	-8,366	8,21	-2,326	0,814	-6,97	6,854	-0,93
	2-3	3,117	-2,139	-7,831	-13,35	14,369	8,85	-8,479	-12,896	13,721	9,304	-9,167	-12,432	13,033	9,768
	3-4	4,915	-4,721	0,442	-9,688	9,882	-0,248	-0,589	-7,573	8,85	0,165	-1,667	-7,642	7,772	1,798
1	1-2	6,186	-6,37	3,056	-9,5	9,316	-3,24	2,378	-8,802	8,638	-2,542	1,022	-7,406	7,282	-1,146
	2-3	3,117	-2,139	-7,905	-13,16	14,135	8,879	-8,245	-12,925	13,795	9,115	-8,933	-12,461	13,107	9,579
	3-4	4,915	-4,721	0,426	-9,21	9,406	-0,23	-0,114	-8,676	8,866	0,763	-1,192	-7,659	7,788	1,320
0	1-2	4,667	-4,728	4,667	-4,728	4,667	-4,728	4,667	-4,728	4,667	-4,728	4,667	-4,728	4,667	-4,728
	2-3	1,404	-0,81	1,404	-0,81	1,404	-0,81	1,404	-0,81	1,404	-0,81	1,404	-0,81	1,404	-0,81
	3-4	3,161	-3,102	3,161	-3,102	3,161	-3,102	3,161	-3,102	3,161	-3,102	3,161	-3,102	3,161	-3,102

Moments flechissants dans les poteaux du portique transversal

niv	Pote	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv <sup>→</sup>		Siv <sup>←</sup>	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	a	4,82	4,67	0,502	0,674	1,320	0,527	-1,326	-0,527	2,63	-4,06	-2,63	1,06
	b	-2,26	-0,997	-0,244	-0,404	-0,639	-0,316	0,639	0,316	5,13	-2,99	-5,13	2,99
	c	1,165	0,518	0,127	0,202	0,326	0,166	-0,326	-0,166	5,24	-3,21	-5,24	3,21
	d	-2,517	-0,941	-0,275	-0,382	-0,72	-0,296	0,72	0,296	3,06	-4,37	-3,06	4,37
4	a	1,182	1,795	0,768	0,734	0,592	0,429	-0,592	-0,429	3,94	-2,5	-3,94	2,5
	b	-1,119	-1,084	-0,454	-0,449	-0,555	-0,255	0,555	0,255	7,66	-6,35	-7,66	6,35
	c	0,581	0,564	-0,227	0,227	0,184	0,127	-0,184	-0,127	8,13	-6,65	-8,13	6,65
	d	-1,066	-1,01	-0,429	-0,41	-0,332	-0,241	0,332	0,241	4,64	-3,1	-4,64	3,1
3	a	1,795	1,795	0,734	0,734	0,429	0,282	-0,429	-0,282	4,49	-3,67	-4,49	3,67
	b	-1,084	-1,084	-0,449	-0,449	-0,255	-0,17	0,255	0,17	9,43	-8,37	-9,43	8,37
	c	0,564	0,564	0,227	0,227	0,127	0,095	-0,127	-0,095	9,87	-8,76	-9,87	8,76
	d	-1,01	-1,01	-0,41	0,41	-0,241	-0,157	0,241	0,157	5,38	-4,4	-5,38	4,4
2	a	1,795	1,795	0,734	0,734	0,282	0,147	-0,282	-0,147	4,57	-5,35	-4,57	5,35
	b	-1,084	-1,084	-0,449	-0,449	-0,17	-0,085	0,17	0,085	10,86	-10,86	-10,86	10,86
	c	0,564	0,564	0,227	0,227	0,085	0,042	-0,085	-0,042	11,37	-11,37	-11,37	11,37
	d	-1,01	-1,01	-0,41	-0,41	-0,157	-0,08	0,157	0,08	5,95	-5,95	-5,95	5,95
1	a	1,795	0,901	0,734	0,3	0,147	0	-0,147	0	3,04	-9,72	-3,04	9,72
	b	-1,084	-0,65	-0,449	-0,213	-0,085	0	0,085	0	9,59	-16,2	-9,59	16,2
	c	0,564	0,31	0,227	0,089	0,042	0	-0,042	0	7,15	-11,7	-7,15	11,7
	d	-1,01	0,451	-0,41	-0,145	-0,08	0	0,08	0	4,12	-9,61	-4,12	9,61

niv	Pote	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>→</sup>		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>←</sup>		G + P + Siv ↑ + Siv <sup>→</sup>		G + P + Siv ↑ + Siv <sup>←</sup>	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	a	5,222	2,467	9,078	1,827	3,818	3,947	6,024	0,226	0,764	2,347
	b	-2,549	-1,482	1,98	-4,707	-8,27	1,273	3,461	-3,752	-6,799	2,228
	c	1,317	0,76	6,858	-2,326	-3,622	4,094	6,104	-2,815	-4,376	3,604
	d	-2,847	-1,399	-0,452	-2,989	-6,572	-0,249	1,208	-2,091	-4,912	0,648
4	a	2,804	2,676	7,182	0,458	-0,698	5,458	5,384	-0,987	-2,496	4,013
	b	-1,664	-1,623	5,732	-8,138	-9,588	4,562	6,805	-7,269	-8,515	5,431
	c	0,853	0,836	9,122	-5,732	-7,138	7,568	8,572	-6,167	-7,687	7,132
	d	-1,571	-1,502	2,823	-4,761	-6,457	1,439	3,83	-3,951	-5,45	2,249
3	a	2,676	2,676	7,438	-0,859	-1,522	6,481	5,893	-2,01	-2,967	5,329
	b	-1,623	-1,623	7,642	-10,073	-11,218	6,667	8,511	-9,373	-10,348	7,366
	c	0,836	0,836	10,788	-7,884	-8,952	9,636	10,352	-8,235	-9,387	9,284
	d	-1,502	-1,502	3,719	-5,977	-7,041	2,823	4,529	-5,336	-6,231	3,465
2	a	2,676	2,96	7,381	-2,674	-1,759	8,026	6,23	-3,555	-2,91	7,145
	b	-1,623	-1,623	9,157	-12,478	-12,563	9,242	9,856	-11,049	-11,864	9,771
	c	0,836	0,836	12,246	-10,537	-10,494	12,203	11,894	-10,803	-10,246	11,937
	d	-1,502	-1,501	4,373	-7,45	-7,527	4,45	5,015	-6,962	-6,885	4,038
1	a	2,676	1,261	5,71	-8,519	-0,364	10,821	4,835	-7,858	-1,245	11,582
	b	-1,623	-0,906	7,072	-17,063	-11,208	15,337	8,501	-16,892	-10,679	15,507
	c	0,836	0,429	7,983	-11,291	-6,317	12,109	7,717	-11,37	-6,583	12,03
	d	-1,502	-0,626	2,62	-10,206	-5,62	9,014	3,108	-10,09	-5,132	9,13



EFFORTS NORMAUX Globaux dans les Poteaux du Portique Transversal

Pte	niv	1		2		1+2	3		1+3	4		1+4
		Poids	Pte Pre	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + $5 \frac{P}{H}$		G + $\frac{P}{5}$ + Siv ↑ + $5 \frac{P}{H}$				
		N	Norm	N	Norm	N	N	Norm	N	N	Norm	N
a	5	0	0	6,872	6,872	6,872	9,376	9,376	9,376	5,349	5,349	5,349
	4	1,2	1,2	"	"	8,072	"	"	10,576	"	"	6,549
	3	"	2,4	5,583	12,455	14,855	8,328	17,704	20,104	4,348	9,697	12,097
	2	"	3,6	6,186	18,641	22,241	9,352	27,056	30,656	6,006	15,703	19,303
	1	"	4,8	"	24,824	29,627	9,254	36,31	41,11	6,854	22,557	27,357
	0	"	6	"	34,013	37,013	9,316	45,626	51,626	7,282	29,839	35,839
	5	0,6	6,6	4,667	35,68	42,28	4,667	50,293	56,893	4,667	34,506	41,106
b	5	0	0	11,076	11,076	11,076	15,716	15,716	15,716	9,234	9,234	9,234
	4	1,2	1,2	"	"	12,276	"	"	16,916	"	"	10,434
	3	"	2,4	10,101	21,177	23,577	16,055	31,771	34,171	5,733	15,057	17,257
	2	"	3,6	9,487	30,664	34,264	17,092	48,863	52,463	11,976	27,033	30,633
	1	"	4,8	"	40,151	44,251	18,045	66,908	71,708	13,963	40,996	45,796
	0	"	6	"	49,638	55,638	17,375	84,283	90,283	14,253	55,249	61,249
	5	0,6	6,6	6,132	55,77	62,37	6,132	90,415	97,015	6,132	61,581	67,981
c	5	0	0	7,988	7,988	7,988	11,719	11,719	11,719	6,818	6,818	6,818
	4	1,2	1,2	"	"	9,188	"	"	22,919	"	"	8,018
	3	"	2,4	7,054	15,042	17,442	11,685	23,404	25,804	7,148	13,966	16,366
	2	"	3,6	"	22,096	25,696	13,045	36,449	40,049	9,231	23,197	26,797
	1	"	4,8	"	29,15	33,95	13,792	50,241	55,041	10,765	33,962	38,762
	0	"	6	3,971	36,204	42,204	13,587	63,828	69,828	11,269	45,231	51,231
	5	0,6	6,6	5,117	40,175	46,775	3,971	67,799	74,399	3,971	49,202	55,802
d	5	0	0	"	5,117	5,117	7,675	7,675	7,675	4,612	4,612	4,612
	4	1,2	1,2	4,713	"	6,217	"	"	8,875	"	"	5,812
	3	"	2,4	4,721	9,83	12,23	8,166	16,841	18,241	5,131	9,743	12,143
	2	"	3,6	"	14,551	18,151	9,091	24,932	28,532	6,539	14,282	18,882
	1	"	4,8	"	19,272	24,072	9,688	34,62	39,42	7,642	23,924	28,724
	0	"	6	"	23,993	29,993	9,21	43,83	49,83	7,659	31,583	37,583
	5	0,6	6,6	3,102	27,095	33,695	3,102	46,932	53,532	3,102	34,685	41,285

Moments dans les Poutres du Portique I.I du Bloc B.

Niv	Elev	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		Mw	Mc	Mw	Mc	Mw	Mc	Mw	Mc	Mw	Mc	Mw	Mc
5	1-2	-1,08	-1,37	-0,107	-0,135	-0,224	-0,281	0,224	0,281	3,552	-4,24	-3,552	4,24
	2-3	-0,986	-1,34	-0,075	-0,133	-0,158	-0,28	0,158	0,28	2,425	-2,03	-2,425	2,03
	3-4	-2,51	-2,1	-0,254	-0,213	-0,536	-0,45	0,536	0,45	4,46	-3,06	-4,46	3,06
4	1-2	-2,18	-2,47	-0,315	-0,352	-0,242	-0,27	0,242	0,27	7,501	-9,73	-7,501	9,73
	2-3	-1,264	-1,88	-0,15	-0,258	-0,115	-0,194	0,115	0,194	5,571	-4,55	-5,571	4,55
	3-4	-4,34	-3,87	-0,665	-0,611	-0,508	-0,47	0,508	0,47	8,887	-6,19	-8,887	6,19
3	1-2	-2,2	-2,47	-0,319	-0,353	-0,186	-0,206	0,186	0,206	11,14	-15,12	-11,14	15,12
	2-3	-1,24	-1,84	-0,147	-0,246	-0,086	-0,144	0,086	0,144	8,65	-7,23	-8,65	7,23
	3-4	-4,86	-4,01	-0,665	-0,617	-0,588	-0,56	0,588	0,56	15,83	-9,17	-15,83	9,17
2	1-2	-2,2	-2,47	-0,319	-0,353	-0,123	-0,136	0,123	0,136	13,71	-19,02	-13,71	19,02
	2-3	-1,24	-1,84	-0,147	-0,246	-0,057	-0,095	0,057	0,095	10,88	-8,88	-10,88	8,88
	3-4	-4,36	-4,01	-0,665	-0,617	-0,257	-0,239	0,257	0,239	19,49	-11,23	-19,49	11,23
1	1-2	-2,2	-2,47	-0,319	-0,353	-0,06	-0,067	0,06	0,067	10,63	-14,08	-10,63	14,08
	2-3	-1,24	-1,84	-0,147	-0,246	-0,028	-0,046	0,028	0,046	8,06	-6,71	-8,06	6,71
	3-4	-4,36	-4,01	-0,665	-0,617	-0,122	-0,113	0,122	0,113	14,74	-8,86	-14,74	8,86
0	1-2	-2,53	-2,55	-0,346	-0,365								
	2-3	-1,08	-1,49	-0,119	-0,188								
	3-4	-4,47	-4,28	-0,684	-0,658								

Niv	Elev	G + 1,2 P			G + P + Siv ↓ + Siv →			G + P + Siv ↓ + Siv ←			G + P + Siv ↑ + Siv →			G + P + Siv ↑ + Siv ←		
		Mw	Mc	Mc	Mw	Mc	Mc	Mw	Mc	Mc	Mw	Mc	Mc	Mw	Mc	Mc
5	1-2	-1,218	-1,532	0,675	2,131	-5,026	0,649	-4,933	2,454	1,337	2,529	-5,464	-0,053	-4,525	3,016	0,655
	2-3	-0,974	-1,5	-0,621	1,412	-3,983	0,358	-3,444	0,277	-0,756	1,728	-3,223	-0,5	-3,13	0,837	-0,858
	3-4	-2,894	-2,555	1,12	1,16	-5,823	2,409	-7,960	0,287	1,007	2,232	-4,823	1,101	-6,888	1,197	-0,289
4	1-2	-2,559	-2,892	1,069	4,564	-12,822	0,093	-10,058	6,638	2,521	5,048	-12,282	-0,551	-9,563	7,178	1,977
	2-3	-1,444	-2,183	-0,932	4,042	-6,977	0,171	-7,099	2,223	-1,193	4,272	-6,489	-0,301	-6,87	2,611	-1,323
	3-4	-5,135	-4,703	1,805	4,485	-11,24	4,087	-15,50	1,139	0,282	5,503	-10,501	2,958	-14,491	2,073	-0,843
3	1-2	-2,583	-2,893	1,059	8,435	-18,149	-0,771	-13,845	12,091	3,209	8,807	-17,337	-1,265	-13,473	12,503	2,715
	2-3	-1,416	-2,135	-0,698	7,177	-9,443	0,054	-10,123	4,098	-1,586	7,549	-9,155	-0,045	-9,851	5,268	-1,485
	3-4	-5,158	-4,75	1,775	10,417	-14,157	5,401	-21,249	4,183	-1,259	11,193	-13,459	4,497	-20,47	4,903	-2,163
2	1-2	-2,528	-2,893	1,059	11,068	-2,979	-1,52	-16,364	16,061	9,79	11,314	-21,707	-1,741	-16,106	16,333	3,468
	2-3	-1,416	-2,135	-0,698	9,436	-11,061	0,318	-12,32	6,699	-1,682	9,55	-10,87	0,252	-12,21	6,889	-1,748
	3-4	-5,159	-4,75	1,775	14,208	-16,09	5,749	-24,74	6,364	2,281	14,722	-15,68	5,445	-24,208	6,842	-2,815
1	1-2	-2,528	-2,893	1,059	8,114	-16,977	-0,64	-13,209	11,19	2,75	8,231	-16,886	-0,8	-13,49	11,324	2,59
	2-3	-1,416	-2,135	-0,698	6,645	-8,842	-0,22	-9,475	4,538	-1,372	6,701	-8,75	-0,058	-9,519	4,67	-1,408
	3-4	-5,158	-4,75	1,775	9,593	-13,6	2,706	-19,287	4,12	1,174	9,837	-13,314	4,45	-19,643	4,346	-1,465
0	1-2	-2,805	-2,888	0,924	-2,805	-2,888	0,924	-2,805	-2,888	0,924	-2,805	-2,888	0,924	-2,805	-2,888	0,924
	2-3	-1,223	-1,716	-0,449	-1,223	-1,716	-0,443	-1,223	-1,716	-0,443	-1,223	-1,716	-0,443	-1,223	-1,716	-0,443
	3-4	-5,291	-5,07	1,585	-5,291	-5,07	1,585	-5,291	-5,07	1,585	-5,291	-5,07	1,585	-5,291	-5,07	1,585

Efforts tranchants dans les Poutres du Portique I.I du Bloc 8

NIV	travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		TW	Te	TW	Te	TW	Te	TW	Te	TW	Te	TW	Te
5	1-2	1,92	-2,08	0,18	-0,20	0,39	-0,42	-0,39	0,42	2,29	2,29	-2,29	-2,29
	2-3	0,57	-1,19	0,04	-0,107	0,09	-0,22	-0,09	0,22	2,47	2,47	-2,47	-2,47
	3-4	2,86	-2,67	0,29	-0,27	0,61	-0,57	-0,61	0,57	1,71	1,71	-1,71	-1,71
4	1-2	3,31	-3,48	0,48	-0,50	0,37	-0,38	-0,37	0,38	5,01	5,01	-5,01	-5,01
	2-3	1,28	-1,97	0,13	-0,24	0,1	-0,18	-0,1	0,18	5,62	5,62	-5,62	-5,62
	3-4	4,66	-4,49	0,71	-0,69	0,55	-0,53	-0,55	0,53	3,67	3,67	-3,67	-3,67
3	1-2	3,32	-3,47	0,48	-0,503	0,28	-0,29	-0,28	0,29	7,72	7,72	-7,72	-7,72
	2-3	1,29	-1,96	0,13	-0,24	0,07	-0,14	-0,07	0,14	8,81	8,81	-8,81	-8,81
	3-4	4,65	-4,49	0,71	-0,69	0,41	-0,40	-0,41	0,40	5,68	5,68	-5,68	-5,68
2	1-2	3,32	-3,47	0,48	-0,50	0,18	-0,19	-0,18	0,19	9,62	9,62	-9,62	-9,62
	2-3	1,29	-1,96	0,13	-0,24	0,05	-0,09	-0,05	0,09	10,98	10,98	-10,98	-10,98
	3-4	4,65	-4,49	0,71	-0,69	0,27	-0,26	-0,27	0,26	6,98	6,98	-6,98	-6,98
1	1-2	3,32	-3,47	0,48	-0,50	0,09	-0,09	-0,09	0,09	7,28	7,28	-7,28	-7,28
	2-3	1,29	-1,96	0,13	-0,24	0,02	-0,04	-0,02	0,04	8,21	8,21	-8,21	-8,21
	3-4	4,65	-4,49	0,71	-0,69	0,13	-0,13	-0,13	0,13	5,36	5,36	-5,36	-5,36
0	1-2	3,35	-3,44	0,48	-0,49								
	2-3	1,40	-1,85	0,15	-0,22								
	3-4	4,61	-4,53	0,703	-0,69								

NIV	t	G + 1/2 P		G + P + Siv ↓ + Siv →		G + P + Siv ↓ + Siv ←		G + P + Siv ↑ + Siv →		G + P + Siv ↑ + Siv ←	
		TW	Te	TW	Te	TW	Te	TW	Te	TW	Te
5	1-2	2,14	-2,35	4,77	-0,43	0,18	-5,01	4,01	0,42	-0,57	-4,15
	2-3	0,62	-1,39	3,18	-0,95	-1,77	-4,00	3,00	1,40	-1,76	-3,54
	3-4	3,21	-3,00	5,47	-1,81	2,05	-5,23	4,25	-0,66	0,83	-4,08
4	1-2	3,89	-4,09	9,17	-0,63	-0,84	-3,58	8,43	1,40	-1,58	-8,61
	2-3	1,44	-2,26	7,14	-3,28	-4,10	-8,02	6,94	3,59	-4,30	-7,65
	3-4	5,51	-5,32	9,60	-2,03	2,24	-9,39	8,50	-0,97	-1,14	-8,33
3	1-2	3,9	-4,08	11,80	-3,45	-3,64	-12	11,24	4,03	-4,20	-11,41
	2-3	1,45	-2,25	10,82	-6,46	-7,51	-11,16	11,16	6,75	-7,46	-10,88
	3-4	5,51	-5,32	11,47	-0,08	0,10	-11,27	10,63	0,89	-0,73	-10,46
2	1-2	3,9	-4,08	15,61	-5,45	-5,63	-13,80	13,24	5,84	-6,01	-13,41
	2-3	1,45	-2,25	12,46	-8,68	-9,50	-13,28	12,36	8,87	-9,60	-13,1
	3-4	5,51	-5,32	12,62	-1,52	-1,33	-12,44	12,07	2,06	-1,88	-11,90
1	1-2	3,9	-4,08	11,18	-3,21	-3,89	-11,56	11	3,40	-3,57	-11,14
	2-3	1,45	-2,25	9,67	-5,95	-6,75	-10,46	9,61	6,01	-6,81	-10,40
	3-4	5,51	-5,32	10,87	-0,04	0,14	-10,68	10,59	0,50	-0,13	-10,42
0	1-2	3,93	-4,04	3,93	-4,04	3,93	-4,04	3,93	-4,04	3,93	-4,04
	2-3	1,58	-2,12	1,58	-2,12	1,58	-2,12	1,58	-2,12	1,58	-2,12
	3-4	5,47	-5,37	5,47	-5,37	5,47	-5,37	5,47	-5,37	5,47	-5,37

Moments dans les poteaux du portique I. I du bloc B.

niv	Pote	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv <sup>+</sup>		Siv <sup>-</sup>	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	a	1,09	1,03	0,107	0,148	0,224	0,114	-0,224	-0,114	2,552	1,522	-3,552	-1,522
	b	-0,58	-0,57	-0,059	-0,095	0,123	-0,073	0,123	0,073	6,672	4,089	-6,672	-4,089
	c	1,17	1,16	0,121	0,193	0,205	0,148	-0,255	-0,148	6,493	3,813	-6,493	-3,813
	d	-2,1	-1,86	-0,213	-0,29	-0,45	-0,221	0,45	0,221	3,064	1,191	-3,064	-1,191
4	a	1,15	1,1	0,166	0,159	0,128	0,093	-0,128	-0,093	5,779	3,852	-5,779	-3,852
	b	-0,64	-0,62	-0,106	-0,103	-0,082	-0,06	0,082	0,06	11,214	9,175	-11,214	-9,175
	c	1,3	1,26	0,217	0,209	0,161	0,122	-0,166	-0,122	10,739	8,786	-10,739	-8,786
	d	-2,1	-2	-0,32	-0,308	-0,248	-0,18	0,248	0,18	4,999	3,064	-4,999	-3,064
3	a	1,1	1,1	0,159	0,159	0,093	0,061	-0,093	-0,061	7,289	5,964	-7,289	-5,964
	b	-0,62	-0,62	-0,103	-0,103	-0,06	-0,04	0,06	0,04	14,609	13,486	-14,609	-13,486
	c	1,26	1,26	0,209	0,209	0,122	0,08	-0,122	-0,08	14,258	12,644	-14,258	-12,644
	d	-2	-2	-0,308	-0,308	-0,18	-0,12	0,18	0,12	6,11	4,999	-6,11	-4,999
2	a	1,1	1,1	0,159	0,159	0,061	0,03	-0,061	-0,03	7,748	7,748	-7,748	-7,748
	b	-0,62	-0,62	-0,103	-0,103	-0,04	-0,02	0,04	0,02	16,425	16,425	-16,425	-16,425
	c	1,26	1,26	0,209	0,209	0,08	0,038	-0,08	-0,038	15,729	15,729	-15,729	-15,729
	d	-2	-2	-0,308	-0,308	-0,12	-0,056	0,12	0,056	6,236	6,755	-6,236	-6,755
1	a	1,1	0,7	0,159	0,102	0,03	0	-0,03	0	2,946	6,874	-2,946	-6,874
	b	-0,62	-0,43	-0,103	-0,072	-0,02	0	0,02	0	5,725	9,749	-5,725	-9,749
	c	1,26	0,88	0,209	0,146	0,038	0	-0,038	0	5,729	9,348	-5,729	-9,348
	d	-2,0	-1,26	-0,308	-0,194	-0,056	0	0,056	0	2,11	7,066	-2,11	-7,066

Moments resultants dans les poteaux des combinaisons.

niv	Pote	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>+</sup>		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>-</sup>		G + P/2 + Siv ↑ + Siv <sup>+</sup>		G + P/2 + Siv ↑ + Siv <sup>-</sup>	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	a	1,218	1,207	4,973	2,814	-2,731	-0,23	4,439	2,467	-2,664	-0,576
	b	-0,651	-0,684	5,91	3,351	-7,434	-4,827	6,203	3,573	-7,14	-4,605
	c	1,353	1,391	8,039	5,314	-4,947	-4,992	7,432	4,863	-5,554	-2,762
	d	-2,355	-2,208	0,301	-1,18	-5,827	-3,562	1,371	-0,506	-4,756	-2,888
4	a	1,349	1,291	7,228	5,204	-4,335	-2,5	6,834	4,891	-4,723	-2,873
	b	-0,767	-0,744	10,386	8,392	-12,042	-9,958	10,635	8,594	-8,793	-9,756
	c	1,56	1,511	12,422	10,377	-9,056	-7,195	11,916	9,966	-9,561	-7,606
	d	-2,484	-2,37	2,331	0,576	-7,617	-5,552	3,083	1,772	-6,915	-4,945
3	a	1,291	1,291	8,641	7,284	-5,937	-4,644	8,327	7,034	-6,20	-4,893
	b	-0,744	-0,744	13,826	12,723	-15,792	-14,249	14,028	12,885	-15,789	-14,087
	c	1,511	1,511	15,849	14,193	-12,667	-11,095	15,437	13,865	-13,078	-11,422
	d	-2,37	-2,37	3,622	2,571	-8,598	-7,427	4,228	3,057	-7,991	-6,941
2	a	1,291	1,291	9,068	9,037	-6,428	-6,459	8,819	8,85	-6,677	-6,646
	b	-0,744	-0,744	15,662	15,682	-17,188	-17,168	15,824	15,804	-17,025	-17,045
	c	1,511	1,511	17,278	17,276	-14,18	-14,222	16,951	16,992	-14,507	-14,465
	d	-2,37	-2,37	3,808	4,391	-8,664	-9,119	4,294	4,75	-8,737	-8,76
1	a	1,291	0,822	4,235	7,676	-5,657	-6,072	3,976	7,594	-1,916	-6,153
	b	-0,744	-0,576	4,982	9,247	-6,468	-10,251	5,104	9,304	-6,346	-10,193
	c	1,511	1,055	7,236	10,374	-4,222	-8,322	6,993	10,257	-4,465	-8,439
	d	-2,37	-1,5	-0,254	5,672	-4,474	-8,52	0,704	5,767	-4,116	-8,365

Combinaisons des efforts normaux dans les poteaux du Portique I

Riv	r	G+1,2P		G+P+Sivd+sin		G+P+Sivd+sin		G+P+Sivd+sin		G+P+Sivd+sin	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1 <sup>2</sup>	2,148	-2,334	4,77	-0,43	0,18	-5,01	3,861	0,592	-0,723	-3,992
	2 <sup>3</sup>	0,624	-1,318	3,18	-0,95	-1,77	-4,00	2,968	1,493	-1,801	-3,463
	3 <sup>4</sup>	3,214	-3,005	5,67	-1,81	2,05	-5,23	4,02	-0,45	0,6	-3,869
4	1 <sup>2</sup>	3,892	-4,09	9,17	-0,63	-0,84	-9,38	8,049	1,811	-1,97	-8,21
	2 <sup>3</sup>	1,443	-2,266	7,14	-3,28	-4,10	-8,02	6,837	3,792	-4,413	-7,458
	3 <sup>4</sup>	5,519	-5,322	9,60	-2,03	2,24	-9,39	7,931	-0,42	0,575	-7,776
3	1 <sup>2</sup>	3,9	-4,082	11,80	-3,45	-3,64	-12	10,86	4,438	-4,589	-11,011
	2 <sup>3</sup>	1,459	-2,255	10,82	-6,46	-7,31	-11,16	10,061	6,949	-7,572	-10,684
	3 <sup>4</sup>	5,513	-5,328	11,47	-0,08	0,10	-11,27	10,064	1,453	-1,302	-9,912
2	1 <sup>2</sup>	3,9	-4,082	13,61	-5,45	-5,63	-13,80	12,858	6,242	-6,397	-13,013
	2 <sup>3</sup>	1,459	-2,255	12,46	-8,68	-9,50	-13,28	12,253	9,066	-9,712	-12,903
	3 <sup>4</sup>	5,513	-5,328	12,62	-1,52	-1,33	-12,44	11,505	2,616	-2,461	-11,346
1	1 <sup>2</sup>	3,9	-4,082	11,18	-3,27	-3,39	-11,36	10,613	3,803	-3,962	-10,772
	2 <sup>3</sup>	1,459	-2,255	9,67	-5,95	-6,75	-10,46	9,502	6,271	-6,918	-10,21
	3 <sup>4</sup>	5,513	-5,328	10,87	-0,04	0,14	-10,68	10,026	0,861	-0,702	-9,866
0	1 <sup>2</sup>	3,93	-4,045	3,449	-3,546	3,449	-3,546	3,449	-3,546	3,449	-3,546
	2 <sup>3</sup>	1,581	-2,128	1,431	-1,908	1,431	-1,908	1,431	-1,908	1,431	-1,901
	3 <sup>4</sup>	5,47	-5,371	4,761	-4,672	4,761	-4,672	4,761	-4,672	4,761	-4,672

Pot	Riv	1		2		3		4		5		
		N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	N	Ncum	
a	5	0	0	2,148	2,148	2,148	4,772	4,772	4,772	3,861	3,861	3,861
	4	1,2	1,2	2,148	2,148	3,348	4,772	4,772	5,97	3,861	3,861	5,061
	3	1,2	2,4	3,892	6,04	8,44	9,177	13,95	16,35	8,049	11,91	14,31
	2	1,2	3,6	3,9	9,94	13,54	11,609	25,758	29,358	10,86	22,77	26,37
	1	1,2	4,8	3,9	13,84	17,64	23,617	39,57	44,175	12,858	35,628	40,428
	0	0,2	6,0	3,9	17,74	23,74	11,184	50,56	56,56	10,613	46,241	52,241
	5	0,6	6,6	3,93	21,67	28,27	3,93	54,49	61,09	3,93	50,77	56,77
b	5	0	0	2,958	2,958	2,958	3,615	3,615	3,615	2,191	2,191	2,191
	4	2,24	2,24	2,958	2,958	5,198	3,615	3,615	5,855	2,191	2,191	4,431
	3	2,24	4,48	5,533	8,491	12,971	6,508	10,123	14,603	3,797	5,983	10,468
	2	2,24	6,72	5,542	14,032	20,752	6,873	16,996	23,716	3,439	9,427	16,147
	1	2,24	8,96	5,542	19,573	28,533	7,011	24,007	32,917	3,301	12,728	21,688
	0	2,24	11,2	5,541	25,114	36,314	6,459	30,466	41,666	3,854	16,582	27,782
	5	1,12	12,32	5,626	30,74	43,06	5,626	36,092	48,414	5,626	22,208	34,528
c	5	0	0	4,632	4,632	4,632	6,06	6,06	6,06	2,527	2,527	2,527
	4	2,24	2,24	4,632	4,632	6,872	6,06	6,06	8,3	2,527	2,527	4,767
	3	2,24	4,47	7,785	12,417	16,897	10,278	16,338	20,818	4,739	6,666	11,146
	2	2,24	6,72	7,788	20,155	26,875	11,269	27,607	34,327	3,115	9,781	16,501
	1	2,24	8,96	7,788	27,893	36,853	11,943	39,55	48,51	2,439	12,22	21,18
	0	2,24	11,2	7,788	35,631	46,831	10,609	50,159	61,359	3,815	16,035	27,235
	5	1,12	12,32	7,598	43,23	55,55	7,598	57,757	70,77	7,598	23,633	35,953
d	5	0	0	3,005	3,005	3,005	5,235	5,235	5,235	0,45	0,45	0,45
	4	1,2	1,2	3,005	3,005	4,205	5,235	5,235	6,435	0,45	0,45	1,65
	3	1,2	2,4	5,322	8,327	10,727	9,394	14,628	17,029	0,42	0,87	3,27
	2	1,2	3,6	5,328	13,655	17,255	11,277	25,906	28,506	9,912	10,782	14,382
	1	1,2	4,8	5,328	18,983	23,783	12,44	38,346	43,136	11,346	22,128	26,928
	0	1,2	6,0	5,328	24,311	30,311	10,685	49,031	55,031	9,86	31,999	37,999
	5	0,6	6,6	5,371	29,682	36,282	5,371	54,402	61,002	5,371	37,359	43,96

Moments dans les Poutres du Portique II. II du Bloc B

Niv	G			P			Siv ↓			Siv ↑			Siv <sup>→</sup>			Siv <sup>←</sup>			
	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	
5	1.2	-1.28	-1.04	-0.407	-0.465	-0.376	-0.335	-0.304	0.375	0.304	2.228	0.713	-2.268	-0.713	-2.268	-0.713	0.203	0.203	0.203
	2.3	-1.04	-2.34	-0.445	-0.332	-0.304	-0.674	0.304	0.304	0.674	0.713	-0.203	-2.869	0.203	2.869	0.203	0.203	0.203	0.203
	3.4	-2.22	-2.71	-0.332	-0.33	-0.674	-0.823	0.674	0.823	0.674	0.203	-2.869	0.203	2.869	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203
4	1.2	-1.84	-1.02	-0.446	-0.214	-0.336	-0.224	-0.224	0.36	0.224	3.45	0.984	-3.13	-0.984	-3.13	-0.984	-3.13	-0.984	-3.13
	2.3	-1.82	-2.16	-0.333	-0.214	-0.333	-0.224	-0.224	0.36	0.224	3.45	0.984	-3.13	-0.984	-3.13	-0.984	-3.13	-0.984	-3.13
	3.4	-2.16	-2.73	-0.333	-0.214	-0.333	-0.224	-0.224	0.36	0.224	3.45	0.984	-3.13	-0.984	-3.13	-0.984	-3.13	-0.984	-3.13
3	1.2	-1.82	-1.02	-0.448	-0.214	-0.214	-0.228	-0.215	0.228	0.215	3.886	1.206	-3.886	-1.206	-3.886	-1.206	0.345	0.345	0.345
	2.3	-1.02	-2.16	-0.214	-0.333	-0.214	-0.228	-0.215	0.228	0.215	3.886	1.206	-3.886	-1.206	-3.886	-1.206	0.345	0.345	0.345
	3.4	-2.16	-2.76	-0.333	-0.214	-0.333	-0.228	-0.215	0.228	0.215	3.886	1.206	-3.886	-1.206	-3.886	-1.206	0.345	0.345	0.345
2	1.2	-1.32	-1.02	-0.448	-0.214	-0.307	-0.144	-0.144	0.144	0.144	4.116	1.295	-4.116	-1.295	-4.116	-1.295	0.369	0.369	0.369
	2.3	-1.02	-2.16	-0.214	-0.333	-0.144	-0.307	0.144	0.144	0.307	4.116	1.295	-4.116	-1.295	-4.116	-1.295	0.369	0.369	0.369
	3.4	-2.16	-2.76	-0.333	-0.214	-0.307	-0.144	-0.307	0.144	0.307	4.116	1.295	-4.116	-1.295	-4.116	-1.295	0.369	0.369	0.369
1	1.2	-1.02	-1.02	-0.448	-0.214	-0.092	-0.071	-0.071	0.071	0.071	4.034	2.288	-4.034	-2.288	-4.034	-2.288	1.034	1.034	1.034
	2.3	-1.02	-2.16	-0.214	-0.333	-0.071	-0.144	0.071	0.071	0.144	4.034	2.288	-4.034	-2.288	-4.034	-2.288	1.034	1.034	1.034
	3.4	-2.16	-2.76	-0.333	-0.214	-0.071	-0.144	0.071	0.071	0.144	4.034	2.288	-4.034	-2.288	-4.034	-2.288	1.034	1.034	1.034
0	1.2	-1.54	-1.018	-0.486	-0.367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.3	-1.018	-2.16	-0.367	-0.396	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.4	-2.16	-2.78	-0.396	-1.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Niv	G + 1,2 P			G + P + Siv ↓ + Siv ↑			G + P + Siv ↓ + Siv ↑			G + P + Siv ↑ + Siv ↓			G + P + Siv ↑ + Siv ↓				
	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt	Mw	Me	Mt		
5	1.2	-1.44	-1.21	0.745	0.606	-0.776	0.635	-4.03	-2.202	0.945	1.256	0.168	1.751	-3.88	-1.594	-1.229	
	2.3	-1.21	-2.604	-1.47	0.776	-3.117	-1.118	-2.022	-3.011	-1.228	-0.168	-2.049	-1.935	-1.984	-1.663	-1.845	
	3.4	-2.604	-3.178	-1.08	-3.117	-6.191	3.089	-3.011	-1.655	6.169	-2.049	-1.935	-1.813	-1.663	-0.931	1.428	
4	1.2	-1.881	-1.277	1.093	0.984	-0.627	3.45	-5.272	-2.485	0.664	1.704	-0.027	2.656	-4.556	-1.94	-1.428	
	2.3	-1.277	-2.56	-1.34	0.984	-3.33	0.914	-2.485	-2.83	-1.616	-0.027	-2.166	-1.116	-1.941	-1.59	-1.818	
	3.4	-2.56	-3.93	-1.745	-3.302	-7.636	9.673	-2.485	-1.374	7.085	-2.166	-0.027	-2.166	-1.116	-1.594	0.196	
3	1.2	-1.886	-1.277	1.088	1.756	-0.243	3.816	-5.916	-2.615	-1.222	2.316	0.197	3.188	-5.356	-2.22	-1.854	
	2.3	-1.277	-2.56	-1.34	0.984	-3.305	-0.855	-2.615	-1.715	0.191	-2.311	-1.013	-2.229	-1.801	-1.873		
	3.4	-2.56	-3.95	-1.745	-3.305	-8.16	3.081	-2.445	-0.508	2.265	-2.911	-6.972	1.773	-1.681	0.68	5.953	
2	1.2	-1.896	-1.277	1.088	2.143	-0.083	3.896	-6.102	-2.673	-1.515	2.502	0.205	3.476	-5.73	-2.38	-1.934	
	2.3	-1.277	-2.56	-1.34	0.983	-3.169	-0.85	-2.673	-2.431	-1.776	0.205	-2.555	-0.956	-2.388	-1.817	-1.882	
	3.4	-2.56	-3.95	-1.745	-3.169	-8.214	2.708	-2.431	-0.822	2.192	-2.555	-0.956	-2.388	-1.817	0.754	6.322	
1	1.2	-1.966	-1.277	1.088	-5.18	-2.339	-1.075	1.396	-0.271	3.247	-4.946	-2.047	-1.787	-1.285	-1.58	-0.129	3.077
	2.3	-1.277	-2.56	-1.34	-2.339	-4.309	-1.911	-0.271	-2.918	0.913	-2.197	2.047	-1.787	-0.129	-2.637	-1.021	
	3.4	-2.56	-3.95	-1.745	-4.309	-8.654	6.523	-1.911	-0.271	2.918	-2.197	2.047	-1.787	-0.129	-2.637	-1.021	
0	1.2	-1.933	-1.468	1.079	-1.923	-1.468	1.079	-1.923	-1.468	1.079	-1.923	-1.468	1.079	-1.923	-1.468	1.079	
	2.3	-1.468	-3.114	-1.339	-1.468	-3.114	-1.339	-1.468	-3.114	-1.339	-1.468	-3.114	-1.339	-1.468	-3.114	-1.339	
	3.4	-3.114	-4.01	-1.468	-3.114	-4.01	-1.468	-3.114	-4.01	-1.468	-3.114	-4.01	-1.468	-3.114	-4.01	-1.468	

Efforts tranchants dans les Poutres du Portique I.I du Bloc B.

niv	travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		Tw	Tc	Tw	Tc	Tw	Tc	Tw	Tc	Tw	Tc	Tw	Tc
5	1.2	2,240	-2,091	0,267	-0,291	0,603	-0,557	-0,603	0,557	-0,408	-0,468	0,468	0,468
	2.3	-0,44	-0,826	0,016	-0,21	0,037	-0,44	-0,037	0,44	"	"	"	"
	3.4	5,214	-6,053	0,426	-0,46	0,894	-0,967	-0,894	0,967	"	"	"	"
4	1.2	2,215	-2,026	0,738	-0,616	0,561	-0,506	-0,561	0,506	-0,646	-0,646	0,646	0,646
	2.3	-0,426	-0,824	0,224	-0,257	0,0366	-0,414	-0,0366	0,414	"	"	"	"
	3.4	5,631	-5,941	0,343	-1,232	0,81	-0,89	-0,81	0,89	"	"	"	"
3	1.2	2,218	-2,021	0,739	-0,615	0,433	-0,39	-0,433	0,39	-0,791	-0,791	0,791	0,791
	2.3	-0,426	-0,841	0,225	-0,257	0,031	-0,311	-0,031	0,311	"	"	"	"
	3.4	5,63	-5,91	0,94	-1,275	0,619	-0,681	-0,619	0,681	"	"	"	"
2	1.2	2,218	-2,021	0,739	-0,615	0,287	-0,26	-0,287	0,26	-0,848	-0,848	0,848	0,848
	2.3	-0,426	-0,841	0,226	-0,257	0,026	-0,207	-0,026	0,207	"	"	"	"
	3.4	5,63	-5,91	0,94	-1,275	0,405	-0,445	-0,405	0,445	"	"	"	"
1	1.2	2,218	-2,021	0,739	-0,615	0,144	-0,13	-0,144	0,13	0,678	0,678	-0,678	-0,678
	2.3	-0,426	-0,841	0,225	-0,257	0,01	-0,098	-0,01	0,098	"	"	"	"
	3.4	5,63	-5,91	0,94	-1,278	0,2	-0,22	-0,2	0,22	"	"	"	"
0	1.2	2,22	-2,024	0,738	-0,669	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.3	-0,427	-0,841	0,054	-0,238	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.4	5,618	-5,921	1,051	-1,164	0	0	0	0	0	0	0	0

niv	t	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + Siv →		G + P + Siv ↓ + Siv ←		G + P + Siv ↑ + Siv →		G + P + Siv ↑ + Siv ←	
		Tw	Tc	Tw	Tc	Tw	Tc	Tw	Tc	Tw	Tc
5	1.2	2,36	-2,439	2,642	-3,406	3,578	-2,47	1,436	-2,282	2,372	-1,356
	2.3	-0,424	-1,124	-0,855	-1,998	0,081	-1,062	-0,929	-1,102	-0,007	-0,166
	3.4	6,325	-6,605	6,666	-7,948	7,602	-7,012	4,878	-6,014	5,814	-5,078
4	1.2	3,16	-2,764	2,975	-3,792	4,209	-2,502	1,793	-2,78	3,087	-1,49
	2.3	-0,202	-1,249	-0,879	-2,257	0,479	-0,967	-0,881	-1,429	0,409	-0,139
	3.4	6,762	-7,437	6,739	-8,718	8,029	-7,428	5,119	-6,938	6,409	-5,648
3	1.2	3,166	-2,759	2,649	-3,877	4,231	-2,235	1,783	-3,037	3,365	-1,455
	2.3	-0,201	-1,269	-0,967	-2,3	0,621	-0,718	-1,023	-1,678	0,559	-0,096
	3.4	6,758	-7,44	6,398	-8,657	7,98	-7,075	5,16	-7,205	6,742	-5,713
2	1.2	3,166	-2,759	2,446	-3,714	4,142	-2,048	1,926	-3,194	3,548	-1,528
	2.3	-0,201	-1,269	-1,023	-2,253	0,673	-0,557	-1,075	-1,839	0,621	-0,143
	3.4	6,758	-7,44	6,127	-8,478	7,823	-6,782	5,317	-7,588	7,073	-5,892
1	1.2	3,166	-2,759	3,227	-2,088	2,473	-3,444	3,539	-1,828	2,185	-3,184
	2.3	-0,201	-1,269	0,487	-0,678	-0,869	-1,970	0,467	-0,422	-0,889	-1,778
	3.4	6,758	-7,44	7,448	-6,727	6,092	-8,083	7,048	-6,287	5,698	-7,643
0	1.2	3,106	-2,872	3,106	-2,812	3,106	-2,812	3,106	-2,812	3,106	-2,812
	2.3	0,491	-1,474	0,491	-1,474	0,491	-1,474	0,491	-1,474	0,491	-1,474
	3.4	6,879	-7,317	6,879	-7,317	6,879	-7,317	6,879	-7,317	6,879	-7,317

Moments dans les poteaux du Portique II-II du bloc B.

niv	Pote	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>
5	A	1,28	0,62	1,8	0,224	0,375	0,169	-0,375	-0,169	2,268	-0,408	-2,268	0,408
	D	-1,31	-1,28	-0,39	-0,47	0,823	-0,365	0,823	0,365	0	"	0	0
4	A	0,69	0,66	0,25	0,24	0,19	0,14	-0,19	-0,14	3,238	0,809	-3,238	-0,809
	D	-1,44	-1,37	-0,53	-0,505	-0,41	-0,296	0,41	0,296	"	"	"	"
3	A	0,66	0,66	0,24	0,24	0,14	0,093	-0,14	-0,093	3,027	2,476	-3,027	-2,476
	D	-1,37	-1,37	-0,505	-0,505	-0,296	-0,194	0,296	0,194	"	"	"	"
2	A	0,66	0,66	0,24	0,24	0,093	0,046	-0,093	-0,046	1,64	4,92	-1,64	-4,92
	D	-1,37	-1,37	-0,505	-0,505	-0,194	-0,096	0,194	0,096	"	"	"	0
1	A	0,66	0,403	0,24	0,146	0,046	0	-0,046	0	-8,208	35,568	8,208	-35,568
	D	-1,37	-0,83	-0,505	-0,307	-0,096	0	0,096	0	"	"	"	0

Moments resultants dans les poteaux des differentes combinaisons.

niv	Pote	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + Siv →		G + P + Siv ↓ + Siv ←		G + P + Siv ↑ + Siv →		G + P + Siv ↑ + Siv ←	
		M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>N</sub>	M <sub>S</sub>
5	A	3,44	0,889	5,723	0,905	1,187	1,127	3,533	0,388	-1,003	0,663
	D	-3,178	-1,844	1,655	-2,223	-6,191	-2,007	-0,303	-1,117	-4,233	-0,901
4	A	0,99	0,948	4,368	1,849	-2,108	0,231	3,788	1,377	-2,688	-0,241
	D	-2,076	-1,976	0,858	1,362	-5,618	-2,98	2,102	-0,366	-4,374	-1,984
3	A	0,948	0,948	4,067	3,469	-1,987	-1,483	3,595	3,091	-2,459	-1,861
	D	-1,976	-1,976	0,856	0,407	-5,198	-4,545	1,852	1,199	-4,202	-3,753
2	A	0,948	0,948	2,633	5,866	-0,947	-3,974	2,255	5,582	-1,025	-4,258
	D	-1,976	-1,976	0,429	2,949	-3,709	-6,891	0,363	3,545	-2,917	-6,295
1	A	0,948	0,578	-7,262	36,117	9,154	-35,019	-7,546	36,0	8,87	-35,135
	D	-1,976	-1,198	-10,179	34,431	6,237	-36,705	-9,583	34,676	6,833	-36,46



Efforts tranchants resultants des  $\neq$  Combinaisons.

Niveau	C	G+1,2P		G+P+Siv $\downarrow$ +Siv $\uparrow$		G+P+Siv $\downarrow$ +Siv $\uparrow$		G+ $\frac{P}{2}$ +Siv $\uparrow$ +Siv $\uparrow$		G+ $\frac{P}{2}$ +Siv $\uparrow$ +Siv $\downarrow$	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1 <sup>2</sup>	2,56	-2,439	2,642	-3,406	3,578	-2,47	1,222	-2,29	2,158	-1,123
	2 <sup>2</sup>	-0,424	-1,124	-0,855	-1,998	0,081	-1,062	-0,92	-1,1	-0,02	-0,15
	3 <sup>2</sup>	6,325	-6,605	6,666	-7,948	7,602	-7,012	4,74	-5,646	5,81	-4,71
4	1 <sup>2</sup>	3,16	-2,764	2,915	-3,792	4,209	-2,502	1,162	-2,78	2,456	-1,49
	2 <sup>2</sup>	-0,202	-1,269	-0,811	-2,257	0,479	-9,67	-0,881	-1,429	0,409	-0,139
	3 <sup>2</sup>	6,762	-7,437	6,739	-8,718	8,029	-7,428	5,179	-5,92	6,4	-4,63
3	1 <sup>2</sup>	3,166	-2,759	2,649	-3,817	4,231	-2,235	1,152	-3,03	2,734	-1,45
	2 <sup>2</sup>	-0,207	-1,269	-0,961	-2,3	0,621	-0,718	-1,023	-1,67	0,55	-0,096
	3 <sup>2</sup>	6,758	-7,44	6,398	-8,657	4,98	-7,075	5,16	-6,275	6,74	-4,693
2	1 <sup>2</sup>	3,166	-2,759	-2,446	-3,714	4,142	-2,048	1,295	-3,19	2,937	-1,528
	2 <sup>2</sup>	-0,207	-1,269	-1,023	-2,253	0,673	-0,557	-1,07	-1,83	0,621	-0,943
	3 <sup>2</sup>	6,758	-7,44	6,127	-8,478	7,823	-6,782	5,317	-6,568	7,01	-4,872
1	1 <sup>2</sup>	3,166	-2,759	-3,827	-2,088	2,473	-3,444	2,908	-1,828	1,554	-3,184
	2 <sup>2</sup>	-0,207	-1,269	0,487	-0,618	-0,869	-1,974	0,467	-0,422	-0,88	-1,77
	3 <sup>2</sup>	6,758	-7,44	7,448	-6,727	6,092	-8,083	7,04	-5,267	5,69	-6,623
0	1 <sup>2</sup>	3,106	-2,812	3,106	-2,812	3,106	-2,812	3,106	-2,812	3,106	-2,812
	2 <sup>2</sup>	0,491	-1,474	0,491	-1,474	0,491	-1,474	0,491	-1,474	0,491	-1,474
	3 <sup>2</sup>	6,879	-7,317	6,879	-7,317	6,879	-7,317	6,879	-7,317	6,879	-7,317

Efforts normaux Globaux dans les poteaux du portique I-II.

Pote	Niv	1		2		1+2		3		1+3		4		1+4	
		N	Ncum	N	Ncum	N	N	Ncum	N	N	Ncum	N	N	Ncum	N
5	0	0	0	2,56	2,56	2,56	3,578	3,578	3,578	2,158	2,158	2,158	2,158	2,158	2,158
	1	2,04	2,04	2,56	2,56	4,6	3,578	3,578	5,618	2,158	2,158	4,198	2,158	2,158	4,198
	2	"	4,08	3,16	5,72	9,8	4,209	7,787	11,867	2,456	4,614	8,694	2,456	4,614	8,694
	3	"	6,12	3,166	8,886	15,006	4,231	12,018	18,138	2,734	7,348	13,468	2,734	7,348	13,468
	4	"	8,16	5,166	12,052	20,212	4,142	16,16	24,32	2,937	10,285	18,445	2,937	10,285	18,445
	5	"	10,2	3,166	15,218	25,418	3,827	19,987	30,187	2,908	13,193	23,393	2,908	13,193	23,393
4	0	0	0	6,605	6,605	6,605	7,948	7,948	7,948	5,646	5,646	5,646	5,646	5,646	
	1	2,04	2,04	6,605	6,605	8,645	7,948	7,948	9,988	5,646	5,646	7,686	5,646	7,686	
	2	"	4,08	7,437	14,042	18,122	8,717	16,665	20,745	5,92	11,566	15,646	5,92	11,566	
	3	"	6,12	7,44	21,482	27,602	8,657	25,322	31,442	6,275	17,847	23,961	6,275	17,847	
	4	"	8,16	7,44	28,922	37,082	8,478	33,8	41,96	6,598	24,439	32,6	6,598	24,439	
	5	"	10,2	7,44	36,362	46,562	8,083	41,883	52,083	6,623	31,062	41,262	6,623	31,062	
3	0	0	0	7,317	7,317	7,317	8,717	8,717	8,717	7,317	7,317	7,317	7,317	7,317	
	1	2,04	2,04	7,317	7,317	9,357	8,717	8,717	10,757	7,317	7,317	9,357	7,317	9,357	
	2	"	4,08	7,317	14,634	18,722	8,717	16,665	20,745	7,317	11,566	15,646	7,317	11,566	
	3	"	6,12	7,317	21,951	27,839	8,717	25,322	31,442	6,275	17,847	23,961	6,275	17,847	
	4	"	8,16	7,317	29,268	37,156	8,717	33,8	41,96	6,598	24,439	32,6	6,598	24,439	
	5	"	10,2	7,317	36,585	46,473	8,717	41,883	52,083	6,623	31,062	41,262	6,623	31,062	

Moments dans les poutres du portique IV-IV du bloc B.

niv	Travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv <sup>→</sup>		Siv <sup>←</sup>	
		Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me
5	1-2	-0,152	-0,462	-0,012	-0,012	-0,026	-0,026	0,026	0,026	4,784	-4,784	-4,784	4,784
4	1-2	-0,342	-0,342	-0,036	-0,036	-0,028	-0,028	0,028	0,028	10,977	-10,977	-10,977	10,977
3	1-2	-0,346	-0,346	-0,037	-0,037	-0,022	-0,022	0,022	0,022	16,398	-16,398	-16,398	16,398
2	1-2	"	"	"	"	-0,015	-0,015	0,015	0,015	20,08	-20,08	-20,08	20,08
1	1-2	"	"	"	"	-0,008	-0,008	0,008	0,008	15,36	-15,36	-15,36	15,36
0	1-2	-0,376	-0,376	-0,040	-0,040	0	0	0	0	0	0	0	0

niv	Travée	G + 1,2 P			G + P + Siv ↓ + Siv <sup>→</sup>			G + P + Siv ↓ + Siv <sup>←</sup>			G + P + Siv ↑ + Siv <sup>→</sup>			G + P + Siv ↑ + Siv <sup>←</sup>		
		Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me
5	1-2	-0,167	-0,167	0,258	4,045	-4,888	0,315	-4,888	4,045	0,315	4,645	-4,922	0,189	-4,922	4,645	0,189
4	1-2	-0,386	-0,386	0,466	10,57	-11,58	0,505	-11,58	10,57	0,505	10,62	-11,52	0,389	-11,52	10,62	0,389
3	1-2	-0,39	-0,39	0,458	15,933	-16,80	0,487	-16,80	15,933	0,487	16,03	-16,75	0,399	-16,75	16,03	0,399
2	1-2	"	"	"	19,67	-20,47	0,473	-20,47	19,67	0,473	19,71	-20,44	0,413	-20,44	19,71	0,413
1	1-2	"	"	"	14,909	-15,75	0,459	-15,75	14,909	0,458	14,93	-15,73	0,428	-15,73	14,93	0,428
0	1-2	-0,424	-0,424	0,428	-0,424	-0,424	0,413	-0,424	-0,424	0,413	-0,424	-0,424	0,413	-0,424	-0,424	0,413

Efforts tranchants dans les poutres du portique IV-IV

niv	Travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv <sup>→</sup>		Siv <sup>←</sup>	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1-2	0,828	-0,828	0,068	-0,068	0,139	-0,139	-0,139	0,139	5,315	5,315	-5,315	-5,315
4	1-2	1,584	-1,584	0,168	-0,168	0,129	-0,129	-0,129	0,129	12,196	12,196	-12,196	-12,196
3	1-2	"	"	"	"	0,098	-0,098	-0,098	0,098	18,22	18,22	-18,22	-18,22
2	1-2	"	"	"	"	0,066	-0,066	-0,066	0,066	22,311	22,311	-22,311	-22,311
1	1-2	"	"	"	"	0,032	-0,032	-0,032	0,032	17,066	17,066	-17,066	-17,066
0	1-2	"	"	"	"	0	0	0	0	0	0	0	0

niv	Travée	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>→</sup>		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>←</sup>		G + P + Siv ↑ + Siv <sup>→</sup>		G + P + Siv ↑ + Siv <sup>←</sup>	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1-2	0,94	-0,94	6,35	4,28	-4,28	-6,35	6,042	4,558	-4,558	-6,042
4	1-2	1,787	-1,787	14,078	10,314	-10,314	-14,078	13,82	10,572	-10,572	-13,82
3	1-2	"	"	20,071	16,369	-16,369	-20,071	19,875	16,565	-16,565	-19,875
2	1-2	"	"	24,13	20,492	-20,492	-24,13	23,998	20,624	-20,624	-23,998
1	1-2	"	"	18,851	15,281	-15,281	-18,851	18,787	15,345	-15,345	-18,787
0	1-2	"	"	1,787	-1,787	1,787	-1,787	1,787	-1,787	1,787	-1,787

Moments dans les poteaux du portique III du Sbc B.

niv	Pte	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	B	0,152	0,161	0,0126	0,0173	0,026	0,013	-0,026	-0,013	4,784	2,578	-4,784	-2,578
	C	0,152	0,161	0,0126	0,0173	0,026	0,013	-0,026	-0,013	4,784	2,578	-4,784	-2,578
4	B	0,181	0,173	0,0195	0,0185	0,015	0,011	-0,015	-0,011	8,401	5,838	-8,401	-5,838
	C	0,181	0,173	0,0195	0,0185	0,015	0,011	-0,015	-0,011	8,401	5,838	-8,401	-5,838
3	B	0,173	0,173	0,0185	0,0185	0,011	0,008	-0,011	-0,008	10,56	8,64	-10,56	-8,64
	C	0,173	0,173	0,0185	0,0185	0,011	0,008	-0,011	-0,008	10,56	8,64	-10,56	-8,64
2	B	0,173	0,173	0,0185	0,0185	0,008	0,004	-0,008	-0,004	11,44	11,44	-11,44	-11,44
	C	0,173	0,173	0,0185	0,0185	0,008	0,004	-0,008	-0,004	11,44	11,44	-11,44	-11,44
1	B	0,173	0,111	0,0185	0,012	0,004	0	-0,004	0	3,92	7,28	-3,92	-7,28
	C	0,173	0,111	0,0185	0,012	0,004	0	-0,004	0	3,92	7,28	-3,92	-7,28

niv	Pte	G + 1, 2P		G + P + Siv ↓ + Siv →		G + P + Siv ↓ + Siv ←		G + P + Siv ↑ + Siv →		G + P + Siv ↑ + Siv ←	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	B	0,167	0,182	4,97	2,767	-4,593	-2,385	4,912	2,727	-4,655	-2,575
	C	0,167	0,182	4,97	2,767	-4,593	-2,385	4,912	2,727	-4,655	-2,575
4	B	0,204	0,195	8,616	6,04	-8,185	-5,635	8,571	6,004	-8,231	-5,672
	C	0,204	0,195	8,616	6,04	-8,185	-5,635	8,571	6,004	-8,231	-5,672
3	B	0,195	0,195	10,76	8,84	-10,357	-8,44	10,725	8,008	-10,394	-8,47
	C	0,195	0,195	10,76	8,84	-10,357	-8,44	10,725	8,008	-10,394	-8,47
2	B	0,195	0,195	11,64	11,635	-11,24	-11,244	11,625	11,621	-11,255	-11,26
	C	0,195	0,195	11,64	11,635	-11,24	-11,244	11,625	11,621	-11,255	-11,26
1	B	0,195	0,125	4,097	7,403	-3,74	-7,157	4,092	7,393	-3,747	-7,167
	C	0,195	0,125	4,097	7,403	-3,74	-7,157	4,092	7,393	-3,747	-7,167

Efforts Normaux Globaux dans les poteaux du portique IV.III du bloc B.

niv	travée	$G + 1,2 P$		$G + P + S_{iv} \downarrow + S_{iH} \rightarrow$		$G + P + S_{iv} \downarrow + S_{iH} \leftarrow$		$G + \frac{P}{5} + S_{iv} \uparrow + S_{iH} \rightarrow$		$G + \frac{P}{5} + S_{iv} \uparrow + S_{iH} \leftarrow$	
		TW	Te	TW	Te	TW	Te	TW	Te	TW	Te
5	1-2	0,91	-0,91	6,35	4,28	-4,28	-6,35	6,017	4,612	-4,612	-6,017
4	1-2	1,787	-1,787	14,078	10,314	-10,314	-14,078	13,684	10,707	-10,707	-13,684
3	1-2	"	"	20,071	16,369	-16,369	-20,071	19,739	16,7	-16,7	-19,739
2	1-2	"	"	24,13	20,492	-20,492	-24,13	23,862	20,759	-20,759	-23,862
1	1-2	"	"	18,851	15,281	-15,281	-18,851	18,651	15,48	-15,48	-18,651
0	1-2	"	"	1,787	-1,787	1,787	-1,787	1,787	-1,787	1,787	-1,787

Pot	niv	1 poids propre		2 $G + 1,2 P$		1+2		3 $G + P + S_{iv} \downarrow + S_{iH} \rightarrow$		1+3		4 $G + \frac{P}{5} + S_{iv} \uparrow + S_{iH} \rightarrow$		1+4	
		N	Ncum	N	Ncum	N	N	Ncum	N	N	Ncum	N	N	Ncum	N
B C	5	0	0	0,91	0,91	0,91	6,35	6,35	6,35	6,017	6,017	6,017	6,017	6,017	6,017
	4	2,24	2,24	0,91	0,91	3,15	6,35	6,35	8,59	8,59	6,017	6,017	8,257	8,257	8,257
	3	"	4,48	1,787	2,697	7,177	14,078	20,492	24,908	23,684	19,701	19,701	24,181	24,181	24,181
	2	"	6,72	1,787	4,484	11,204	20,071	40,499	47,219	19,739	39,44	39,44	46,16	46,16	46,16
	1	"	8,96	1,787	6,271	15,231	24,130	64,629	73,589	23,862	63,302	63,302	72,262	72,262	72,262
	0	"	11,2	1,787	8,058	19,258	18,851	83,48	94,68	18,651	81,953	81,953	93,153	93,153	93,153
	5	1,12	12,32	1,787	9,845	22,165	1,787	85,267	97,587	1,787	83,74	83,74	96,06	96,06	96,06

8.



Moments dans les Poteaux du portique A-A du bloc B

niv	Pote	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv →		Siv ←	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	1	0,417	0,484	0,089	0,063	0,082	0,049	-0,082	-0,049	1,409	0,939	-1,409	-0,939
	2	-0,212	-0,251	-0,021	-0,036	-0,044	-0,028	0,044	0,028	2,615	2,150	-2,615	-2,150
	3	-0,143	-0,178	-0,012	-0,018	-0,024	-0,014	0,024	0,014	2,265	1,51	-2,265	-1,51
4	1	0,544	0,527	0,071	0,069	0,055	0,041	-0,055	-0,041	2,509	2,053	-2,509	-2,053
	2	-0,282	-0,225	-0,041	-0,04	-0,032	-0,023	0,032	0,023	4,614	4,614	-4,614	-4,614
	3	-0,2	-0,194	-0,021	-0,02	-0,016	-0,012	0,016	0,012	4,03	3,297	-4,03	-3,297
3	1	0,527	0,527	0,069	0,069	0,041	0,028	-0,041	-0,028	3,11	3,11	-3,11	-3,11
	2	-0,275	-0,275	-0,04	-0,04	-0,023	-0,016	0,023	0,016	6,292	6,292	-6,292	-6,292
	3	-0,194	-0,194	-0,02	-0,02	-0,012	-0,008	0,012	0,008	5,196	4,796	-5,196	-4,796
2	1	0,527	0,527	0,069	0,069	0,028	0,004	-0,028	-0,004	3,664	3,664	-3,664	-3,664
	2	-0,275	-0,275	-0,04	-0,04	-0,016	-0,008	0,016	0,008	7,408	7,408	-7,408	-7,408
	3	-0,194	-0,194	-0,02	-0,02	-0,008	-0,004	0,008	0,004	5,888	5,888	-5,888	-5,888
1	1	0,527	0,378	0,069	0,049	0,014	0	-0,014	0	2,365	3,548	-2,365	-3,548
	2	-0,275	-0,208	-0,04	-0,03	-0,008	0	0,008	0	5,055	6,179	-5,055	-6,179
	3	-0,194	-0,138	-0,02	-0,014	-0,004	0	0,004	0	3,795	5,936	-3,795	-5,936

Moments resultants dans les Poteaux des Combinaisons.

niv	Pote	G+1,2P		G+P+Siv ↓+Siv →		G+P+Siv ↓+Siv ←		G+P/S+Siv ↑+Siv →		G+P/S+Siv ↑+Siv ←	
		Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms	Mn	Ms
5	1	0,464	0,56	1,947	1,535	-0,871	-0,343	1,751	1,387	-0,596	-0,491
	2	-0,237	-0,294	2,338	1,824	-2,892	-2,454	2,443	1,908	-2,787	-2,369
	3	-0,157	-0,2	2,086	1,3	2,444	-1,72	2,143	1,342	-2,386	-1,678
4	1	0,629	0,609	3,179	2,69	-1,839	-1,416	3,012	2,553	-2,006	-1,553
	2	-0,331	-0,323	4,259	4,276	-4,969	-4,952	4,355	4,354	-4,872	-4,874
	3	-0,225	-0,218	3,793	3,071	-4,267	-3,523	3,842	3,111	-4,218	-3,483
3	1	0,61	0,61	3,747	3,734	-2,473	-2,486	3,609	3,623	-2,61	-2,597
	2	-0,323	-0,323	5,954	5,961	-6,63	-6,623	6,032	6,025	-6,552	-6,559
	3	-0,218	-0,218	4,97	4,974	-5,422	-5,418	5,01	4,607	-5,382	-4,986
2	1	0,61	0,61	4,288	4,274	-3,04	-3,054	4,177	4,19	-3,151	-3,173
	2	-0,323	-0,323	7,077	7,085	-7,739	-7,731	7,141	7,133	-7,675	-7,683
	3	-0,218	-0,218	5,666	5,67	-6,11	-6,106	5,698	5,694	-6,078	-6,082
1	1	0,61	0,437	2,975	3,075	-1,755	-3,121	2,892	3,935	-1,838	-3,16
	2	-0,323	-0,244	4,732	5,941	-5,378	-6,417	4,78	5,965	-5,33	-6,393
	3	-0,218	-0,155	3,54	5,784	-4,05	-6,088	3,601	5,795	-3,789	-6,077

Efforts franchants dans les poutres du pontique A-A du bloc B.

Mille	Traverse	G		P		Siv ↑		Siv ↓		Siv →		Siv ←	
		T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1.2	4,412	-4,428	0,432	-0,421	0,227	-0,238	0,338	-0,278	0,338	-0,278	4,035	-4,035
	2.3	4,116	-0,543	0,094	-0,094	0,197	-0,085	0,197	-0,197	0,085	-0,197	4,836	-1,836
4	1.2	2,563	-2,567	0,335	-0,385	0,216	-0,3	0,26	-0,3	0,3	-0,213	2,13	-2,13
	2.3	4,972	-1,495	0,212	-0,142	0,168	-0,089	0,168	-0,168	0,089	-0,168	5,336	-5,336
3	1.2	2,568	-2,961	0,336	-0,336	0,199	-0,199	0,227	-0,199	0,227	3,3	-3,3	
	2.3	4,967	-4,2	0,211	-0,113	0,086	-0,046	0,086	-0,086	0,046	-0,086	8,365	-8,365
2	1.2	2,569	-2,961	0,336	-0,336	0,134	-0,134	0,154	-0,154	0,154	4,245	-4,245	
	2.3	4,967	-4,2	0,211	-0,113	0,086	-0,046	0,086	-0,086	0,046	-0,086	10,519	-10,519
1	1.2	2,568	-2,961	0,336	-0,336	0,066	-0,074	0,066	-0,074	0,066	3,815	-3,815	
	2.3	4,967	-4,2	0,211	-0,113	0,086	-0,046	0,086	-0,086	0,046	-0,086	9,547	-9,547
0	1.2	2,648	-2,881	0,843	-0,377	0,071	-0,023	0,071	-0,071	0,023	9,547	-9,547	
	2.3	4,967	-4,2	0,211	-0,113	0,086	-0,046	0,086	-0,086	0,046	-0,086	0	0

Mille	Traverse	G + 1/2 P		G + P + Siv ↑ + Siv ↓		G + P + Siv ↑ + Siv ↓		G + P + Siv ↑ + Siv ↓		G + P + Siv ↑ + Siv ↓		G + P + Siv ↑ + Siv ↓	
		T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
11	1.2	2,965	-3,429	5,288	-1,522	1,028	-5,78	4,768	-0,922	+0,808	-5,18		
	2.3	2,226	-4,329	4,688	3,94	-2,084	-6,332	7,352	4,118	-3,32	-6,554		
3	1.2	2,974	-3,422	6,403	-0,272	-0,197	-6,872	6,00	0,182	-0,595	-6,418		
	2.3	2,22	-4,535	4,067	6,984	-6,039	-9,746	10,441	7,12	-6,315	-9,61		
2	1.2	2,971	-3,422	4,278	9,158	-8,25	-11,876	12,64	9,85	-8,422	-11,78		
	2.3	2,22	-4,335	4,467	8,21	-9,541	-10,88	14,618	8,256	-9,623	-10,83		
1	1.2	2,979	-3,422	3,059	-3,334	3,059	-3,334	3,059	-3,334	3,059	-3,334		
	2.3	2,22	-4,335	3,467	8,21	-9,541	-10,88	14,618	8,256	-9,623	-10,83		
0	1.2	2,979	-3,422	3,059	-3,334	3,059	-3,334	3,059	-3,334	3,059	-3,334		
	2.3	2,22	-4,335	3,467	8,21	-9,541	-10,88	14,618	8,256	-9,623	-10,83		

Efforts tranchants resultants des  $\neq$  Combinaisons.

n <sup>o</sup>	t	G+ 1,2P		G+P+Siv↓+Siv↑		G+P+Siv↓+Siv↑		G+P/5+Siv↑+Siv↓		G+P/5+Siv↑+Siv↓	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1,2	1,57	-1,921	2,857	-1,192	0,785	-3,262	2,155	-4,387	0,123	-2,46
	2,3	1,229	-0,592	3,243	1,167	-0,429	-2,465	2,769	1,369	-0,902	-5,302
4	1,2	2,965	-3,429	5,288	-1,522	1,028	-5,78	4,501	-0,614	0,241	-4,872
	2,3	2,226	-1,329	7,688	3,94	-2,984	-6,732	7,182	4,207	-3,489	-6,464
3	1,2	2,971	-3,422	6,403	-0,272	-0,197	-6,872	5,734	0,489	-0,863	-6,11
	2,3	2,22	-1,335	10,67	6,984	-6,059	-9,746	10,24	7,21	-6,484	-9,52
2	1,2	2,971	-3,422	7,283	0,746	-1,207	-7,744	6,746	1,361	-1,743	-7,129
	2,3	2,22	-1,335	12,78	9,158	-8,25	-11,876	12,44	9,34	-8,59	-11,69
1	1,2	2,971	-3,422	6,785	0,396	-0,845	-7,234	6,884	0,851	-1,246	-6,779
	2,3	2,22	-1,335	11,76	8,21	-9,541	-10,88	11,51	8,346	-9,791	-10,74
0	1,2	3,059	-3,334	3,059	-3,334	3,059	-3,334	3,059	-3,334	3,059	-3,334
	2,3	2,147	-1,409	2,147	-1,409	2,147	-1,409	2,147	-1,409	2,147	-1,409

Efforts Normaux Globaux dans les poteaux du portique A. A.

Pot	niv	1		2		1+2		3		1+3		4		1+4	
		Pds	Pro. Pre	G+ 1,2P		G+P+Siv↓+Siv↑		G+P+Siv↓+Siv↑		G+P/5+Siv↑+Siv↓		G+P/5+Siv↑+Siv↓		G+P/5+Siv↑+Siv↓	
		N	Ncum	N	Ncum	N	N	Ncum	N	N	Ncum	N	N	N	N
I	5	0	0	1,57	1,57	1,57	2,857	2,857	2,857	2,195	2,195	2,195	2,195	2,195	2,195
	4	1,2	1,2	"	"	2,77	"	"	4,057	"	2,195	3,359	3,359	3,359	3,359
	3	"	2,4	2,965	4,535	6,935	5,288	8,145	10,545	4,501	6,696	9,096	9,096	9,096	9,096
	2	"	3,6	2,971	7,506	11,106	6,403	14,549	17,148	5,734	12,427	16,027	16,027	16,027	16,027
	1	"	4,8	"	10,477	15,277	7,283	21,831	26,631	6,746	19,173	23,973	23,973	23,973	23,973
	0	"	6,0	"	13,448	19,448	6,785	29,616	34,616	6,384	25,557	31,557	31,557	31,557	31,557
II	5	0,6	6,6	3,059	16,51	23,107	3,059	31,675	36,275	3,059	28,616	35,216	35,216	35,216	35,216
	4	2,04	2,04	"	"	5,19	"	"	6,475	"	"	5,196	5,196	5,196	5,196
	3	"	4,08	5,655	8,805	12,885	9,210	13,645	17,725	7,796	10,952	15,032	15,032	15,032	15,032
	2	"	6,12	5,642	14,447	20,567	10,942	24,587	30,707	9,751	20,732	26,823	26,823	26,823	26,823
	1	"	8,16	"	20,09	28,25	12,034	36,621	44,781	11,08	31,783	39,943	39,943	39,943	39,943
	0	"	10,2	"	25,731	35,931	11,365	47,985	58,185	10,66	42,443	52,643	52,643	52,643	52,643
III	5	1,02	11,22	5,481	31,212	42,432	5,481	53,466	64,686	5,481	47,924	59,144	59,144	59,144	59,144
	4	2,04	2,04	"	"	2,632	2,505	"	4,545	"	"	4,342	4,342	4,342	4,342
	3	"	4,08	1,329	1,921	6,001	6,782	9,237	13,317	6,464	8,766	12,846	12,846	12,846	12,846
	2	"	6,12	1,335	3,256	9,376	9,746	18,983	25,103	9,52	18,286	24,406	24,406	24,406	24,406
	1	"	8,16	"	4,591	12,751	14,276	30,859	39,019	11,69	29,976	38,136	38,136	38,136	38,136
	0	"	10,2	"	5,926	16,126	18,88	41,739	51,939	10,74	40,176	50,916	50,916	50,916	50,916



moments dans les Poutres du Portique B.B du Bloc B

niv	Travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv <sup>+</sup>		Siv <sup>-</sup>	
		Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me
5	1-2	-13,85	-13,95	-1,403	-1,403	-2,93	-2,93	2,85	+2,93	6,22	-6,22	-6,22	6,22
4	1-2	-14,81	-14,81	-3,4	-3,4	-2,91	-2,91	2,91	+2,91	12,835	-12,835	-12,835	12,835
3	1-2	-14,87	-14,87	"	"	-2,22	-2,22	2,22	+2,22	18,968	-18,968	-18,968	18,968
2	1-2	"	"	"	"	-1,448	-1,448	1,448	+1,448	23,198	-23,198	-23,198	23,198
1	1-2	"	"	"	"	-0,712	-0,712	0,712	+0,712	21,705	-21,705	-21,705	21,705
0	1-2	-14,91	-14,91	-3,746	-3,746	0	0	0	0	0	0	0	0

niv	Travée	G + 1,2 P			G + P + Siv ↓ + Siv <sup>+</sup>			G + P + Siv ↓ + Siv <sup>-</sup>			G + P + Siv ↑ + Siv <sup>+</sup>			G + P + Siv ↑ + Siv <sup>-</sup>		
		Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	E	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me
5	1-2	-15,653	-15,653	17,8	-12,063	-14,508	24,174	-14,508	-12,063	25,474	-6,203	-13,663	11,226	-12,643	-6,203	11,226
4	1-2	-18,89	-18,89	20,35	-8,285	-14,966	24,513	-14,966	-8,285	24,513	-2,465	-23,135	13,619	-23,135	-2,465	13,619
3	1-2	-18,95	-18,96	20,23	1,522	-14,458	23,165	-14,458	1,522	23,165	2,918	-15,048	14,877	-15,048	2,918	14,877
2	1-2	"	"	"	3,48	-12,916	21,718	-12,916	3,48	21,718	6,376	-14,02	16,334	-14,02	6,376	16,334
1	1-2	"	"	"	2,723	-10,687	20,34	-10,687	2,723	20,34	4,147	-13,253	17,712	-13,253	4,147	17,712
0	1-2	-19,705	-19,705	19,474	-19,705	-19,705	19,474	-19,705	-19,705	19,474	-19,705	-19,705	19,474	-19,705	-19,705	19,474

Efforts tranchants dans les Poutres du Portique B.B.

niv	Travée	G		P		Siv ↓		Siv ↑		Siv <sup>+</sup>		Siv <sup>-</sup>	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1-2	12,53	-12,53	1,276	-1,276	2,66	-2,66	2,66	2,66	-1,69	-1,69	1,69	1,69
4	1-2	12,24	-12,24	2,88	-2,88	2,43	-2,43	2,43	2,43	-3,487	-3,487	3,487	3,487
3	1-2	"	"	"	"	1,85	-1,85	1,85	1,85	-5,154	-5,154	5,154	5,154
2	1-2	"	"	"	"	1,2	-1,2	1,2	1,2	-6,303	-6,303	6,303	6,303
1	1-2	"	"	"	"	0,59	-0,59	0,59	0,59	-5,898	-5,898	5,898	5,898
0	1-2	11,77	-11,77	3	-3	0	0	0	0	0	0	0	0

niv	Travée	G + 1,2 P		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>+</sup>		G + P + Siv ↓ + Siv <sup>-</sup>		G + P + Siv ↑ + Siv <sup>+</sup>		G + P + Siv ↑ + Siv <sup>-</sup>	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1-2	14,061	-14,061	14,776	-18,156	18,156	-14,776	9,456	-12,896	12,896	-9,456
4	1-2	15,666	-15,666	14,033	-21,007	21,007	-14,033	9,173	-16,147	16,147	-9,173
3	1-2	"	"	11,786	-22,094	22,094	-11,786	8,086	-12,304	12,304	-8,086
2	1-2	"	"	9,987	-22,593	22,593	-9,987	7,587	-20,193	20,193	-7,587
1	1-2	"	"	9,782	-21,578	21,578	-9,782	8,602	-20,398	20,398	-8,602
0	1-2	15,37	-15,37	15,37	-15,37	15,37	-15,37	15,37	-15,37	15,37	-15,37



Efforts normaux globaux dans les poteaux du portique B-B

niv	R	G + 1,2P		G + P + Siv↓ + S <sub>H</sub> ↗		G + P + Siv↓ + S <sub>H</sub> ↖		G + P/5 + Siv↑ + S <sub>H</sub> ↗		G + P/5 + Siv↑ + S <sub>H</sub> ↖	
		T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>e</sub>
5	1-2	14,061	-14,061	14,776	-18,156	18,156	-14,776	8,435	-11,815	11,815	-8,435
4	1-2	15,666	15,666	14,033	-21,007	21,007	-14,033	6,869	-13,843	13,843	-6,869
3	1-2	"	"	11,786	-22,094	22,094	-11,786	5,782	-16,09	16,09	-5,782
2	1-2	"	"	9,987	-22,593	22,593	-9,987	5,283	-17,889	17,89	-5,283
1	1-2	"	"	9,782	-21,578	21,578	-9,782	6,298	-18,094	18,094	-6,298
0	1-2	15,37	15,37	15,37	-15,37	15,37	-15,37	12,97	-12,97	12,97	-12,97

Pot	niv	1		2		1+2	3		1+3	4		1+4
		poids propre		G + 1,2P		N	G + P + Siv↓ + S <sub>H</sub> ↗		N	G + P/5 + Siv↑ + S <sub>H</sub> ↗		N
		N	N <sub>UM</sub>	N	N <sub>UM</sub>	N	N	N <sub>UM</sub>	N	N	N <sub>UM</sub>	N
I IV	5	0	0	14,061	14,061	14,061	18,156	18,156	18,156	11,815	11,815	11,815
	4	2,24	2,24	"	"	16,801	"	"	20,396	2 "	"	14,055
	3	"	4,48	15,666	29,727	34,207	21,007	39,163	43,843	13,843	25,658	30,138
	2	"	6,72	"	45,393	52,113	22,094	61,257	67,977	16,09	41,748	48,468
	1	"	8,96	"	61,059	70,019	22,593	83,85	92,81	17,89	59,638	68,6
	0	"	11,2	"	76,785	87,925	21,578	105,428	116,628	18,094	77,732	88,932
	S	1,12	12,32	15,37	92,095	104,415	15,37	120,798	133,12	12,97	90,702	103,022

**FERRAILLAGE  
DES  
PORTIQUES**

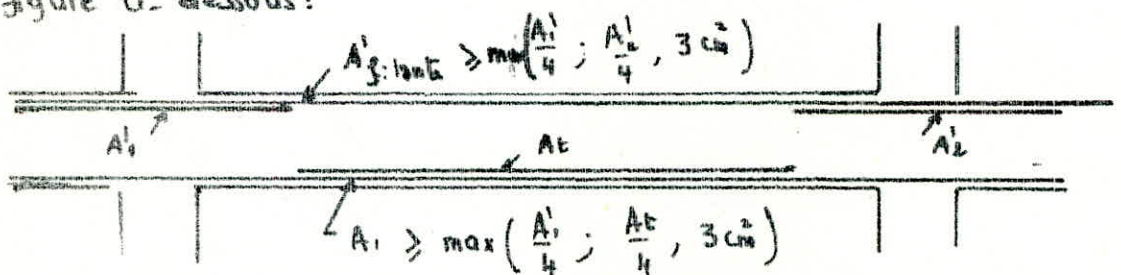
## Ferraillage des poutres :

Methodo de Calcul: les poutres de chaque portique sont soumises à un effort normal et à un moment flechissant dans chacune de leur section, le calcul doit se faire en flexion composée, mais compte tenu de l'article 15 en annexe du CCBA 68 qui stipule que pour une simplification on ne fait pas état des efforts normaux dans les poutres. les calculs se feront en flexion simple.

Prescriptions relatives au Ferraillage: (CTC 81)

a/ Armesures longitudinales:

- la section et les points d'arrêts des barres doivent être calculés en utilisant les diagrammes enveloppes des moments flechissants des combinaisons les plus défavorables.
- le pourcentage minimal total des aciers sur toute la longueur doit être de 0,3% pour les aciers à H.A et de 0,5% pour les aciers doux.
- le pourcentage maximal des aciers doit être de 2,5%
- les poutres supportant les charges verticales des planchers doivent comporter des armatures filantes (supérieures et inférieures) d'une section minimale donnée par la figure ci-dessous:



- les poutres supportant de faibles charges verticales et sollicitées principalement par des forces laterales sismiques doivent avoir des armatures symétriques avec une section en travée au moins égale à la moitié de la section sur appuis.
- les jonctions par recouvrement doivent pouvoir équilibrer la force de traction maximale des barres.
- l'ancrage dans les poteaux de rive et d'angle doit être effectuée comme suit:



$$L_1 \geq 20 \phi$$

$$L_2 \geq \max(30 \phi, 50 \text{ cm}).$$

b: Armatures transversales:

« Ces armatures doivent être calculées en utilisant les diagrammes enveloppes des efforts tranchants résultant des combinaisons les plus défavorables.

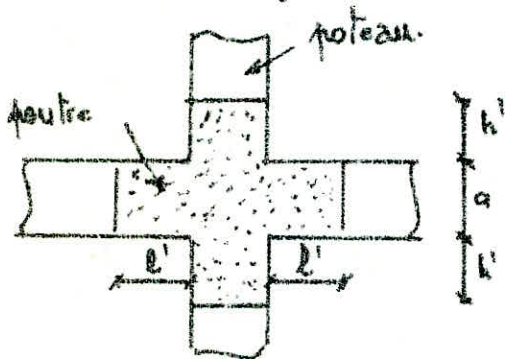
« dans la zone nodale les armatures doivent être telle que toutes les barres longitudinales soient individuellement entourées par une armature s'opposant à leur flambement, en dehors de la zone nodale, au moins une sur deux doit être ainsi entourées.

- l'espace max :

- dans la zone nodale :  $\min(0,3h; 12\phi)$ .

- en dehors de la zone nodale :  $0,5h$ .

- de l'initiation de la zone nodale :



$$h' = \max\left(\frac{h}{6}; b_1, b_2, 60\text{cm}\right)$$

$$l' = 2a.$$

avec  $b_1, b_2$  : section du poteau  
 $h$  : hauteur d'étage.

• Calcul des armatures longitudinales : (Méthode P. Charron).

$$M \rightarrow u = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} \xrightarrow[\text{P. Charron}]{\text{abaque}} \begin{cases} \epsilon \\ \kappa \end{cases} \quad A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h}$$

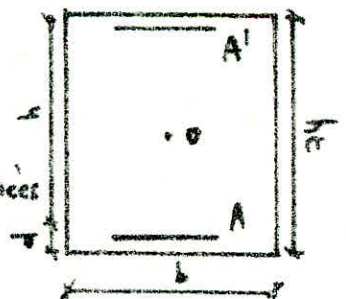
- calcul de la contrainte dans le béton  $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{\kappa}$   
 si  $\sigma'_b < \bar{\sigma}'_b$  les armatures comprimées ne sont pas nécessaires.

si  $\sigma'_b > \bar{\sigma}'_b$  il faut mettre des armatures comprimées

- Contraintes admissibles

sollicitations du 1<sup>er</sup> genre (SA)  $\left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a = 2000 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}'_b = 137,7 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$   
 $G + 1, 2 P$

sollicitations du 2<sup>ème</sup> genre (SA)  $\left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a = 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}'_b = 206,5 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$   
 $G + P + S_{iv} \uparrow \downarrow + S_{iH} \rightleftharpoons$



le ferrailage des poutres se fait avec le maximum de 1.5 SP<sub>1</sub> et SP<sub>2</sub>.

On se passera des valeurs intermediaires et on donnera directement les moments en travées et sur appuis ainsi que leur ferrailages adoptés pour chaque portique. les moments sont donnés en t.m.

Portique transversal du Bloc A:

niveau 5	9,176		-9,242	1,11	-6,34		+6,64
	Δ	4,85	Δ	0,923	Δ	3,422	Δ
niveau 4	11,249		9,985	0,55	9,239		9,544
	Δ	0,991	Δ	5,647	Δ	0,064	Δ
niveau 3	12,999		13,185	0,4	12,35		11,891
	Δ	2,679	Δ	8,135	Δ	0,137	Δ
niveau 2	13,964		15,385	0,382	14,516		13,61
	Δ	3,644	Δ	11,727	Δ	0,175	Δ
niveau 1	13,845		16,085	1,36	13,422		13,16
	Δ	3,525	Δ	11,827	Δ	0,131	Δ
niveau 0	-4,314		4,369	0,255	2,187		2,143
	Δ	1,981	Δ		Δ	1,019	Δ

Ferrailage adopté:

niveau 5	3T12+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14	3T14	3T14
	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ
niveau 4	5T14	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12
	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ
niveau 3	4T14+2T12	3T14	5T14+T12	3T14	4T14+2T12	3T14	4T14+2T12
	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ
niveau 2	6T14	3T14	3T14+3T16	3T14	3T14+3T16	3T14	6T14
	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ
niveau 1	6T14	3T14	3T14+3T16	3T14	3T14+3T16	3T14	6T14
	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ
niveau 0	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14
	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ	3T14	Δ

# Verifications.

- 101 -

① Verification des contraintes. (P. charron).

$$\bar{\omega} = \frac{100 A}{b h} \xrightarrow[\text{P. charron}]{\text{abaque}} \left\{ \begin{array}{l} E \\ K \end{array} \right.$$

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{M}{A \cdot E \cdot h} \leq \bar{\sigma}_0 \quad ; \quad \sigma'_b = \frac{\sigma_0}{K} \leq \bar{\sigma}'_b$$

Toutes les sections sont vérifiées

② Verification à la fissuration :  $\sigma_{\text{eff}} = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_0 \\ \max(\sigma_1, \sigma_2) \end{array} \right.$

$$\sigma_1 = \frac{K \cdot r}{\phi} \frac{\omega_f}{1 + 10 \omega_f}$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K \cdot r \cdot \bar{\sigma}_0}{\phi}} \quad (\text{Vérifiées})$$

③ Verification à la flèche :

$$A = 4,62 \text{ cm}^2 \quad ; \quad h_t = 45 \text{ cm} \quad ; \quad L = 4,30 \text{ m}$$

$$\textcircled{1} \frac{h_t}{L} = \frac{45}{430} = 0,104 > 0,1 = \frac{1}{10} \frac{M_t}{M_0}$$

$$\textcircled{2} \frac{h_t}{L} > \frac{1}{16}$$

$$\textcircled{3} \frac{A}{b h} = \frac{4,62}{43 \times 30} = 3,58 \cdot 10^{-3} < \frac{43}{\sigma_{\text{ben}}} = 10,2 \cdot 10^{-3}$$

donc il n'y a pas lieu de faire une verification à la flèche.

④ Verification aux conditions d'appuis

il faut vérifier  $C_0 = \frac{2 T_{\text{max}}}{b \cdot \bar{\sigma}'_{b0}} \leq C = a - (d + 5\phi)$

c: distance du nu de l'appui au point où commence l'ancrage de l'armature inférieure.

$$\bar{\sigma}'_{b0} = 69 \text{ kg/cm}^2 \text{ sous SP1}$$

a: largeur du poteau

$$\bar{\sigma}'_{b0} = 103,5 \text{ kg/cm}^2 \text{ sous SP2}$$

d: distance d'encrobage.

$$T_{\text{max}} = 9688 \text{ kg}$$

$$b = \text{largeur de la poutre} = 30 \text{ cm}$$

$$C = a - (d + 5\phi) = 20 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow C_0 = \frac{2 \times 9688}{30 \times 103,5} = 6,24 \text{ cm}$$



b) Verification à l'effort tranchant : il faut vérifier que  $A\bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z}$   
 M ( pris avec son signe algebrique).

niv	T <sub>max</sub> (kg)	M <sub>0</sub> (kg/cm)	A	$\bar{z} = \frac{7h}{8}$	A $\bar{\sigma}_a$	T + $\frac{M}{z}$
5	6872	-534000	4,62	37,75	12936	< 0
4	5583	-544300	"	"	"	< 0
3	9352	-1032000	"	"	19404	< 0
2	9688	-585800	"	"	"	< 0
1	9316	-1032000	"	"	"	< 0
0	4667	-431400	"	"	12936	< 0

⑤ Condition de non fragilité : il faut vérifier que  $A \geq 0,69 b \cdot h \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}}$

Sous SP<sub>1</sub>  $A \geq 0,69 \times 42,5 \times \frac{5,9}{4200} = 1,24 \text{ cm}^2$

Sous SP<sub>2</sub>  $A \geq 0,69 \times 42,5 \times \frac{8,85}{4200} = 1,85 \text{ cm}^2$

Toutes les sections adoptées vérifient cette condition.

⑥ Verification d'adhérence :

il faut vérifier que  $\bar{\tau}_d = \frac{T_{max}}{n \cdot z} \leq \bar{\tau}_d = 2 \psi \sigma_b$

$\uparrow$  17,7 kg/cm<sup>2</sup> (SP<sub>1</sub>)  
 $\downarrow$  26,55 kg/cm<sup>2</sup> (SP<sub>2</sub>)

Section	T <sub>max</sub>	n	$\bar{z} = \frac{7h}{8}$	$\bar{\tau}_d$	$\bar{\tau}_d$	
3T14	7355 (SP <sub>1</sub> )	13,2	36,75	15,16	17,7	Vérifiée
3T14+2T12	6872 (SP <sub>1</sub> )	20,73	"	9,02	"	"
5T14	14369 SP <sub>2</sub>	21,99	"	17,78	26,55	"
4T14+2T12	11478 SP <sub>2</sub>	25,73	"	12,43	"	"
3T14+3T16	14369 SP <sub>1</sub>	28,3	"	13,81	"	"
5T14+1T12	13169 SP <sub>2</sub>	25,7	"	13,93	"	"
3T14+4T12	9688 SP <sub>2</sub>	16,97	"	15,53	"	"
3T14	9316 SP <sub>2</sub>	13,2	"	19,2	"	"

⑦ Calcul des Armatures transversales :

pour pouvoir utiliser des armatures transversales  $\perp$  à la ligne moyenne il faut que la relation suivante soit vérifiée

$$\bar{\tau}_d \leq \bar{\tau}_b = \bar{\tau} \begin{cases} 3,5 \bar{\sigma}_b & \text{si } \sigma'_b \leq \bar{\sigma}'_{b0} \\ (4,5 - \frac{\sigma'_b}{\bar{\sigma}'_{b0}}) \bar{\sigma}_b & \text{si } \bar{\sigma}'_{b0} \leq \sigma'_b \leq 2 \bar{\sigma}'_{b0} \end{cases}$$

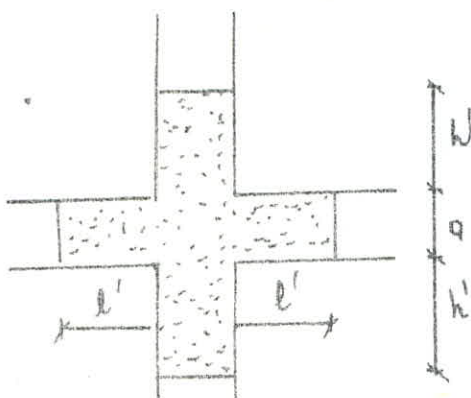
avec  $\bar{\tau}_b = \frac{T}{b \cdot z}$

L'espace ment  $t = \frac{A_t \cdot 2 \cdot \bar{\sigma}_{at}}{T}$  avec  $\bar{\sigma}_{at} = \rho_{at} \cdot v_{en}$ .

avec  $\rho_{at} = \max\left(\frac{2}{3}, 1 - \frac{\sigma_c}{9\sqrt{b}}\right)$ .

$A_t$  = section d'acier transversale.

niv	$T_{max}$ kg	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$\bar{\sigma}_{at}$ kg/cm <sup>2</sup>	$A_t$ cm <sup>2</sup>	$\rho_{at}$	$\bar{\sigma}_{at}$	$t$ (cm)
5	9948	118,67	10,97	29,67	2,01	0,86	2069,45	15,54
4	9849	128,2	10,86	28,86	2,01	0,86	2072,8	15,73
3	12552	153,67	13,84	26,68	2,57	0,926	1982,97	14,92
2	14369	170,1	15,85	25,28	2,57	0,801	1922,41	12,63
1	14135	177,35	15,6	24,62	2,57	0,804	1929,6	12,89
0	4728	64,69	5,21	20,65	2,01	0,9	2164,52	34,2



$$h' = \max\left(\frac{l}{6}, b_1, b_2, 60 \text{ cm}\right)$$

$$h' = \max\left(\frac{320}{6}; 50; 60 \text{ cm}\right) = 60 \text{ cm}$$

$$l' = 20 + 2 \times 45 = 90 \text{ cm}$$

espace ment admissible donné par le CTC

$$\bar{E}_m = \min(0,3h; 12\phi) \text{ zone nodale}$$

$$\bar{E}_c = 0,5h \text{ en zone courante}$$

$$\bar{E}_n = \min \begin{cases} 0,3h = 0,3 \times 42 = 12,6 \text{ cm} \\ 12\phi = 12 \times 1,4 = 16,8 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\bar{E}_c = 0,5h = 0,5 \times 42 = 21 \text{ cm}$$

On adoptera en zone nodale pour tous les niveaux un espace ment de 12 cm, en zone courante on adoptera un espace ment de 15 cm pour les niveau 5 et 4 et un espace ment de 12 cm pour les niveaux 3 et 1 et un espace ment de 14 cm pour le niveau 4 et un espace ment de 21 cm pour le niveau 0.

## Portique longitudinal du Bloc A

niveau 5	3,43	0,407	2,781		2,493		2,493		2,493		2,493	2,154	0,064	2,854		2,912	0,421	3,472
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
	3,07	0,721	1,685	0,762	1,116	0,607	1,116	0,607	1,116	0,824	1,994	1,994	0,619	1,994	0,619	1,943	0,987	3,226
niveau 4	7,675	0,751	6,884		5,483		5,483		5,483		6,532	0,068	6,532		6,648	0,876	8,01	
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	
	6,676	1,207	4,249	1,324	2,798	1,022	2,798	1,022	2,798	1,525	4,955	4,955	1,201	4,955	1,201	4,108		7,329
niveau 3	10,93		9,137		7,5		7,5		7,5		9,563	0,049	9,563		9,68		11,46	
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	
	9,908	1,414	7,049	1,356	4,817	1,004	4,817	1,004	4,817	1,533	8,012	8,012	1,178	8,012	1,178	7,89	1,302	10,76
niveau 2	13,62	1,87	10,99		9,052		9,052		9,052		11,6	0,045	11,6		11,714	1,6	14,52	
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	
	12,59	1,816	9,423	1,478	6,367	0,986	6,367	0,986	6,367	1,665	10,04	10,04	1,16	10,84	1,16	9,931	1,8	13,82
niveau 1	13,76	1,309	11,222		9,192		9,192		9,192		11,832	0,04	11,832		11,947	1,53	14,49	
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	
	12,74	1,745	9,18	1,441	6,507	0,971	6,507	0,971	6,507	1,174	10,277	10,277	1,145	10,277	1,145	10,164	1,74	13,99
niveau 0	0,701		1,563		1,704		1,704		1,704		1,477		1,477		1,515		0,476	
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	
		0,225		1,37		1,31		1,31		1,41		0,004		1,492		0,097		

### Ferrailage adopté :

niveau 5	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
niveau 4	3T14+1T12	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14+1T12
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
niveau 3	4T14+2T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14+1T12
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
niveau 2	3T14+3T14	3T14	3T14+2T16	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	4T14+2T14
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
niveau 1	3T14+3T14	3T14	3T14+2T16	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+2T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14	3T14+1T12	3T14+2T14
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
niveau 0	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14	3T14
	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

101

les vérifications sont les mêmes que pour les poutres du portique transversal elles sont toutes satisfaites.

Calcul des Armatures Transversales :

pour pouvoir utiliser des armatures transversales  $t$  à la ligne moyenne il faut que  $\tau_b \leq \bar{\tau}_b$  avec  $\tau_b = \frac{T}{b \cdot z}$ .

$$\bar{\tau}_b = \begin{cases} 3,5 \bar{\sigma}_b & \text{si } \sigma_b' < \bar{\sigma}_{b0}' \\ \left(4,5 - \frac{\sigma_b'}{\bar{\sigma}_{b0}'}\right) \bar{\sigma}_b & \text{si } \bar{\sigma}_{b0}' \leq \sigma_b' \leq 2 \bar{\sigma}_{b0}' \end{cases}$$

$$t = \frac{At \cdot z \cdot \bar{\sigma}_{at}}{T} \quad \text{avec} \quad \bar{\sigma}_{at} = \int_{at} \cdot \bar{\sigma}_{en} ; \int_{at} = \max\left(\frac{2}{3}, 1 - \frac{\tau_b}{9 \bar{\tau}_b}\right)$$

niv	Tmax	$\sigma_b'$	$\tau_b$	$\bar{\tau}_b$	At	$\int_{at}$	$\bar{\sigma}_{at}$	t (cm)
5	3,469	50,03	3,52	30,98	2,01	0,956	2294,4	43,6
4	8313	130,42	8,45	30,98	2,01	0,894	2145,6	17,02
3	11378	143,57	11,56	27,55	2,01	0,854	2049,6	11,72
2	12374	168,95	12,51	25,38	2,57	0,842	2020,8	13,65
1	13991	169,36	14,21	25,34	2,57	0,821	1970,4	11,72
0	3595	30,65	3,65	20,65	2,01	0,931	2234,4	48,06

espacement admissible donné par le CTC :

$$\bar{t}_n = \min(0,3h ; 12\phi) = \min(13,1 ; 16,8)$$

$$\bar{t}_c = 0,5h = 0,5 \times 37 = 18,5 \text{ cm}$$

	t adopté zone nodale	t. Zone courante
niveau 5	11 cm	18 cm
niveau 4	11 cm	17 cm
niveau 3	11 cm	11 cm
niveau 2	11 cm	11 cm
niveau 1	11 cm	11 cm
niveau 0	11 cm	18 cm

Portique 1.1 du Bloc B :

niveau 5	4,973 Δ 2,579	-0,053 1,337	6,026 Δ 3,016	0,898 0,358	7,76 Δ 2,232	0,299 2,407	5,823 Δ 1,197
niveau 4	10,038 Δ 5,048	0,551 2,529	12,822 Δ 7,178	1,323 0,171	15,509 Δ 5,503	0,848 4,698	11,241 Δ 2,079
niveau 3	13,845 Δ 8,807	1,265 3,209	18,15 Δ 12,503	1,485 0,054	21,243 Δ 11,193	2,163 5,407	14,157 Δ 4,903
niveau 2	16,352 Δ 11,314	1,841 3,79	21,979 Δ 16,333	1,748 0,318	24,772 Δ 14,722	2,815 5,779	16,096 Δ 4,842
niveau 1	13,269 Δ 8,231	0,8 2,75	16,97 Δ 11,324	1,408	19,887 Δ 9,837	1,465 4,706	13,6 Δ 4,346
niveau 0	2,845 Δ	0,924	2,988 Δ	0,443	5,291 Δ	1,585	5,07 Δ

Ferraillage adopté :

niveau 5	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14+1T12 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14
niveau 4	3T14+2T12 Δ 4T14	3T14 3T14	4T14+2T12 Δ 3T14	3T14 3T14	4T14+2T16 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14+3T12 Δ 3T14
niveau 3	6T14 Δ	4T14 4T14	8T14 Δ 4T14+2T12	4T14 4T14	4T14+4T26 Δ 4T14+2T16	4T14 4T14	6T14 Δ 4T14
niveau 2	8T14 Δ 8T14	4T14 4T14	6T14+2T26 Δ 8T14	4T14 4T14	4T14+4T26 Δ 4T14+2T16	4T14 4T14	6T14 Δ 4T14
niveau 1	6T14 Δ 4T14	4T14 4T14	8T14 Δ 4T14+2T12	4T14 4T14	4T14+4T16 Δ 4T14+2T12	4T14 4T14	6T14 Δ 4T14
niveau 0	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14+1T12 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14+T12 Δ 3T14

Verifications:

- ① des contraintes: ~ verifiees
- ② condition de non. fragilite:  $A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}}$   
 $b = 30 \text{ cm}$   
 $h = 42 \text{ cm}$   
 $\bar{\sigma}_b = < \begin{cases} 5,9 \text{ kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p1} \\ 8,85 \text{ kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p2} \end{cases} \Rightarrow A \geq \begin{cases} 1,22 \text{ cm}^2 & \text{sous } S_{p1} \\ 1,83 \text{ cm}^2 & \text{sous } S_{p2} \end{cases}$   
 Verifiees.

- ③ à la fissuration:  $\bar{\sigma}_a = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_a \\ \max(\sigma_1, \sigma_2) \end{array} \right.$   
 Verifiees.

- ④ à la flèche: poutre  $h_t = 45 \text{ cm}$ .  
 $b = 30 \text{ cm}$ .

①  $\frac{h_t}{l} = \frac{45}{440} = 0,1022 > \frac{1}{16} \frac{M_t}{M_0} = 0,1$

②  $\frac{A}{b \cdot h} = \frac{4,62}{30 \cdot 42} = 0,00367 < \frac{43}{\bar{\sigma}_{en}} = \frac{43}{4200} = 0,0102$

③  $\frac{h_t}{l} = 0,1022 > \frac{1}{16} = 0,0625$

- ⑤ à l'entrainement des barres:  $\bar{\sigma}_d = 2\psi d \bar{\sigma}_b \begin{cases} 17,7 \text{ kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p1} \\ 26,55 \text{ kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p2} \end{cases}$   
 niveau 5, 4, 0  $A = 3T14 = 4,62 \text{ cm}^2$   
 $\bar{\sigma}_d = \frac{T_{max}}{n \cdot \psi \cdot z} = \frac{9394}{3 \cdot 11 \cdot 1,4 \cdot \frac{7}{8} \cdot 42} = 19,38 \text{ kg/cm}^2 < 26,55 \text{ kg/cm}^2$

niveau 3, 2, 1:  $A = 4T14 \Rightarrow \bar{\sigma}_d = \frac{T_{max}}{n \cdot \psi \cdot z} = \frac{93804}{4 \cdot 11 \cdot 1,4 \cdot \frac{7}{8} \cdot 42} = 21,36 < 26,55$

- ⑥ Condition d'appui: ①  $c \geq c_0 = \frac{2T}{b \cdot \bar{\sigma}_{b0}}$  avec  $c = a - (d + 5\psi)$   
 ②  $A_{sA} \geq T + \frac{M}{z}$   
 Verifiees.

Calcul des Armatures transversales:

n°	Tmax	σ <sub>b</sub>	σ <sub>0</sub>	σ <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	S <sub>cat</sub>	F <sub>cal</sub>	e (cm)	min e/c		2. nodale		2. courant	
									e <sub>1</sub> (cm)	e <sub>2</sub> (cm)	e <sub>catopl</sub>	e <sub>catopl</sub>		
5	5479	51,63	4,97	30,98	2,01		2250,24	30,34	12,6	24	12	20		
4	9664	77,29	8,71	30,98	2,01		2137,55	16,44	"	"	12	16		
3	12000	127,98	10,88	28,88	2,01		2072,16	12,75	"	"	12	12		
2	13804								"	"				
1	11305	127,98	10,31	28,88	2,01		2019,34	13,58	"	"	12	13		
0	5470	51,63	4,96	20,65	2,01		2175,82	29,38	"	"	12	20		

Partique II-II du Bloc B :

niveau 5	4,03 Δ 1,256	1,229 2,635	2,202 Δ	1,845 0	3,417 0	6,169 Δ	6,191 Δ
niveau 4	5,276 Δ 1,704	1,478 3,45	2,495 Δ	1,818 Δ	3,392 Δ	7,085 Δ	7,636 Δ
niveau 3	5,916 Δ 2,316	1,851 3,816	2,659 Δ 0,191	1,873 0	3,305 0	7,265 Δ	8,16 Δ
niveau 2	6,102 Δ 2,502	1,934 3,896	2,673 Δ 0,205	1,882 0	3,169 Δ	7,192 Δ	8,254 Δ 0,754
niveau 1	5,18 Δ 1,58	1,285 3,247	2,339 Δ	1,759 0	2,939 0	6,523 Δ	7,23 Δ 1,038
niveau 0	1,923 Δ	1,079 Δ	1,46 Δ	1,34 0	3,114 0	4,72 Δ	4,01 Δ

Ferraillage adopté :

niveau 5	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14
niveau 4	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14+T12 Δ 3T14
niveau 3	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14+T12 Δ 3T14 1 T12+
niveau 2	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14
niveau 1	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14
niveau 0	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 3T14	3T14 Δ 3T14

Verifications:

I. des contraintes: (verifiees)

II. Condition de non fragilite:  $A \geq 0,69 b h \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_m}$    
 $b = 30 \text{ cm}, h = 42 \text{ cm}$    
 $\left. \begin{matrix} 1,22 \text{ cm}^2 \text{ sous } S_{p1} \\ 1,83 \text{ cm}^2 \text{ sous } S_{p2} \end{matrix} \right\} \bar{\sigma}_b$

III. à la fissuration  $\bar{\sigma}_a = \min \left\{ \begin{matrix} \bar{\sigma}_a \\ \max(\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_2) \end{matrix} \right\}$  avec  $\bar{\sigma}_a = 2,4 \sqrt{\frac{k \cdot \eta}{\phi} \bar{\sigma}_b}$    
 $\bar{\sigma}_a = \frac{k \cdot \eta}{\phi} \frac{w_3}{1 + 10 w_3}$

IV. Condition de flèche:  $h_t = 45 \text{ cm}$    
 $l = 4,05 \text{ cm}$

①  $\frac{h_t}{l} = \frac{45}{4,05} = 0,112 > \frac{1}{10} \frac{h_t}{h_0} = 0,1$

②  $\frac{h_t}{l} = 0,112 > \frac{1}{15} = 0,0625$

③  $\frac{A}{bh} = \frac{4,62}{30 \times 42} = 0,00367 < \frac{43}{4200} = \frac{43}{4200} = 0,0102$

V. entrainement des barres:  $A = 3714 \text{ } T_{max} = 7440 \text{ Kg}$

$\bar{\sigma}_d = \frac{T_{max}}{n \cdot p \cdot z} = \frac{7440}{3 \times 7 \times 1,4 \times \frac{7}{8} \cdot 42} = 15,35 \text{ Kg/cm}^2$

$\bar{\sigma}_d = \begin{cases} 17,7 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{sous } S_{p1} \\ 26,55 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{sous } S_{p2} \end{cases}$

VII. Condition d'appui:  $C = a \cdot (d + 5 \phi) \geq \frac{2T}{b \bar{\sigma}_c} = 0$

$b \cdot A \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z}$

Calcul des Armatures transversales:

n°	Tmax	$\bar{\sigma}_b$	$\bar{\sigma}_a$	$\bar{\sigma}_c$	At	$\bar{\sigma}_{at}$	t (cm)	min CTC Zone nodale	min CTC Zone soudeuse	t <sub>sup</sub> Z.N	t <sub>sup</sub> Z.C
5	6605	91,67	5,99	20,65	2,01	2129,26	23,8	12,6	2,1	12	20
4	7437	104,23	6,75	20,6	"	2094,91	20,8	"	"	"	"
3	7440	111,38	6,75	20,2	"	"	"	"	"	"	"
2	7440	112,67	6,75	20,13	"	"	"	"	"	"	"
1	7440	107,05	6,75	20,44	"	"	"	"	"	"	"
0	7317	59,37	6,64	20,65	"	2099,89	21,2	"	"	"	"



Portique IV-IV du Bloc B.

niveau 5	$\frac{4,922}{\Delta} \quad 0,315 \quad \frac{4,922}{\Delta}$ 4,673		$\frac{3T14}{\Delta} \quad 3T14 \quad \frac{3T14}{\Delta}$ 3T14
niveau 4	$\frac{11,383}{\Delta} \quad 0,505 \quad \frac{11,383}{\Delta}$ 10,626		$\frac{5T14}{\Delta} \quad 3T14 \quad \frac{5T14}{\Delta}$ 5T14
niveau 3	$\frac{16,803}{\Delta} \quad 0,487 \quad \frac{16,803}{\Delta}$ 16,037		$\frac{8T14}{\Delta} \quad 4T14 \quad \frac{8T14}{\Delta}$ 8T14
niveau 2	$\frac{20,478}{\Delta} \quad 0,473 \quad \frac{20,478}{\Delta}$ 19,712		$\frac{4T14+4T16}{\Delta} \quad 4T14 \quad \frac{4T14+4T16}{\Delta}$ 4T14+4T16
niveau 1	$\frac{15,751}{\Delta} \quad 0,458 \quad \frac{15,751}{\Delta}$ 14,985		$\frac{3T14+3T16}{\Delta} \quad 3T14 \quad \frac{3T14+3T16}{\Delta}$ 3T14+3T16
niveau 0	$\frac{0,424}{\Delta} \quad 0,428 \quad \frac{0,424}{\Delta}$		$\frac{3T14}{\Delta} \quad 3T14 \quad \frac{3T14}{\Delta}$ 3T14

Verifications:

① des contraintes: (verifiées).

② condition de non-fragilité:  $A \geq 0,69 \cdot b \cdot h \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}}$

$b = 30 \text{ cm}, h = 42 \text{ cm}$

$\bar{\sigma}_b = \begin{cases} 5,9 \text{ Kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p1} \\ 8,85 \text{ Kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p2} \end{cases}$

$\bar{\sigma}_{en} \begin{cases} 1,22 \text{ cm}^2 & \text{sous } S_{p1} \\ 1,83 \text{ cm}^2 & \text{sous } S_{p2} \end{cases}$   
(Verifiées)

③  $\bar{\sigma}$  la fissuration,  $\bar{\sigma}_a = \min \left\{ \bar{\sigma}_a, \max \left( \bar{\sigma}_1 = \frac{K_1 \cdot w_f}{\phi \cdot (1 + \rho w_f)}; \bar{\sigma}_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K_2 \cdot \bar{\sigma}_b}{\phi}} \right) \right\}$   
(Verifiées)

④ Condition de flèche: on se dispense de la verification si:

- ①  $\frac{h_t}{l} = \frac{45}{180} = 0,25 > \frac{1}{10} \frac{M_t}{M_0} = 0,1$

- ②  $\frac{h_t}{l} = 0,25 > \frac{1}{16} = 0,0625$

- ③  $A \leq \frac{43}{\bar{\sigma}_{en}} \cdot b \cdot h = 12,9 \text{ cm}^2$   
(Verifiées)

⑤  $\bar{\sigma}$  l'entrainement des barres:  $\tau_d = \frac{T_{max}}{n \cdot p \cdot z} \leq \bar{\tau}_d < \begin{cases} 17,7 \text{ Kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p1} \\ 26,55 \text{ Kg/cm}^2 & \text{sous } S_{p2} \end{cases}$

$A = 4T14 + 4T16$

$T_{max} = 24130 \text{ kg}$

$\bar{\tau}_d = \frac{24130}{4 \times 3,14 \times (1,4 + 1,6) \times \frac{7}{8} \times 42} = 17,42 \text{ Kg/cm}^2$   
(Verifiées).

⑥ Condition d'appui: a.  $c = a - (d + 5\phi) \geq \frac{2T}{b \cdot \bar{\sigma}_{b0}} = c_0$

b.  $A \cdot \bar{\sigma}_a \geq T + \frac{M}{z}$   
(Verifiées).

Calcul des armatures transversales:

cat	lmax	z <sub>0</sub>	z <sub>0</sub>	A <sub>t</sub>	Sat	Sat	l (cm)	min CTC z. Noeud	min CTC z. Courbe	endp z.u	endp z.c
5	6350	5,76	30,97	2,01	0,927	2226,44	25	12	21	12	12
4	14070	12,77	27,83	3,14	0,739	2015,22	16	"	"	13	12
3	20071	18,2	24,12	"	0,771	1851,6	10	"	"	10	10
2	24130	21,88	22,76	"	0,725	1740,71	8	"	"	8	8
1	18854	17,1	24,9	"	0,785	1780,74	11	"	"	11	11
0	7787	2,25	20,65	2,01	0,957	2220,83	95	"	"	12	12

Portique A-A du Bloc B :

niveau 5	1,947 Δ 1,035	0,886	2,695 Δ 0,791	0,173	2,444 Δ 2,134	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14
niveau 4	4,711 Δ 2,387	1,511	5,804 Δ 2,86	0,93	5,987 Δ 5,153	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14
niveau 3	6,437 Δ 4,053	1,477	7,84 Δ 5,445	0,951	8,935 Δ 8,051	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14+1T12 Δ 3T14+1T12	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14+1T12
niveau 2	8,022 Δ 5,638	1,677	9,496 Δ 7,1	1,191	11,92 Δ 10,28	3T14+1T12 Δ 3T14+1T12	3T14 Δ 3T14	4T14 Δ 4T14	3T14 Δ 5T14	5T14 Δ 5T14
niveau 1	7,249 Δ 4,865	1,498	8,724 Δ 6,33	1,047	10,11 Δ 9,27	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14+1T12 Δ 3T14+1T12	3T14 Δ 3T14	3T14+1T12 Δ 3T14+1T12
niveau 0	1,484 Δ 0,82		1,94 Δ 0,079		0,525 Δ 0	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14	3T14 Δ 3T14

Verifications:

① des contraintes (verifiées).

② à la fissuration :  $\sigma_0 = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_0 \\ \max \left( \sigma_c = \frac{K_s}{\phi} \frac{w_f}{1 + \eta w_f} ; \sigma_s = 2,4 \sqrt{\frac{K_s \bar{\sigma}_0}{\phi}} \right) \end{array} \right.$  (Verifiées).

③ de la condition de non fragilité

$A \geq 0,19 b h \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}}$   $b = 30 \text{ cm} ; h = 42 \text{ cm}$   
 $\frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}} = \begin{cases} 1,22 \text{ cm}^2 & \text{sous } S_p \\ 1,73 \text{ cm}^2 & \text{sous } S_p \end{cases}$  (Verifiées).

④ à l'adhérence :  $\tau_d = \frac{T_{max}}{n l z} = \frac{12780}{3 \times 3,14 \times 1,4 \times 7 \times 42} = 26,37 \text{ kg/cm}^2 < 26,55$  (Verifiées).

⑤ à la condition de flèche :  $h_t = 45 \text{ cm}$   $D = 288 \text{ cm}$

①  $\frac{h_t}{l} = \frac{45}{288} = 0,156 > \frac{1}{16} \frac{M_t}{M_0} = 0,1$

②  $A \leq \frac{k_3}{\sigma_{ex}} b \cdot h = \frac{43}{4200} \times 30 \times 42 = 12,9 \text{ cm}^2$

③  $\frac{h_t}{l} > \frac{1}{16} \Rightarrow 0,156 > 0,0625$

⑥ à la condition d'oppsi : a/  $C = a \cdot (d + 5\phi) \geq C_0 = \frac{2T}{b\sigma_b}$

b/  $A \sigma_a \geq T + \frac{T}{2}$  (Verifiées).

Armatures transversales :

no	Tmax	$\sigma_b^1$	$\sigma_b$	$\bar{\sigma}_a$	At	$\sigma_{at}$	$\bar{\sigma}_{at}$	t(cm)	min CTC 2.nodal	min CTC 2.cour	tadp 2.n	tadp 2.c
5	3243	39,9	2,94	30,98	2,01		231,41	52,64	12	21	12	12
4	7688	86,23	6,97	"	"		2189,98	21,64	"	"	12	12
3	10670	107,02	9,68	30,67	"		2108,32	14,59	"	"	12	12
2	12780	126,85	11,59	28,98	"		2050,77	11,85	"	"	11	11
1	11760	119,1	10,67	29,64	"		2078,49	13,05	"	"	12	12
0	3334	34,81	3,024	20,65	"		2263,32	50,14	"	"	12	12

Portique-B.B du bloc B :

niveau 5	24,503	24,503	9T14	5T14	9T14
	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
		17,8 (SP)	5T14	8T14	5T14
niveau 4	33,955	33,955	9T14	5T14	9T14
	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
		20,35 (SP)	5T14	8T14	5T14
niveau 3	39,458	39,458	5T14+4T16	5T14	5T14+4T16
	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
		20,28 (SP)	5T14	8T14	5T14
niveau 2	42,916	42,916	5T14+5T16	5T14	5T14+5T16
	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
		20,24 (SP)	5T14	8T14	5T14
niveau 1	40,687	40,687	5T14+4T16	5T14	5T14+4T16
	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
	4,147	4,147	5T14	8T14	5T14
niveau 0	19,405 (SP)	(SP) 19,405	8T14	4T14	8T14
	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
		19,474 (SP)	4T14	8T14	4T14

Verifications:

① des contraintes: section la plus sollicitée:  $M = 42,916 \text{ t.m}$  à l'appui sous Sp.

$$\bar{\omega} = \frac{100 \beta}{b \cdot h} = \frac{100 \times 17,74}{40 \times 70} = 0,6335 \quad \left\{ \begin{array}{l} \epsilon = 0,8826 \\ k = 27,6 \end{array} \right.$$

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{M}{\epsilon \cdot \beta \cdot h} = \frac{42,916 \times 10^5}{0,8826 \times 17,74 \times 70} = 3915,65 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_{en} = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_0}{k} = \frac{3915,65}{27,6} = 141,87 \text{ Kg/cm}^2 < 206,5 \text{ Kg/cm}^2$$

② à la fissuration:  $\bar{\sigma}_0 = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\sigma}_0 \\ \max \left( \sigma_1 = \frac{k_1}{1 + 10 \omega_f} ; \sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{k_2 \bar{\sigma}_b}{\phi}} \right) \end{array} \right.$

- en travée:  $A = 8714 = 72,31 \text{ cm}^2 \Rightarrow \omega_f = \frac{A}{2S} = 0,0307 \Rightarrow \sigma_1 = 4034$   
(Sp1)

- à l'appui:  $A = 9714 = 73,85 \text{ cm}^2 \Rightarrow \sigma_1 = 4109 \text{ Kg/cm}^2 > 4200 \text{ Kg/cm}^2$   
(Sp2)

③ Condition de non-fragilité:  $A \geq 0,69 b \cdot h \frac{\bar{\sigma}_0}{\bar{\sigma}_{en}} \left\{ \begin{array}{l} 2,71 \text{ cm}^2 \text{ sous Sp}_1 \\ 4,07 \text{ cm}^2 \text{ sous Sp}_2 \end{array} \right.$   
 $b = 40 \text{ cm}; h = 70 \text{ cm}$   
(Verifiés).

④ à l'adhérence:  $\bar{\sigma}_a = 2 \phi_s \bar{\sigma}_b \left\{ \begin{array}{l} 17,7 \text{ Kg/cm}^2 \text{ sous Sp}_1 \\ 26,55 \text{ Kg/cm}^2 \text{ sous Sp}_2 \end{array} \right.$

$$\bar{\sigma}_a = \frac{T_{max}}{n \cdot p \cdot z} = \frac{15666}{8 \times 2 \times 3,14 \times 0,7 \times \frac{7}{8} \times 70} = 7,27 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{Verifiés}).$$

⑤ Condition d'appui:  $c = a - (d + 5\phi) = 70 - (5 + 5 \times 1,6) = 57 \text{ cm} > \frac{2 \times 15666}{40 \times 69} = 11,35 \text{ cm}$   
 $A \bar{\sigma}_0 > 7 + M/2.$

⑥ à la flèche:  $\frac{ht}{l} = \frac{75}{736} = 0,102 > \frac{1}{10} \frac{M_0}{M_b} = 0,1 ; A \leq \frac{13}{\bar{\sigma}_{en}} b \cdot h = 28,66 \text{ cm}^2$   
(Verifiés)

armatures transversales:

S	T <sub>max</sub>	Z <sub>0</sub> = I <sub>s</sub> /S <sub>z</sub>	$\bar{\sigma}_b$	A <sub>t</sub>	S <sub>at</sub>	$\bar{\sigma}_{at}$	t (cm)	min CTC Z-N	min CTC S-C	l'esp. 2.1	l'esp. 2.2
5	14061	5,74	20,65	3,01	0,882	2140,8	28	16,8	45	16	25
4	15666	6,40	19,61	"	0,88	2172	24	"	"	"	24
3	15666	6,40	18,83	"	"	"	"	"	"	"	24
2	15666	6,40	18,49	"	"	"	"	"	"	"	24
1	15666	6,40	18,59	"	"	"	"	"	"	"	24
0	15370	6,27	20,27	2,01	0,882	2116,8	25	"	"	"	25

## 2. Ferrailage des poteaux :

les poteaux seront calculés en flexion composée ou en compression simple (suivant le cas), chaque poteau est soumis à un effort normal éventuellement à des moments flechissants en tête et à la base dans le sens longitudinal et transversal.

On fera le calcul des poteaux sous les sollicitations du 1<sup>er</sup> genre et du second genre et on adoptera la plus grande section d'acier donnée par la sollicitation du 1<sup>er</sup> genre et la sollicitation de second genre sous  $(N_{max}, M_{corr})$  et  $(N_{min}, M_{corr})$ .

Contrainte de compression admissible

flexion composée ( $N$  étant un effort normal de compression). Pour les sections rectangulaire on aura :

$$\bar{\sigma}'_b = \begin{cases} 2 \bar{\sigma}'_{b0} & \text{si } e_0 > \frac{ht}{2} \\ \left(1 + \frac{e_0}{3e_1}\right) \bar{\sigma}'_{b0} & \text{si } e_0 < \frac{ht}{2} \end{cases} \quad \text{avec } \begin{cases} \bar{\sigma}'_{b0} = 68,8 \text{ Kg/cm}^2 \text{ sp}_1 \\ \bar{\sigma}'_{b0} = 703,25 \text{ sp}_2 \end{cases}$$

pour chaque section et sous l'effet de chaque combinaison ( $N$  et  $M$ ) on calculera  $e_0 = \frac{M}{N}$  et  $e_1 = \frac{ht}{6}$ .

si  $e_0 > e_1 \rightarrow$  section partiellement comprimée

si  $e_0 < e_1 \rightarrow$  section entièrement comprimée

si  $e_0 = e_1 \rightarrow$  section soumise à la compression simple

Le calcul des armatures se fait avec la méthode de p. charbon.

exemple de calcul :

pour chaque cas de section nous détaillerons le calcul.

### 1. Section partiellement comprimée :

Poteau (a) niveau 5,  $M = 3,439 \text{ tm}$  ;  $N = 4,296 \text{ t}$

Centre de pression  $e_0 = \frac{M}{N} = \frac{3,439 \cdot 10^2}{4,296} = 80,05 \text{ cm} > e_1 = \frac{ht}{6} = 8,33$

$\Rightarrow$  section partiellement comprimée

le moment fictif  $M_f = M + N \left( \frac{ht}{2} - d \right) = 4,00 \text{ tm}$ .

$$\alpha = \frac{15 M_f}{\bar{\sigma}_0 b \cdot h^2} = 0,0364 \quad \begin{cases} \epsilon = 0,9186 \\ k = 46,4 \end{cases}$$

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{\bar{\sigma}_0}{k} = \frac{4200}{46,4} = 90,52 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_{b0} = 206,5 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow A' = 0$$

$$A_s = \frac{N_d}{\bar{\sigma}_a \cdot E \cdot h} = \frac{4,00 \cdot 10^5}{4200 \times 0,9186 \times 27} = 3,83 \text{ cm}^2$$

$$A_{3c} = A_s - \frac{N}{\bar{\sigma}_a} = 3,83 - \frac{4296}{4200} = 3,83 \text{ cm}^2 - 1,02 = 2,8 \text{ cm}^2$$

2/ section entièrement comprimée :

Poteau (b) niveau 5 :  $M = 0,084 \text{ t.m}$  ;  $N = 3,775 \text{ t}$

$$\beta = \frac{\bar{\sigma}'_a \cdot b \cdot ht}{N} = \frac{79,04 \times 50 \times 30}{3775} = 31,47$$

$$\beta = \frac{6 M G}{N \cdot ht} = \frac{6 \times 0,084 \cdot 10^5}{3775 \times 30} = 0,44 \quad \epsilon' = \frac{d}{ht} = \frac{3}{30} = 0,1$$

$$C = 0,27 (1 - 2\epsilon')^2 \beta = 0,27 (1 - 2 \times 0,1)^2 \cdot 31,47 = 6,37$$

$$D = 0,30 (\beta - \beta) - 0,90 (1 - \beta) (1 - 2\epsilon')^2 = 29,82$$

$$E = \beta - \beta - 1 = 31,47 - 0,44 - 1 = 29,97$$

$$\delta \omega' = \frac{-D + \sqrt{D^2 - 4C \cdot E}}{2C} < 0$$

$$\Rightarrow A' = \omega' \frac{b \cdot ht}{100} < 0$$

3/ section en compression simple: sous sp.

Poteau (c) du niveau 5 :  $N' = 4,15 \text{ t}$  ;  $M = 0$  ;  $\bar{\sigma}'_{b0} = 68,85 \text{ kg/cm}^2$

$$A_1 = \frac{1}{n} \left( \frac{N'}{\bar{\sigma}'_{b0}} - B' \right) = \frac{1}{15} \left( \frac{4150}{68,85} - 30 \times 50 \right) < 0$$

$$A_{\min} = \frac{1,25}{1000} \theta_1 \theta_2 \theta_3 \frac{N'}{\bar{\sigma}'_{b0}} = \frac{1,25}{1000} 1 \times 2,66 \times 1,52 \times \frac{4150}{68,85}$$

$$A_{\min \text{ c28A}} = 0,305 \text{ cm}^2$$

Prescriptions relatives au ferrailage (CTC 81)

a/ Armatures longitudinales:

1. les armatures longitudinales doivent être des barres à haute adhérence
2. le diamètre minimum est de 12 mm en Zone I et 14 mm en Zone II et III
3. le pourcentage total des armatures est de

Zone I et II	{	0,8% Poteaux intérieurs
		0,9% Poteaux courants de façade ou Pignon
		1% Poteaux d'angle.

- Zone III. 1 % Poteaux intérieurs  
 1,1 % Poteaux courants de façade ou pignon  
 1,25 % Poteaux d'angle.

- le pourcentage maximum total des armatures est de 4 % dans les zones de recouvrement et de 2,5 % dans les zones courantes
- les crochets sont interdits aux recouvrements des armatures longitudinales
- la longueur minimale des recouvrements est de :

Zone I et II : cinquante diamètres  
 Zone III : soixante diamètres.

7. la distance entre les barres verticales sur une face du poteau ne doit pas dépasser 25 cm en Zone I et II, et 40 cm en Zone III.

Armatures transversales :

- le diamètre minimum est de 6 mm pour l'acier à haute adhérence et 8 mm pour l'acier doux.
- les armatures transversales doivent être de cadres et étriers fermés
- les pourcentages  $\rho_{t1}$  et  $\rho_{t2}$  des armatures transversales en zone nodale définis ci-dessous, doivent être au moins égaux au pourcentage minimum indiqués ci-après.



$$\rho_{t1} = \frac{A_{t1}}{b_1 t}$$

$$\rho_{t2} = \frac{A_{t2}}{b_2 t}$$

pourcentage minimal

Zone I 0,3%

Zone II 0,4%

Zone III 0,5%

Pour les poteaux intérieurs, la condition du pourcentage minimum d'armatures transversales ne s'applique pas dans la hauteur du nœud (poteau - poutre) mais on doit conserver sur cette hauteur les cadres extérieurs avec un espacement conforme aux prescriptions ci-dessous :

4. l'espacement des armatures :

dans la zone nodale y compris la hauteur du nœud  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zone I et II } t \leq (10\phi, 15\text{cm}) \\ \text{Zone III } t \leq 10\text{cm.} \end{array} \right.$   
 dans la zone courante  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zone I et II } t \leq 12\phi \text{ (armatures verticales)} \\ \text{Zone III } t \leq \min\left(\frac{b_1}{2}, \frac{b_2}{2}, 10\phi\right).$

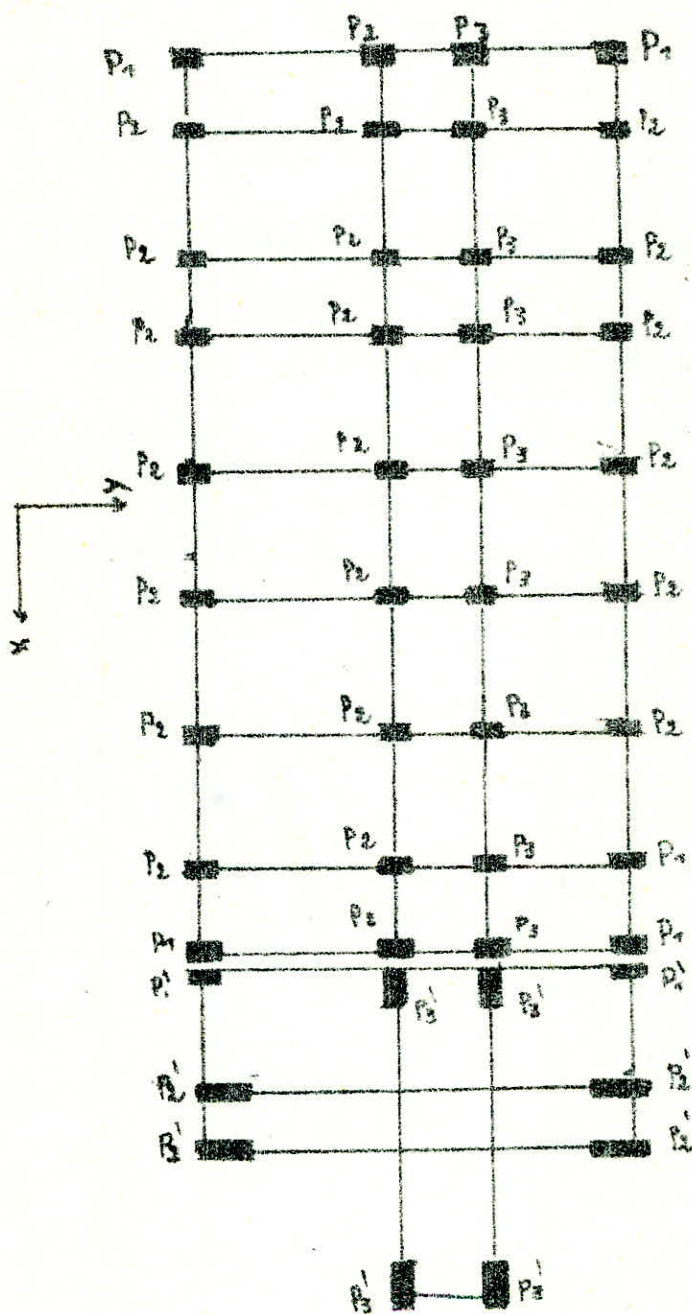
5. les cadres et les étriers doivent être fermés par des crochets à 135° ayant une longueur droite de  $10\phi$  minimum.

6. les cadres et étriers doivent ménager des cheminées verticales en nombre et diamètre suffisants

$\phi$  (cheminée)  $\geq$  12 cm pour permettre une vibration correcte du béton sur toute la hauteur du poteau.

- Différents types de poteaux :

en respectant les prescriptions du CTC et en calculant de la même manière que pour l'exemple donné on se passera des calculs intermédiaires et on donnera directement le ferrailage adopté.

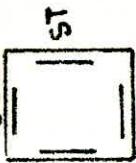




Ferrailage adopté :

Niveau	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>4</sub>		P <sub>5</sub>		P <sub>6</sub>	
	Sens X	Sens Y	Sens X	Sens Y	Sens X	Sens Y	Sens X	Sens Y	Sens X	Sens Y	Sens X	Sens Y
5	30 x 50	30 x 50 (um)	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 85	30 x 85	40 x 70	40 x 70
	3T16	3T16	2T16+1T14	3T16	3T16	3T16	3T16	3T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16
4	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 85	30 x 85	40 x 70	40 x 70
	3T16	3T16	2T16+1T14	3T16	3T16	3T16	3T16	3T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16
3	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 85	30 x 85	40 x 70	40 x 70
	3T16	3T16	2T16+1T14	3T16	3T16	3T16	3T16	3T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16
2	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 85	30 x 85	40 x 70	40 x 70
	3T16	3T16	2T16+1T14	3T16	3T20	2T20+1T14	3T16	3T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16
1	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 85	30 x 85	40 x 70	40 x 70
	3T16	3T16	2T20+1T14	3T20	3T2.5	2T2.5+1T14	3T16	3T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16
0	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 85	30 x 85	40 x 70	40 x 70
	3T16	3T16	2T20+1T14	3T20	3T2.5	2T2.5+1T14	3T14	3T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16	2T20+ 2T16

SL



- le portique transversal donne un ferrailage au poteau dans le sens longitudinal (sens X)  
 - le portique longitudinal donne un ferrailage au poteau dans le sens transversal (sens Y)

Verifications.

la verification de la resistance aux sollicitations normales de flexion composee les plus defavorables doit etre effectuee avec les contraintes admissibles en beton et acier du 1<sup>er</sup> genre majorées au plus de 50%

la verification de la resistance a l'effort tranchant doit etre effectuee

avec  $T = \begin{cases} 2 \text{ fois } V_{\text{effort tranchant de calcul}} & \text{si } \lambda > 15 \\ 3 \text{ fois } V_{\text{effort tranchant de calcul}} & \text{si } \lambda < 15 \end{cases}$

$N=0$

$\bar{\sigma}_d = 0,15 \sigma_{28} \quad ; \quad \bar{\sigma}_{at} = \sigma_{en}$

① Poteau P1: 30x50 (cm).

$\lambda = \frac{lc}{a} = \frac{0,9h}{a} = \frac{288}{30} = 9,6 < 15$

on a  $T_{max} = 5140 \text{ kg}$ .

$\tau_b = \frac{3 \times T_{max}}{b \cdot z} = \frac{3 \times 5140}{50 \times \frac{7}{8} \cdot 27} = 13,05 \text{ kg/cm}^2 < 0,15 \sigma_{28} = 40,5$

Calcul des armatures transversales:

espacements (C.T.C 81).

1 cadre  $\phi 10$  + étrier  $\phi 8$

Zone nodale  $t \leq \min(10 \phi ; 15 \text{ cm})$ .

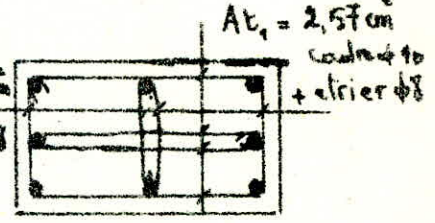
$\Rightarrow t \leq \min(10 \times 1,6 ; 15 \text{ cm}) = \min(16 ; 15) \text{ cm}$ .

on prend  $t = 12 \text{ cm}$

Zone courante  $t \leq 12 \phi \Rightarrow t \leq 19,2 \text{ cm}$  on prend  $t = 15 \text{ cm}$

$\beta_{t1} = \frac{At_1}{b_1 \cdot t} = \frac{2,57}{30 \times 12} = 0,71 > 0,4$

$\beta_{t2} = \frac{At_2}{b_2 \cdot t} = \frac{2,57}{50 \times 12} = 0,428 > 0,4$



② Poteau P2:  $\lambda < 15 \Rightarrow \tau_b = \frac{3 T_{max}}{b \cdot z} = \frac{3 \times 8060}{30 \times \frac{7}{8} \cdot 27} = 20,46 < \bar{\tau}_b$

armatures transversales:

on adopte le même ferrailage que le Poteau P1.

$At = 2,57 \text{ cm}^2$  1 cadre  $\phi 10$  et un étrier  $\phi 8$  dans les

deux sens  $\beta_{t1} > 0,4$   $\beta_{t2} > 0,4$ .

Zone nodale  $t = 12 \text{ cm}$

Zone courante  $t = 15 \text{ cm}$ .

Poutre P<sub>3</sub>:  $\sigma_b = \frac{3 T_{max}}{b \cdot z} = \frac{3 \times 7110}{30 \times \frac{7}{8} \cdot 50} =$

$< \bar{\sigma}_b = 41,3 \text{ kg/cm}^2$

armatures transversales:

$t \leq \min (10 \phi ; 15 \text{ cm})$

Zone nodale  $\Rightarrow t = 12 \text{ cm}$

$t \leq 12 \phi$

Zone courante  $\Rightarrow t = 15 \text{ cm}$

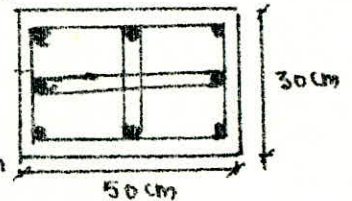
$A_t = 1 \text{ cadre } \phi 10 + 1 \text{ étrier } \phi 8 = 2,57 \text{ cm}^2$

$\rho_{t1} = \frac{A_t}{b \cdot t} = \frac{2,57}{50 \times 12} = 0,428 > 0,4$  ;  $\rho_{t2} = \frac{2,57}{30 \times 12} = 0,71 > 0,4$

Poutre P<sub>1</sub>:  $\lambda < 15 \Rightarrow \sigma_b = \frac{3 T_{max}}{b \cdot z} = \frac{3 \times 4843}{50 \times \frac{7}{8} \cdot 27} = 12,3 < 41,3 \text{ kg/cm}^2$

armatures transversales:  $A_{t1} = 2,57 \text{ cm}^2 = A_{t2}$

1 cadre  $\phi 10 + 1 \text{ étrier } \phi 8$



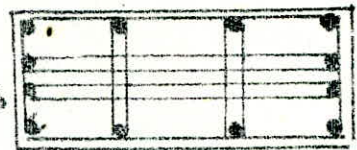
$t \leq \min (10 \phi ; 15 \text{ cm}) = (16 \text{ cm} ; 15 \text{ cm}) \Rightarrow t = 12 \text{ cm}$

$t \leq 12 \phi = 19,2 \text{ cm} \Rightarrow t = 15 \text{ cm}$  Zone courante

$\rho_{t1} = \frac{A_{t1}}{b \cdot t} > 0,4$  ;  $\rho_{t2} = \frac{A_{t2}}{b \cdot t} > 0,4$  vérifié.

Poutre P<sub>2</sub>:  $30 \times 85$

$\lambda < 15 \Rightarrow \sigma_b = \frac{3 T_{max}}{b \cdot z} = \frac{3 \times 8550}{85 \times \frac{7}{8} \cdot 27} = 12,77 < \bar{\sigma}_b$



armatures transversales:  $A_{t1} = A_{t2} = 1 \text{ cadre } \phi 10 + 2 \text{ étriers } \phi 8$

$\rho_{t1} = \frac{A_{t1}}{b \cdot t} > 0,4$   $t = 10 \text{ cm}$  Zone nodale.  $A_t = 3,61 \text{ cm}^2$

$\rho_{t2} = \frac{A_{t2}}{b \cdot t} > 0,4$   $t = 15 \text{ cm}$  Zone courante

Poutre P<sub>3</sub>:  $40 \times 70 \text{ cm}$

$\lambda < 15 \Rightarrow \sigma_b = \frac{3 T_{max}}{b \cdot z} = \frac{3 \times 10,5}{70 \times \frac{7}{8} \cdot 37} = 13,9 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b$

armatures transversales:  $A_{t1} = A_{t2} = 1 \text{ cadre } \phi 10 + 2 \text{ étriers } \phi 8$

$A_t = 3,58 \text{ cm}^2$

$t \leq \min (10 \phi ; 15 \text{ cm})$  Zone nodale  $\Rightarrow t = 12 \text{ cm}$

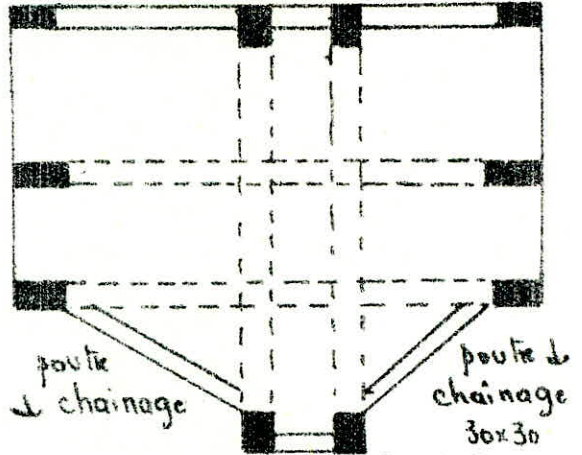
$t \leq 12 \phi =$  Zone courante  $\Rightarrow t = 15 \text{ cm}$

$\rho_{t1} = \frac{A_{t1}}{b \cdot t} > 0,4$  ;  $\rho_{t2} = \frac{A_{t2}}{b \cdot t} > 0,4$

### Calcul de la poutre de chaînage du Bloc B.

la poutre de chaînage n'est sollicitée que par son poids propre et le poids du mur extérieur qu'elle supporte.

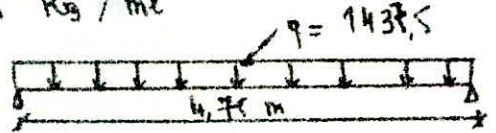
On ferraille la poutre la plus sollicitée et on adopte le même ferrailage pour les autres poutres de chaînage



- 1. poids propre de la poutre  $2500 \times 0,3 \times 0,3 = 225 \text{ Kg/ml}$
- 2. poids du mur extérieur :  $418 \times 2,9 = 1212,5 \text{ Kg/ml}$

$$G = 225 + 1212,5 = 1437,5 \text{ Kg/ml}$$

$$M_0 = \frac{q l^2}{8} = 4054,2 \text{ Kg.m}$$



on prend en travée  $M_t = 0,85 M_0 = 3446,07 \text{ Kg.m}$   
 à l'appui  $M_a = 0,5 M_0 = 2027,1 \text{ Kg.m}$

#### Calcul du ferrailage:

① en travée :  $M = 3446,07 \text{ Kg.m} \Rightarrow \mu = \frac{15 \times 3446,07}{2800 \times 30 \times 27^2} = 0,084$

$$\epsilon = 0,8826$$

$$k = 27,6$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{27,6} = 101,44 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b = 137,7$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{344607}{2800 \cdot 0,8826 \cdot 27} = 5,16 \text{ cm}^2 \text{ soit } 3T16 = 6,03 \text{ cm}^2$$

toutes les vérifications sont satisfaites.

② à l'appui :  $M_a = 2027,1 \text{ Kg.m} \Rightarrow \mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = 0,0496$

$\epsilon = 0,9064$   
 $k = 38,4$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{38,4} = 72,9 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b = 137,7 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{2027,1 \cdot 10^2}{2800 \times 0,9064 \times 27} = 2,96 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 3T12 = 3,39 \text{ cm}^2$$

toutes les vérifications sont satisfaites.

Armatures transversales :

$$Z_b = \frac{T}{b \cdot 2} < \bar{Z}_b$$

$$T = \frac{q l^2}{2} = \frac{1437,5 \times 4,75^2}{2} = 3414,06 \text{ Kg.}$$

$$\Rightarrow Z_b = \frac{T}{b \cdot 2} = \frac{3414,06}{30 \times 7,27} = 4,82 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{on a : } \bar{\sigma}'_{b0} < \sigma'_b < 2\bar{\sigma}'_{b0} \Rightarrow \bar{Z}_b = \left( 4,5 - \frac{\sigma'_b}{\bar{\sigma}'_{b0}} \right) \bar{\sigma}'_{b0}$$

$$\bar{Z}_b = \left( 4,5 - \frac{101,44}{69} \right) 5,9 = 17,87 \text{ Kg/cm}^2$$

Cette condition nous permet d'utiliser des armatures perpendiculaires à la ligne moyenne.

$$A_t = 4 \phi 6 = 1,13 \text{ cm}^2 \quad 1 \text{ cadre} + 1 \text{ étrier } \phi 6$$

$$\bar{\sigma}'_{at} = \sigma_{at} \sigma_{en} = 0,909 \cdot 2400 = 2182,15 \text{ Kg/cm}^2$$

$$t = \frac{A_t \cdot 2 \cdot \bar{\sigma}'_{at}}{T} = \frac{1,13 \cdot 7,27 \cdot 27 \cdot 2182,15}{3414,06} = 17,06 \text{ cm}$$

on adopte un espacement  $t = 16 \text{ cm}$ .

$$\bar{t} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,2 h = 0,2 \times 27 = 5,4 \text{ cm.} \\ h \left( 1 - 0,3 \frac{Z_b}{\bar{\sigma}'_{b0}} \right) = 20,3 \text{ cm.} \end{array} \right.$$

Verifié

## - JOINT DE DILATATION -

Calcul des déplacements relatifs de niveau.

Bloc A sens x-x

N°	R <sub>ix</sub>	T <sub>ix</sub>	δ <sub>ix</sub>
5	47914,5	7,75	0,1617
4	"	13,49	0,2815
3	"	17,05	0,3558
2	"	20,75	0,41
1	80925	22,28	0,2753

Bloc B sens x-x

N°	R <sub>ix</sub>	T <sub>ix</sub>	δ <sub>ix</sub>
5	168735,6	5,4	0,032
4	"	10,5	0,0622
3	"	14,3	0,0847
2	"	16,8	0,0995
1	286350	21	0,0733

$$\bar{\delta}_f = \frac{1,3 h}{1000} = \frac{1,3 \cdot 320}{1000} = 0,42 \text{ cm.} \quad \text{vérifiée}$$

N°	Bloc A (δ <sub>ix</sub> )	Bloc B (δ <sub>ix</sub> )	δ <sub>ix</sub> <sup>A</sup> + δ <sub>ix</sub> <sup>B</sup>
5	1,485	0,3518	1,837
4	1,323	0,3198	1,643
3	1,042	0,2576	1,299
2	0,686	0,1729	0,859
1	0,2753	0,0733	0,348

Remarque: dans le sens y-y les déplacements relatifs des 2 blocs A et B sont vérifiés.

afin de vérifier la sécurité vis à vis des déplacements la dimension du joint doit avoir la grandeur e telle que

$$e = 39,7 (T_1^2 \sigma_1 + T_2^2 \sigma_2)$$

T<sub>1</sub> ; T<sub>2</sub> périodes propres respectives des Blocs A et B

σ<sub>1</sub> ; σ<sub>2</sub> les coef sismiques dans chaque bloc respectif au niveau dangereux.

$$T_1 = 0,32 \quad ; \quad \sigma_1 = 0,156$$

$$T_2 = 0,469 \quad ; \quad \sigma_2 = 0,136$$

$$\Rightarrow e = 39,7 (0,156^2 \times 0,32 + 0,136^2 \times 0,469) = 1,818 \text{ cm}$$

on prend l'épaisseur du joint e = 2 cm.

# **FONDACTIONS'**

### Généralités:

On appelle fondation la base de l'ouvrage qui se trouve en contact direct avec le terrain d'assise et qui a pour fonction de transmettre à celui-ci le poids propre de l'édifice (charges) et les surcharges utiles et accidentelles (vent, neige) appliquées sur la construction.

Les fondations doivent être établies à une profondeur telle que leur base soit hors d'atteinte de la gelée.

La contrainte admissible de notre sol est de 1,8 bars à une profondeur de 2m pour des semelles superficielles.

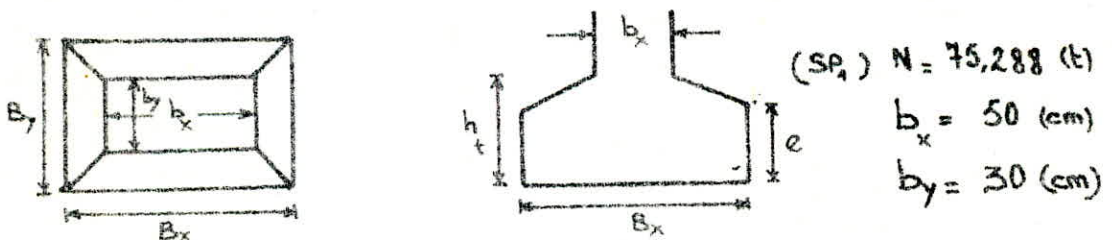
On a trois types de semelles (voir schéma ci-après):

- semelles isolées sous poteau.
- semelles continues sous deux poteaux.
- Radiers simples.

Les semelles seront calculées en compression simple, les moments à la base des poteaux étant repris par les longrines.

#### \* Semelle S<sub>1</sub>:

La méthode utilisée est celle des bielles.



$$B_x \cdot B_y \geq \frac{N}{\sigma_s} \quad ; \quad \frac{B_x}{B_y} = \frac{b_x}{b_y} = \frac{5}{3} \quad \text{d'où} : B_x = 270 \text{ (cm)} ; B_y = 170 \text{ (cm)}$$

$$e \geq 6\phi + 6 \quad \text{d'où} \quad e = 20 \text{ (cm)} ; \text{ On prend } h_e = 60 \text{ (cm)}.$$

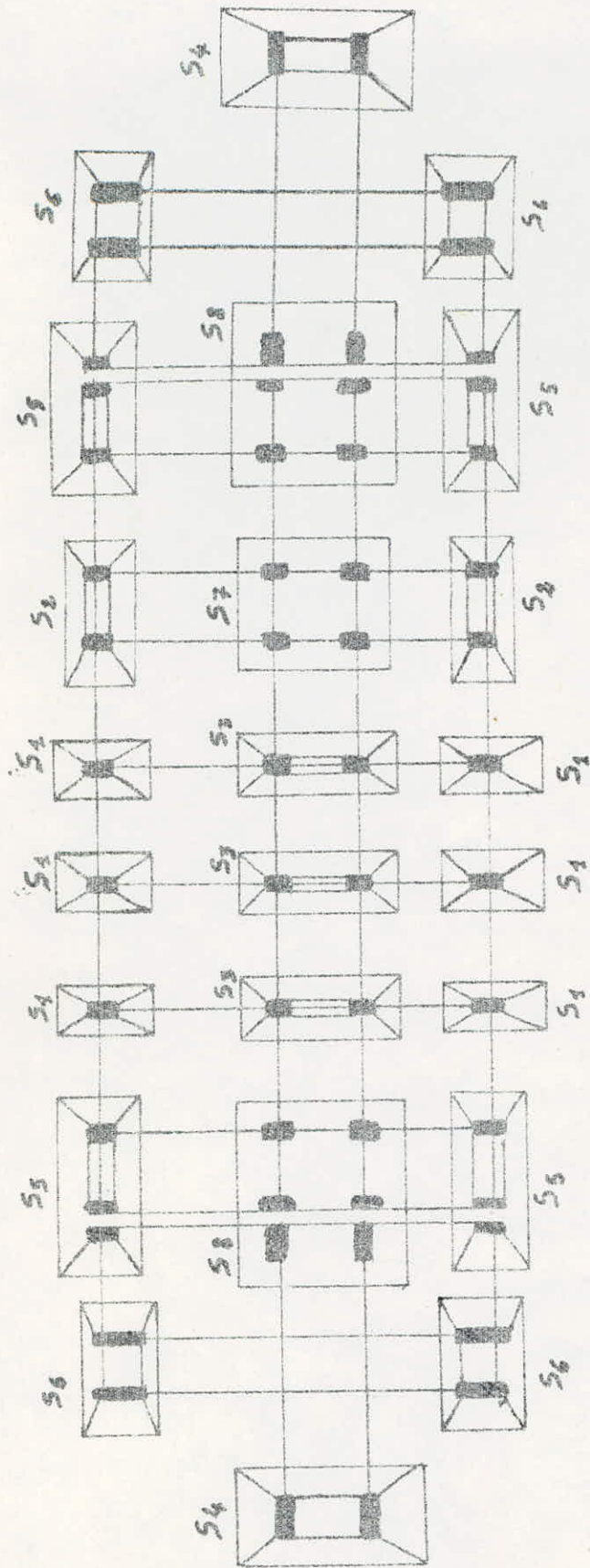
- Poids propre de la semelle:

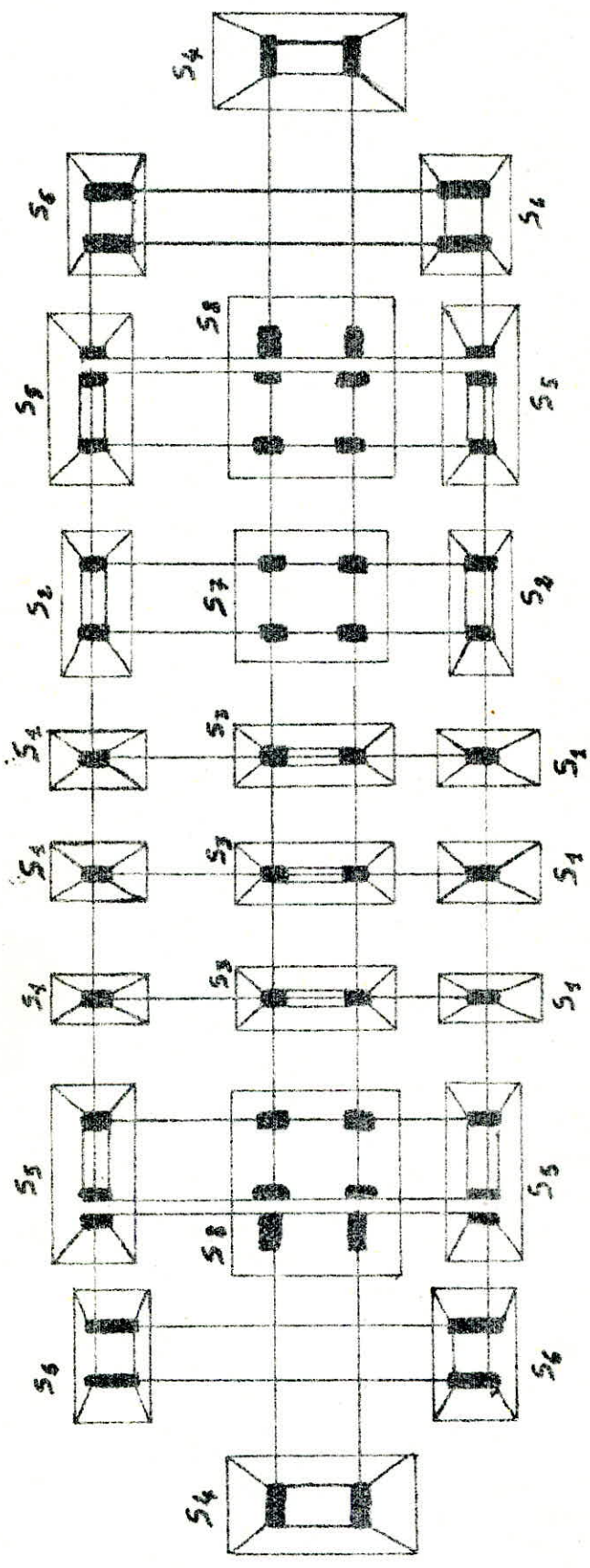
$$N_0 = (2,7 \cdot 0,60 - 0,4 \cdot 1,1) 1,7 \cdot 2,5 = 5,045 \text{ (t)}.$$

- Effort normal transmis au sol:

$$N_t = N + N_0 = 75,288 + 5,045 = 80,303 \text{ (t)}.$$







$$\sigma = \frac{N_t}{B_x \cdot B_y} = \frac{80,303 \cdot 10^3}{270 \cdot 170} = 1,75 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < \bar{\sigma}_s = 1,8 \cdot 1,02 = 1,836 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

- Calcul des armatures:

dans le sens Y:  $A_y = \frac{N_t (B_x - b_x)}{8 \bar{\sigma}_s (h_t - d_1)} = \frac{80,303 \cdot 10^3 (270 - 50)}{8 \cdot 2800 (60 - 5)} = 14,34 \text{ (cm}^2\text{)}.$

$$A_y = 8T16 = 16,08 \text{ (cm}^2\text{)} ; e = 20 \text{ (cm)}.$$

dans le sens X:  $A_x = \frac{N_t (B_y - b_y)}{8 \bar{\sigma}_s (h_t - d_1)} = \frac{80,303 \cdot 10^3 (170 - 30)}{8 \cdot 2800 (60 - 5)} = 9,13 \text{ (cm}^2\text{)}.$

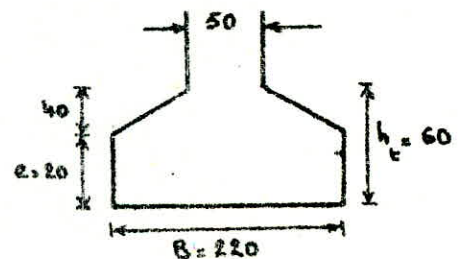
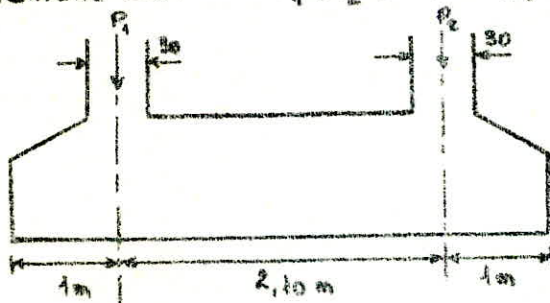
$$A_x = 9T12 = 10,17 \text{ (cm}^2\text{)} ; e = 30 \text{ (cm)}.$$

- vérification au poinçonnement:

$$1,5 \frac{N}{P_c \cdot h_t} \leq 1,2 \bar{\sigma}_n ; P_c = 488,6 \text{ (cm)}.$$

$$1,5 \cdot \frac{75288}{488,6 \cdot 60} = 3,85 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < 1,2 \cdot 5,9 = 7,08 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

\* Semelle S<sub>2</sub>:  $P_1 = P_2 = 73,98 \text{ (t)}.$



$$R = 2P_1 = 2 \cdot 73,98 = 147,96 \text{ (t)}.$$

$$B \cdot L \geq \frac{R}{\bar{\sigma}_s} \Rightarrow B \geq \frac{R}{L \bar{\sigma}_s} = \frac{147,96 \cdot 10^3}{410 \cdot 1,836} = 196,56 \text{ (cm)}.$$

On prend  $B = 220 \text{ cm}$ ;  $h_t = 60 \text{ cm}$ .

- Poids propre de la semelle:

$$N_0 = (2,20 \cdot 0,6 - 0,85 \cdot 0,4) 4,1 \cdot 2,5 = 10,045 \text{ (t)}.$$

- Effort normal transmis au sol:

$$N_t = R + N_0 = 147,96 + 10,045 = 158,005 \text{ (t)}.$$

- Vérification de la contrainte exercée sur le sol:

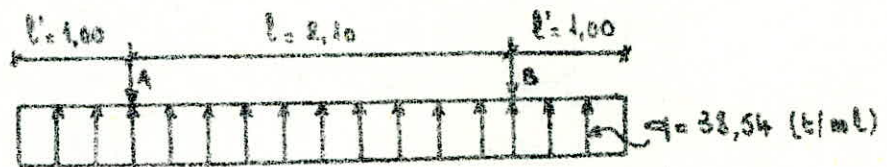
$$\sigma_s \leq \bar{\sigma}_s.$$

$$\bar{\sigma}_s = \frac{N_r}{S} = \frac{1.58005}{280.410} = 1,73 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < \bar{\sigma}_s = 1,836 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

- Détermination des efforts : On suppose une répartition uniforme des contraintes de sous-pression sur toute la longueur de la fondation. La valeur de la sous-pression sera :

$$q = \frac{N_r}{L} = \frac{158.005}{4,10} = 38,54 \text{ (t/ml)}.$$

Le schéma statique est le suivant :



Moments :  $\infty$  / aux appuis :  $M_A = M_B = \frac{q l^2}{2} = \frac{38,54 (2,10)^2}{2} = 19,27 \text{ (t.m)}.$

b/ Entrée :  $M_t = \frac{q l^2}{8} - \frac{q l'^2}{2} = 1,98 \text{ (t.m)}.$

Efforts tranchants :

en A à gauche :  $T_{Ag} = q l' = 38,54 \text{ (t)}$

en A à droite :  $T_{Ad} = q \frac{l}{2} = 38,54 \cdot \frac{2,10}{2} = 40,467 \text{ (t)}.$

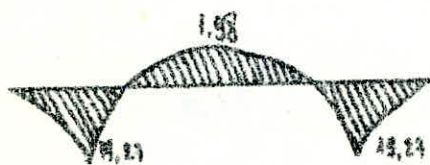


Diagramme des moments fléchissants.

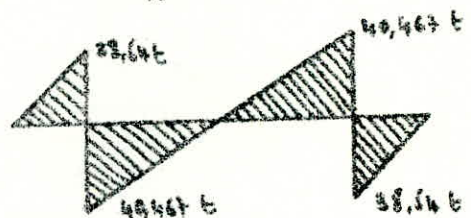


Diagramme des efforts tranchants.

- Détermination des armatures longitudinales : Le ferrailage de la fondation se fera pour la section en TE représenté en pointillés sur le schéma ci-dessous.

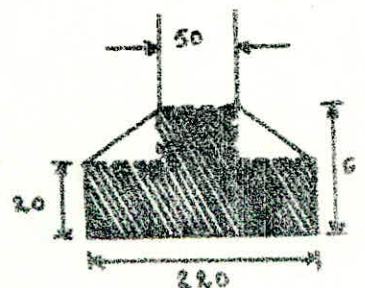
• section A au droit de l'appui :

section rectangulaire 50x60

$$M_A = 19,27 \text{ (t.m)}$$

$$T_A = 40,467 \text{ (t)}$$

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_s \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 19,27 \cdot 10^5}{2800 \cdot 50 \cdot (60)^2} = 0,0682$$



$K = 54,6$  ;  $\epsilon = 0,8927$  ;  $\alpha = 0,3219$ .

$\sigma'_b = \frac{2800}{31,6} = 88,33 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < \bar{\sigma}'_b = 137,7 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$

$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{19,27 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,8927 \cdot 55} = 14,02 \text{ (cm}^2\text{)}$

On prend 8T16 = 16,08 (cm<sup>2</sup>) ; e = 30 (cm).

Condition aux appuis :  $A \geq \frac{1}{\sigma_a} \left( T + \frac{M}{z} \right) = \frac{1}{2800} \left( 40,467 \cdot 10^3 - \frac{19,27 \cdot 10^5}{\frac{7}{8} \cdot 55} \right)$

$A \geq 0,15 \text{ (cm}^2\text{)}$

Entraînement des armatures :  $\bar{\sigma}_d = \frac{T_{max}}{n P z} = \frac{40,467 \cdot 10^3}{8 \pi \cdot 1,6 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 16,91 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$

$\bar{\sigma}_d = 2 \psi \bar{\sigma}_b = 2 \cdot 1,5 \cdot 5,9 = 17,7.$

• Section en travée :  $M_E = 1,98 \text{ (t.m)}$ .

$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = 0,0070.$

$K = 116$  ;  $\epsilon = 0,9618$  ;  $\alpha = 0,1145$ .

$y = \alpha \cdot h = 0,1145 \cdot 55 = 6,3 \text{ (cm)} < 20 \text{ (cm)}$  donc la section se calcule comme une section rectangulaire de dimension 220x60

$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{116} = 24,14 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < \sigma'_b.$

$A = 1,34 \text{ cm}^2$  on prend 3T12 = 3,39 cm<sup>2</sup>

- Détermination des armatures perpendiculaires à la poutre de rigidité :

$q = 38,54 \text{ t/ml}$ .

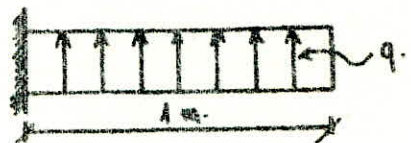
$h_t = 60$  ;  $h = 55 \text{ (cm)}$

$M_A = \frac{q l^2}{2} = 19,27 \text{ (t.m)}$ .

Soit  $b = 100$

$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 19,27 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (55)^2} = 0,0341$  ;  $\epsilon = 0,9206$  ;  $K = 48.$

$\sigma'_b = \frac{2800}{48} = 58,3 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < \bar{\sigma}'_b = 137,7 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$



$$A_s = \frac{19,27 \cdot 10^3}{2850 \cdot 0,9206 \cdot 55} = 13,47 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ on prend } 4T16 = 41,07 \text{ cm}^2$$

Contrainte de cisaillement au niveau de l'encastrement:

$$\tau_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{38,54 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 8,01 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\bar{\tau}_b = 3,5 \cdot \bar{\sigma}_b = 3,5 \cdot 5,9 = 20,65 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\tau_b < \bar{\tau}_b$$

- Détermination des armatures transversales pour la poutre rigide:

$$\tau_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{40,467 \cdot 10^3}{50 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 16,82 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < \bar{\tau}_b = 20,65 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

On utilise deux cadres  $\phi 8$  ;  $A_t = 2,01 \text{ (cm}^2\text{)}$ .

$$\sigma_{at} = f_{at} \sigma_{en} = \left(1 - \frac{\tau_b}{9 \bar{\sigma}_b}\right) \sigma_{en} = \left(1 - \frac{16,82}{9 \cdot 5,9}\right) 4200 = 2870 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

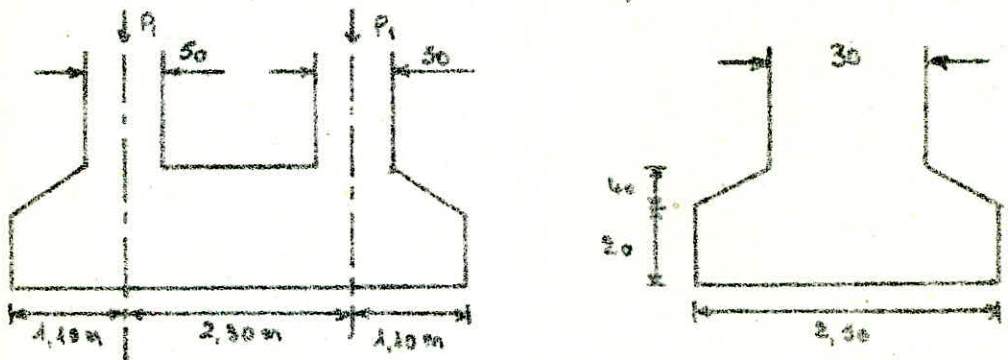
$$t = \frac{A_t \cdot z \cdot \sigma_{at}}{T} = 13,72 \text{ (cm)}$$

$$\bar{E} = \max(t_1, t_2) ; \quad t_1 = 0,2h = 0,2 \cdot 55 = 11 \text{ cm}$$

$$t_2 = \left(1,03 \frac{\tau_b}{\bar{\sigma}_b}\right) h = 8 \text{ cm}$$

On prend un espacement de 10 cm.

\* Semelle  $S_s$ :  $P_1 = P_2 = 95,378 \text{ (t)}$  (SP1).



$$R = 2P_s = 2 \cdot 95,378 = 190,756 \text{ (t)}$$

$$B \cdot L \geq \frac{R}{\bar{\sigma}_s} \Rightarrow B \geq \frac{R}{L \cdot \bar{\sigma}_s} = \frac{190,756 \cdot 10^3}{450 \cdot 4,8 \cdot 1,02} = 230,9 \text{ cm}$$

on prend  $B = 250 \text{ cm}$ .

$$h_t \geq \frac{l}{6} = \frac{2,30}{6} = 38 \text{ (cm)} \text{ on prend } h_t = 60 \text{ (cm)}.$$

- Poids propre de la semelle :

$$N_0 = (2,50 \cdot 0,6 - 1,10 \cdot 0,4) \cdot 4,50 \cdot 2,5 = 11,925 \text{ (t)}$$

- Effort normal transmis au sol :

$$N_T = R + N_0 = 190,756 + 11,925 = 202,681 \text{ (t)}$$

- Contrainte exercée sur le sol :

$$\sigma_s = \frac{N_T}{S} = \frac{202,681 \cdot 10^5}{460 \cdot 250} = 1,8 \text{ (kg/cm}^2) < \bar{\sigma}_s = 1,836 \text{ (kg/cm}^2).$$

- Détermination des efforts :

$$q = \frac{N_T}{L} = \frac{202,681}{4,50} = 45,04 \text{ t/ml}$$

Le schéma statique est le suivant :

• Moments :

a) aux appuis :  $M_A = M_B = -q \frac{l^2}{2} = -27,25 \text{ (t-m)}$

b) En travée :  $M_c = q \frac{l^2}{2} - \frac{q l^2}{2} = 2,532 \text{ (t-m)}$

• Efforts tranchants :

en A à gauche :  $T_{Ag} = q l' = 49,544 \text{ (t)}$

en A à droite :  $T_{Ad} = q \frac{l}{2} = 51,796 \text{ (t)}$

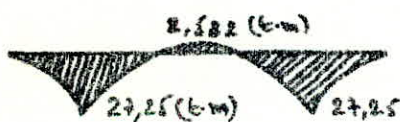
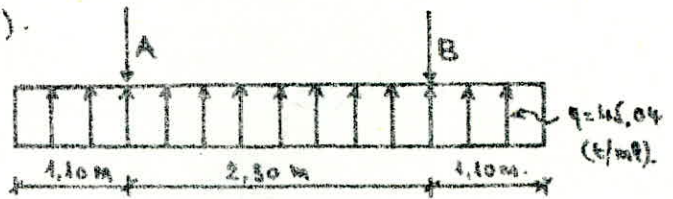


Diagramme des moments fléchissants

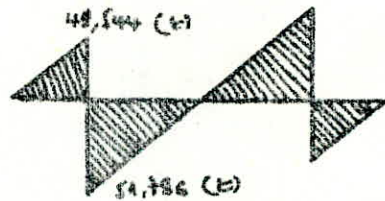


Diagramme des efforts tranchants.

• Section au droit de l'appui :

Section rectangulaire 30x60.

$$M_A = -27,25 \text{ (t-m)} ; T_A = 51,796 \text{ (t)}$$

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 27,25 \cdot 10^5}{2800 \cdot 30 \cdot (30)^2} = 0,1608 ; \kappa = 18$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{1,8} = 155,55 > \bar{\sigma}'_b = 132,7 \text{ (kg/cm}^2) \text{ on a besoin}$$

d'armatures comprimées.

$$k = \frac{\bar{\sigma}'_a}{\bar{\sigma}'_b} = \frac{2800}{137,7} = 20,3 \Rightarrow \begin{cases} \mu' = 0,1824 \\ \alpha = 0,4249 \\ \bar{\omega} = 1,046 \end{cases}$$

$$M_0 = \mu \cdot b \cdot h^2 \cdot \bar{\sigma}'_b = 0,1824 \cdot 30 \cdot (55)^2 \cdot 137,7 = 22,8 \text{ (t}\cdot\text{m)}$$

$$\Delta M = M - M_0 = 27,26 - 22,8 = 4,46 \text{ (t}\cdot\text{m)}$$

$$\bar{\sigma}'_a = \frac{15 \left( \alpha - \frac{d}{h} \right) \bar{\sigma}'_b}{\alpha} = \frac{15 \left( 0,4249 - \frac{5}{65} \right) \cdot 137,7}{0,4249}$$

$$\Rightarrow \bar{\sigma}'_a = 1623,6 \text{ kg/cm}^2 < 2800 \text{ kg/cm}^2$$

$$A' = \frac{\Delta M}{(h-d) \bar{\sigma}'_a} = \frac{4,46 \cdot 10^5}{(55-5) \cdot 1623,6} = 5,48 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 3T16 = 6,03 \text{ cm}^2$$

$$A = \bar{\omega} \frac{b \cdot h}{100} + \frac{\Delta M}{(h-d) \bar{\sigma}'_a} = 1,046 \cdot \frac{30 \cdot 55}{100} + \frac{4,46 \cdot 10^5}{(55-5) \cdot 2800} = 20,44 \text{ cm}^2$$

$$\text{On prend } 4T20 = 21,84 \text{ cm}^2$$

$$\text{- Condition aux appuis : } A \geq \frac{1}{\bar{\sigma}_a} \left( T + \frac{M}{\alpha} \right) = \frac{1}{2800} \left( 51,796 \cdot 10^3 - \frac{27,26 \cdot 10^6}{1/8 \cdot 55} \right) < 0$$

- Entraînement des armatures :

$$\bar{\Sigma}_d = \frac{T_{\max}}{n F E} = \frac{51,796 \cdot 10^3}{7 \pi \cdot 20 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 24,13 \text{ (kg/cm}^2)$$

$$\bar{\Sigma}_d = 2 \times 1,5 \times 5,9 = 17,7 \text{ (kg/cm}^2)$$

On prend 10T20

$$\bar{\Sigma}_d = \frac{51,796 \cdot 10^3}{10 \pi \cdot 20 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 17,13 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\Sigma}_d ; \quad e = 25 \text{ cm}$$

• Section en travée :  $M_p = 2,532 \text{ t}$

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}'_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 2,532 \cdot 10^5}{2800 \cdot 30 \cdot (55)^2} = 0,015 \quad ; \quad \begin{cases} k = 77 \\ E = 0,9457 \\ \alpha = 0,1630 \end{cases}$$

$y = \alpha \cdot h = 0,1630 \cdot 55 = 8,965 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$ , la section se calculera donc comme une section rectangulaire de dimension  $250 \times 30$ .

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{77} = 36,4 < \bar{\sigma}'_b$$



$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot e \cdot h} = 1,74 \text{ cm}^2 \text{ on prolonge les 3T16 sur appuis.}$$

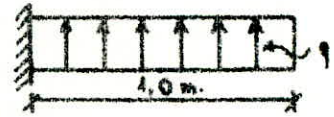
$$A = 6,03.$$

- Calcul des armatures perpendiculaires à la poutre de rigidité:

$$q = 45,04 \text{ (t/m)}$$

$$h_b = 60 \text{ (cm).}$$

$$M_A = q \frac{l^2}{2} = \frac{45,04 \cdot (1,0)^2}{2} = 22,52 \text{ (t.m)}$$



$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 22,52 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (55)^2} = 0,0482 \rightarrow K = 39,2$$

$$E = 0,9077.$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{39,2} = 71,43 \text{ (kg/cm}^2) < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot e \cdot h} = \frac{22,52 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9077 \cdot 55} = 19,5 \text{ cm}^2 \text{ on prend}$$

$$4T20 = 21,89 \text{ cm}^2 ; e = 14 \text{ cm.}$$

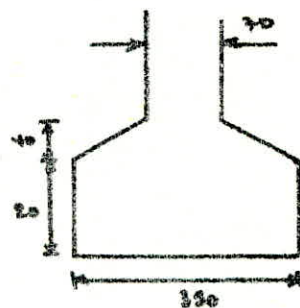
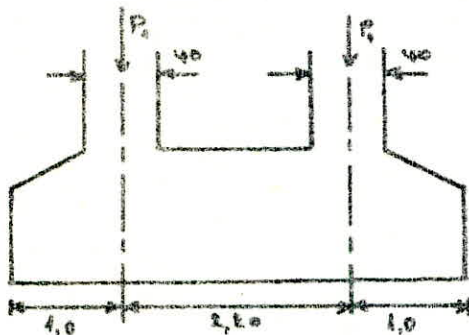
- contrainte de cisaillement au niveau de l'encastrement.

$$\tau_b = \frac{T}{b z} = \frac{45,04 \cdot 10^5}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 9,36 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 3,5 \bar{\sigma}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2.$$

- Calcul des armatures transversales pour la poutre de rigidité.

On utilise 2 cadres  $\phi 8$  ;  $A = 2,01 \text{ cm}^2$  avec un espacement constant de 10 cm.

\* Semelle S4:  $P_1 = P_2 = 114,26 \text{ (t).}$



$$R = 2 P_1 = 2 \cdot 114,26 = 228,52 \text{ (t).}$$

$$B \geq \frac{R}{L \bar{\sigma}_s} = \frac{228,52 \cdot 10^3}{420 \cdot 1,836} = 296,35 \text{ cm}$$

On prend  $B = 350 \text{ cm}$  ;  $h_e = 60 \text{ cm}$ .

- Poids propre de la semelle :  $(3,50 \cdot 0,6 - 1,4 \cdot 0,14) \cdot 2,5 = 46,17 \text{ (t)}$

$$N_T = R + N_p = 228,52 + 46,17 = 244,69 \text{ (t)}$$

$$\bar{\sigma}_s = \frac{N_T}{S} = \frac{244,69 \cdot 10^3}{350 \cdot 420} = 1,66 < \bar{\sigma}_s = 1,836 \text{ kg/cm}^2$$

Schéma statique :



$$q = \frac{N_T}{L} = \frac{244,69}{4,20} = 58,26 \text{ t/m}$$

- Moments aux appuis :  $M_A = M_B = -q \frac{l^2}{2} = -58,26 \cdot \frac{(2,10)^2}{2} = -29,13 \text{ t.m}$

- Moment en travée :  $M_c = q \frac{l^2}{8} - \frac{q l^2}{2} = 58,26 \cdot \frac{(2,10)^2}{8} - 29,13 = 6,12 \text{ t.m}$

- Efforts tranchants :  $T_{A0} = q l' = 58,26 \cdot 1,0 = 58,26 \text{ t}$

$$T_{A0} = q \frac{l}{2} = 58,26 \cdot \frac{2,10}{2} = 64,1 \text{ t}$$

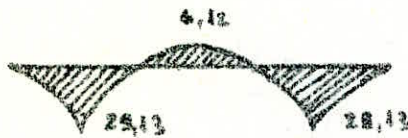


Diagramme des moments fléchissants

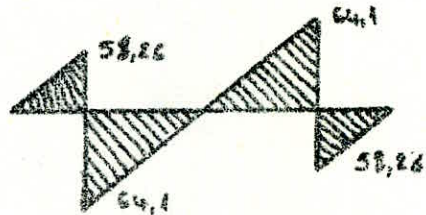


Diagramme des efforts tranchants

- Détermination de ferrailage :

a) à l'appui : section  $70 \times 60$

$$M_A = 29,13 \text{ t.m} ; T_A = 64,1 \text{ t}$$

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_s \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 29,13 \cdot 10^5}{2800 \cdot 70 \cdot (55)^2} = 0,0937 \rightarrow$$

$$K = 26,1$$

$$E = 0,8894$$

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{2800}{30,1} = 93,02 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_s \cdot e \cdot h} = \frac{29,13 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,8894 \cdot 55} = 21,27 \text{ cm}^2$$

On prend 16T16 = 32,16 ;  $e = 20 \text{ cm}$ .

- Condition aux appuis :

$$\lambda \geq \frac{1}{\bar{\sigma}_s} \left( T + \frac{M}{e} \right) = \frac{1}{4200} \left( 64,1 \cdot 10^3 - \frac{29,13 \cdot 10^5}{\frac{7}{8} \cdot 55} \right) < 0$$

- Entraînement des armatures:

$$\tau_d = \frac{T_{\max}}{n \cdot p \cdot z} = \frac{64,10 \cdot 10^3}{1,6 \cdot 1,6 \pi \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 16,56 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_d = 2,15 \cdot 5,9 = 12,7 \text{ kg/cm}^2; \quad \tau_d < \bar{\tau}_d$$

b) Moment en travée:

$$M = 6,12 \text{ t.m}$$

$$\mu = \frac{15M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 6,12 \cdot 10^5}{2800 \cdot 70 \cdot (55)^2} = 0,0155 \rightarrow \begin{array}{l} K = 88,0 \\ \alpha = 0,1442 \\ \epsilon = 0,9519 \end{array}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{89} = 31,42 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{6,12 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9519 \cdot 55} = 4,17 \text{ cm}^2 \text{ on prend 4T20} = 8,04 \text{ cm}^2$$

- Détermination des armatures perpendiculaires à la poutre rigide:

$$q = 58,26 \text{ t/ml}; \quad h = 55 \text{ cm}$$

$$M_A = q \frac{l^2}{2} = \frac{58,26 \cdot (10)^2}{2} = 29,13 \text{ t.m}$$



$$\mu = \frac{15M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 29,13 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (55)^2} = 0,0516 \rightarrow \begin{array}{l} \epsilon = 0,9048 \\ K = 37,6 \end{array}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{37,6} = 74,47 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{29,13 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9048 \cdot 55} = 21 \text{ cm}^2; \text{ On prend 7T20}; \quad e = 14 \text{ cm}$$

- Contrainte du cisaillement au niveau de l'encastrement.

$$\tau_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{58,26 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 12,104 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2$$

- Détermination des armatures transversales pour la poutre rigide:

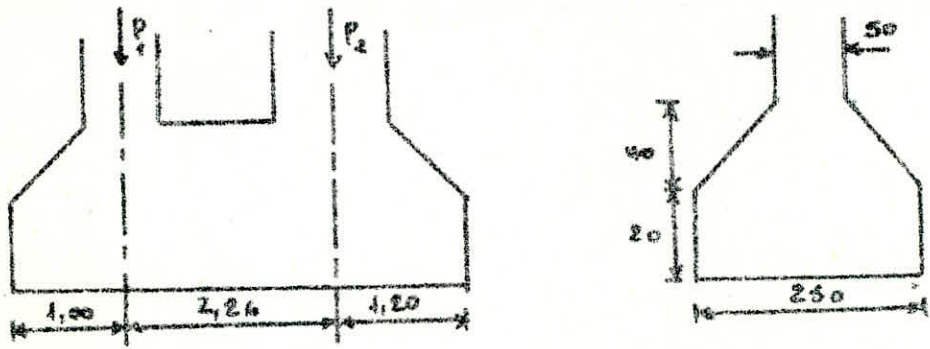
On utilise 2 cadres  $\phi 8$ ;  $A_{t2} = 2,01 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{at} = \rho_{at} \cdot \sigma_{en} = \left(1 - \frac{\tau_b}{9\bar{\sigma}_b}\right) \sigma_{en} = \left(1 - \frac{12,106}{9 \cdot 5,9}\right) 4200 = 3242,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = \frac{2,01 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55 \cdot 3242,5}{64,1 \cdot 10^3} = 5 \text{ cm}; \quad \bar{t} = \max \begin{cases} t_1 = 0,2 \cdot h = 11 \text{ cm} \\ t_2 = 1 - 0,3 \frac{12,106}{5,9} = 21 \text{ cm} \end{cases}$$

On prend un espacement de 15 cm.

\* Semelle S5:  $P_1 = 69,371 \text{ (t)}$ ;  $P_2 = 56,022 + 51,377 = 100,809 \text{ (t)}$ .



$R = P_1 + P_2 = 69,371 + 100,809 = 170,18 \text{ (t)}$ .

au centre de gravité géométrique de la section :

$R = 170,18 \text{ (t)}$  et  $M = 18,72 \text{ (t.m)}$ .

- Poids propre de la semelle :  $(2,5 \cdot 0,6 - 1,00 \cdot 0,4) 4,1 \cdot 6 \cdot 2,5 = 12,265 \text{ t}$

$N_T = R + N_0 = 170,18 + 12,265 = 182,445 \text{ (t)}$ .

$\sigma_1 = \frac{Q}{S} + \frac{M}{I} \cdot y = 1,618 + 0,226 = 1,844 \text{ kg/cm}^2$ .

$\sigma_2 = 1,618 - 0,226 = 1,392 \text{ kg/cm}^2$ .

$\sigma\left(\frac{A}{4}\right) = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = 1,731 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s$ .

- schéma statique :



$M_B = (1,72 \cdot 1,20 \cdot 250) \frac{1,20}{2} + \frac{1}{2} (100 \cdot 0,124 \cdot 250) \frac{2}{3} \cdot 100 = 32,45 \text{ tm}$

$M_A = (1,392 \cdot 1,00 \cdot 250) \frac{1,00}{2} + \frac{1}{2} (100 \cdot 0,108 \cdot 250) \cdot \frac{1}{3} \cdot 100 = 21,33 \text{ tm}$

$Q = 133 \text{ t}$ ;  $q = 43,27 \text{ t}$



Diagramme des moments fléchissants

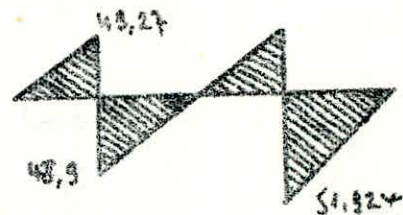


Diagramme des efforts tranchants

- ferrailage à l'appui:  $M = 32,45 \text{ tm}$ ;  $h = 55 \text{ cm}$ .

$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 32,45 \cdot 10^3}{2800 \cdot 50 \cdot (55)^2} = 0,1149 \rightarrow K = 22,6$   
 $E = 0,8671$

$\sigma'_b = \frac{2800}{22,6} = 124 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$ .

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{32,45 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,8671 \cdot 55} = 24,3 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 10 \text{ T20} = (25,15 \text{ cm}^2)$$

$$a = 30 \text{ cm.}$$

- Condition aux appuis:

$$A \geq \frac{1}{\bar{\sigma}_a} \left( T + \frac{M}{Z} \right) = \frac{1}{2800} \left( 51,924 \cdot 10^3 - \frac{32,45 \cdot 10^5}{\frac{7}{8} \cdot 55} \right) = -1,53 < 0.$$

- Entraînement des armatures:

$$\bar{\sigma}_d = \frac{T_{\max}}{d \cdot n \cdot p \cdot Z} = \frac{51,924 \cdot 10^3}{10 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 17,16 \text{ kg/cm}^2 ; e = 25 \text{ cm.}$$

$$\bar{\sigma}_d = 2 \cdot 1,5 \cdot 5,9 = 17,7 \text{ kg/cm}^2 ; \bar{\sigma}_d < \bar{\sigma}_d$$

- Détermination des armatures transversales:

on utilise 2 cadres  $\phi 8$  ;  $A_{t2} = 2,01 \text{ cm}^2$ .

$$\bar{\sigma}_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{51,924 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 10,79 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\bar{e} = \max \left\{ \begin{array}{l} e_1 = 0,2 h = 1,1 \text{ cm} \\ e_2 = \left( 1 - 0,3 \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_b} \right) h = 14 \text{ cm} \end{array} \right. \text{ on prend } e = 10 \text{ cm.}$$

- Détermination des armatures perpendiculaires à la poutre rigide:

$$q = 17,31 \text{ t/ml}$$

$$h_c = 60 \text{ cm} ; h = 55 \text{ cm.}$$

$$M_k = q \frac{l^2}{2} = 17,31 \cdot \frac{(1)^2}{2} = 8,655 \text{ t.m.}$$

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 8,655}{2800 \cdot 100 \cdot (55)^2} = 0,0153 \rightarrow \begin{array}{l} K = 76,5 \\ E = 0,9454 \end{array}$$

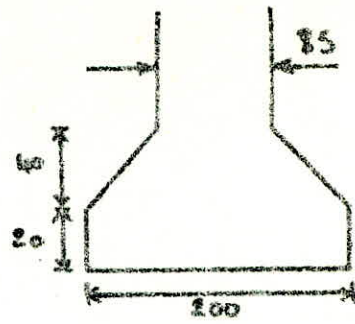
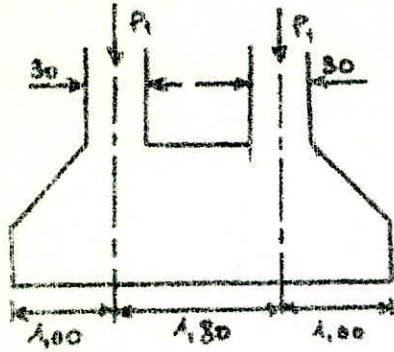
$$\bar{\sigma}'_b = \frac{2800}{76,5} = 36,6 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{4}{\epsilon \cdot \bar{\sigma}_a \cdot h} = \frac{8,655 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9454 \cdot 55} = 6 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 5 \text{ T14/ml}$$

- Contrainte de cisaillement au niveau de l'encastrement.

$$\bar{\sigma}_b = \frac{T}{b z} = \frac{17,31 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 3,6 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2.$$

\* Semelle SG:  $P_1 = P_2 = 60,776 \text{ t}$



$R = 2P_1 = 2 \cdot 60,776 = 121,552 \text{ t}$

$B \geq \frac{R}{L \bar{\sigma}_s} = \frac{121,552 \cdot 10^3}{3,8 \cdot 1,836} = 174 \text{ cm}$ ; on prend  $B = 200 \text{ cm}$  et  $h_c = 60 \text{ cm}$ .

- Poids propre de la semelle:  $N_0 = (2,00 \cdot 0,6 \cdot 25) \cdot 3,8 = 9,216 \text{ t}$

$N_T = R + N_0 = 130,767 \text{ t}$

$\sigma_s = \frac{N_T}{S} = \frac{130,767}{200 \cdot 380} = 1,72 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s = 1,836 \text{ kg/cm}^2$

- Détermination des efforts:  $q = \frac{N_T}{L} = \frac{130,767}{3,80} = 34,412 \text{ t/ml}$

- schéma statique:



- Moments: a) aux appuis:  $M_A = M_B = -q \frac{l^2}{2} = -34,412 \cdot \frac{(1,00)^2}{2} = -17,206 \text{ tm}$

b) entravée:  $M_c = q \frac{l^2}{8} = 34,412 \cdot \frac{1,80^2}{8} = 3,27 \text{ tm}$

- Efforts tranchants:  $T_{Aq} = q l' = 34,412 \text{ t}$

$T_{Ad} = q \frac{l}{2} = 34,412 \cdot \frac{1,80}{2} = 30,971 \text{ t}$



Diagramme des moments fléchissants

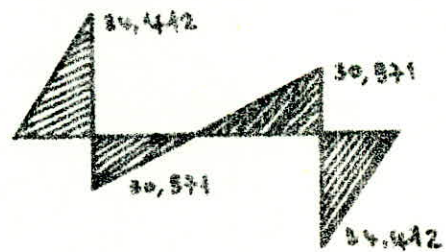


Diagramme des efforts tranchants.

- Détermination des armatures longitudinales.

• section à l'appui: section rectangulaire 85x60.

$M_A = 17,206 \text{ tm}$ ;  $T_A = 34,412 \text{ t}$

$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 17,206 \cdot 10^3}{2800 \cdot 85 \cdot (55)^2} = 0,0358 \rightarrow$

$K = 46,6$   
 $\epsilon = 0,9188$   
 $\alpha = 0,2435$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{46,6} = 60,1 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{17,206 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9188 \cdot 55} = 12,16 \text{ cm}^2 \text{ On prend } 7T16 = 14,07 \text{ cm}^2$$

- Condition aux appuis:

$$A \geq \frac{1}{\bar{\sigma}_a} \left( T + \frac{M}{z} \right) = \frac{1}{2800} \left( 34,412 \cdot 10^3 - \frac{17,206 \cdot 10^5}{\frac{7}{8} \cdot 55} \right) = -6,8 < 0$$

- Entraînement des armatures:  $\tau = \frac{T_{\max}}{a \cdot n \cdot p \cdot z} = \frac{34,412 \cdot 10^3}{7 \cdot \pi \cdot 1,6 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 20,38 \text{ kg/cm}^2$

$\bar{\tau}_d = 2 \cdot \psi_d \cdot \bar{\sigma}'_b = 2 \cdot 1,5 \cdot 5,9 = 17,7 \text{ kg/cm}^2$  non vérifiée. On prend 9T16. Donc  $\tau_d = \frac{34,412 \cdot 10^3}{9 \cdot \pi \cdot 1,6 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 15,8 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_d$ .

Le moment en travée étant négatif, on prolonge les aciers aux appuis pour la facilité de l'exécution.

- Détermination des armatures perpendiculaires à la poutre rigide:

$$q = 34,412 \text{ t/ml}; h_f = 60 \text{ cm}; h = 55 \text{ cm}$$

$$M_A = q \frac{l^2}{2} = \frac{34,412 \cdot (1,00)^2}{2} = 17,206 \text{ tm}$$

$$\mu = \frac{15 M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 17,206 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (55)^2} = 0,0305 \rightarrow \begin{matrix} E = 0,9247 \\ k = 51,4 \end{matrix}$$



$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{k} = \frac{2800}{51,4} = 54,5 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137,7 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{17,206 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9247 \cdot 55} = 12,08 \text{ cm}^2 \text{ On prend } 7T16 = 14,07 \text{ cm}^2; c=14$$

- Contrainte de cisaillement au niveau de l'encastrement:

$$\tau_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{34,412 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 7,15 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 3,5 \bar{\sigma}'_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2$$

- Détermination des armatures transversales pour la poutre rigide:

$$\tau_b = \frac{T}{b \cdot z} = \frac{34,412 \cdot 10^3}{85 \cdot \frac{7}{8} \cdot 55} = 8,41 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2$$

On utilise 2 cadres  $\phi 8$ ;  $A_t = 2,01 \text{ cm}^2$

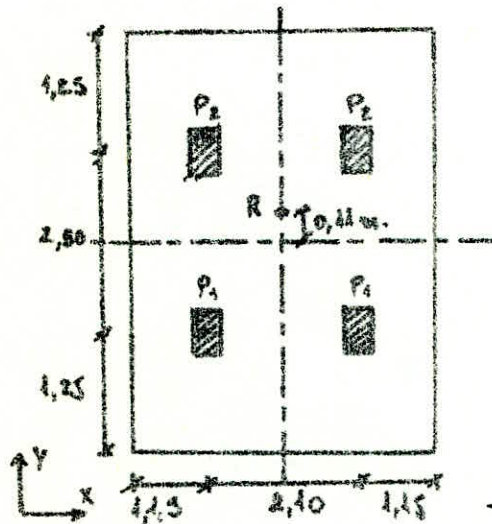
on prend  $t = 10 \text{ cm}$ .

« Calcul du radier simple :

« Semelle S7 :

Les quatre poteaux étant très rapprochés, la seule solution est de faire un petit radier ; On prendra comme épaisseur de la dalle  $h_0 = 40 \text{ cm}$ .

Le calcul se fait comme pour un plancher renversé.



•  $P_1 = 71,875 \text{ t}$  ;  $P_2 = 87,47 \text{ t}$ .

• Poids propre du radier :

$N_0 = 2500 \cdot 0,4 \cdot 4,40 \cdot 4,80 = 21,12 \text{ t}$ .

•  $R = 2(71,875 + 87,47) = 318,69 \text{ t}$ .

•  $N_T = N_0 + R = 339,81 \text{ t}$ .

La résultante  $R$  est excentrée par rapport au centre de gravité géométrique de la section. Ce qui nous

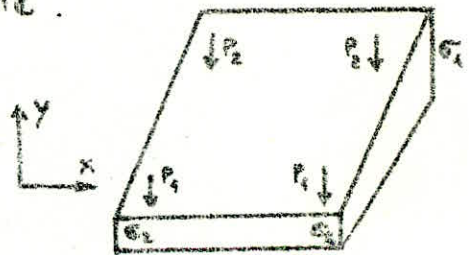
donne un moment par rapport au centre de gravité de la section de  $17,53 \text{ t.m}$ . On aura donc un diagramme de contraintes des sous pressions trapézoïdale.

- Dans le sens  $y$  :

$$\sigma_y = \frac{Q}{S} + \frac{M}{I} \cdot y = \frac{339,81 \cdot 10^5}{440 \cdot 480} + \frac{17,53 \cdot 10^5}{440 \cdot (480)^3} \cdot \frac{480}{2}$$

$\sigma_1 = 1,61 + 0,104 = 1,714 \text{ kg/cm}^2$ .

$\sigma_2 = \frac{Q}{S} - \frac{M}{I} \cdot y = 1,61 - 0,104 = 1,506 \text{ kg/cm}^2$ .



$\sigma(\frac{A}{4}) = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = \frac{3 \cdot 1,714 + 1,506}{4} = 1,662 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s$ .

- Dans le sens  $x$  : On aura un diagramme uniforme  $\sigma_x = 1,714 \text{ kg/cm}^2$ .

• Calcul des efforts dans le sens  $x$  :  $h_c = 40 \text{ cm}$  ;  $d = 3 \text{ cm}$  ;  $h = 37 \text{ cm}$  ;  
 $b = 100 \text{ cm}$  ;  $l = 2,10 \text{ m}$ .

- Moment négatif sur appuis :  $M = -q \frac{l^2}{16} = -17,14 \cdot \frac{(2,1)^2}{16} = -4,72 \text{ t.m}$

$\mu = \frac{15M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 4,72 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot 37^2} = 0,0185 \rightarrow K = 68,5$   
 $\epsilon = 0,9401$ .



$$\sigma'_b = \frac{2800}{68,5} = 40,87 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{4,72 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9404 \cdot 87} = 4,84 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 5T12/m.l.$$

• Moment positif en travée:  $M = \frac{q l^2}{40} = \frac{17,14 \cdot (2,1)^2}{40} = 1,89 \text{ tm.}$

$$\mu = \frac{15 \cdot 1,89 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (37)^2} = 0,0074 \rightarrow K = 114.$$

$$\epsilon = 0,9612.$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{114} = 24,56 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{1,89 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9612 \cdot 37} = 1,9 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 5T8/m.l. = 2,54 \text{ cm}^2.$$

- Dans le sens Y:  $h_t = 40 \text{ cm}$ ;  $d = 3 \text{ cm}$ ;  $h = 37 \text{ cm}$ ;  $b = 100 \text{ cm}$ ;  $l = 2,3 \text{ cm}$ .

• Moment négatif aux appuis:  $M = -\frac{17,14 \cdot (2,3)^2}{16} = -5,67 \text{ tm.}$

$$\mu = \frac{15 \cdot 5,67 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (37)^2} = 0,0222 \rightarrow K = 61,5.$$

$$\epsilon = 0,9346.$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{61,5} = 45,52 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot \epsilon \cdot h} = \frac{5,67 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9346 \cdot 37} = 5,85 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 6T12/m.l.$$

• Moment positif en travée:

$$M = q \frac{l^2}{40} = \frac{17,14 \cdot (2,3)^2}{40} = 2,27 \text{ tm}$$

$$\mu = \frac{15 \cdot 2,27 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (37)^2} = 0,0089 \rightarrow$$

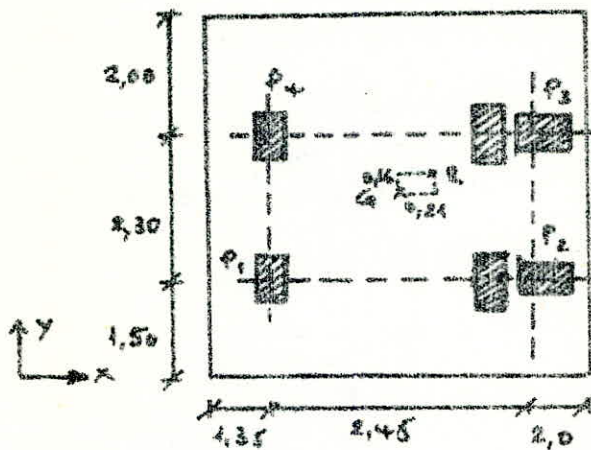
$$K = 103$$

$$\epsilon = 0,9576$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{103} = 27,2 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{2,27 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9576 \cdot 37} = 2,29 \text{ cm}^2 \text{ On prend } 5T10/m.l.$$

\* Semelle 38: On prend un radier de 40 cm.



$$P_1 = 73,866 \text{ t}$$

$$P_2 = 189,889 \text{ t}$$

$$P_3 = 217,166 \text{ t}$$

$$P_4 = 89,461 \text{ t}$$

$$R = 569,575 \text{ t}$$

• Poids propre du radier:

$$N_0 = 5,8 \cdot 5,8 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 33,64 \text{ t}$$

$$N_r = R + N_0 = 603,215 \text{ t}$$

La résultante étant excentrée, on aura un moment:

$$M_x = 119,61 \text{ t.m} ; M_y = 91,13 \text{ t.m}$$

• dans le sens y:

$$\sigma_1 = \frac{Q}{S} + \frac{M}{I} \cdot v = \frac{603,215 \cdot 10^3}{580 \cdot 580} + \frac{119,61 \cdot 10^5}{580 \cdot \frac{(580)^3}{12}} \cdot \frac{580}{2}$$

$$\sigma_1 = 1,6 + 0,3 = 1,9 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 1,6 - 0,3 = 1,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma\left(\frac{A}{4}\right) = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = \frac{3 \cdot 1,9 + 1,3}{4} = 1,75 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s$$

On prend donc une charge uniforme de 17,5 t/m<sup>2</sup>.

• calcul du ferrillage:

- dans le sens y:  $h_c = 40 \text{ cm}$ ;  $h = 37 \text{ cm}$ ;  $b = 100 \text{ cm}$ ;  $l = 2,3 \text{ m}$

- Moment aux appuis:  $M = -q \frac{l^2}{16} = -\frac{17,5 \cdot (2,3)^2}{16} = -5,8 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{15M}{\bar{\sigma}_a \cdot b \cdot h^2} = \frac{15 \cdot 5,8 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (37)^2} = 0,0227 \rightarrow K = 61$$

$$E = 0,9342$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{61} = 45,9 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot E \cdot h} = \frac{5,8 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9342 \cdot 37} = 8 \text{ cm}^2 \text{ On prend } 6T12/m$$

• Moment en travée:  $M = q \frac{l^2}{40} = \frac{17,5 \cdot (2,3)^2}{40} = 2,31 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{1,5 \cdot 2,31 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (37)^2} = 0,0091 \rightarrow K = 101$$

$$E = 0,9569$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{101} = 27,72 \text{ kg/cm}^2 ; A = \frac{2,31 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9569 \cdot 37} = 2,33 \text{ cm} \rightarrow 5T10$$

• dans le sens X:  $h_f = 40 \text{ cm}$ ;  $h = 37 \text{ cm}$ ;  $b = 100 \text{ cm}$ ;  $l = 2,45 \text{ m}$ .

- Moment négatif aux appuis:

$$M = q \frac{l^2}{16} = \frac{17,5 (2,45)^2}{16} = 6,56 \text{ t.m.}$$

$$\mu = \frac{15 \cdot 6,56 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (37)^2} = 0,0258 \rightarrow \begin{array}{l} K = 56,5 \\ E = 0,9301 \end{array}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{56,5} = 49,21 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \cdot E \cdot h} = \frac{6,58 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9301 \cdot 37} = 6,81 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 5T14/\text{ml.}$$

- Moment positif en travée:

$$M = q \frac{l^2}{40} = \frac{17,5 \cdot (2,45)^2}{40} = 2,63 \text{ t.m.}$$

$$\mu = \frac{15 \cdot 2,63 \cdot 10^5}{2800 \cdot 100 \cdot (37)^2} = 0,0103 \rightarrow \begin{array}{l} K = 95,0 \\ E = 0,9545 \end{array}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{95} = 29,5 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{2,63 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9545 \cdot 37} = 2,66 \text{ cm}^2 \text{ on prend } 5T10/\text{ml.}$$

## CALCUL DES LONGRINES.

Rôle des longrines :

En l'absence d'un système rigide d'infrastructure, toutes les fondations isolées sur les sols de consistance moyenne et sur sols meubles seront chaînées dans les deux directions avec des longrines suffisamment rigides.

Les longrines auront comme dimensions minimales celles indiquées ci-après :

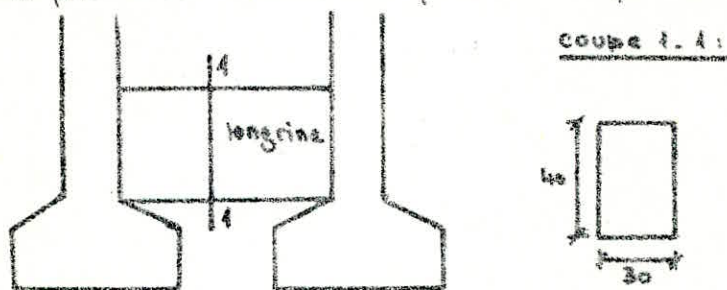
25x30 pour les sols de fondation à consistance moyenne.

30x30 pour les sols meubles ayant une forte teneur en eau.

Les longrines devront être calculés pour résister à la traction sous l'action d'une force égale à  $\frac{N}{10}$  pour tout terrain.

Dans notre cas, on prendra des longrines ayant une section de 30x40 cm.

Le rôle des longrines est de reprendre les moments à la base des poteaux transmis par la superstructure.



Le ferrailage minimal à adopter est de 4T12 avec des espacements ne dépassant pas 20cm.

On considère que la longrine est encastrée à la base des poteaux.

• Pour le bloc A :

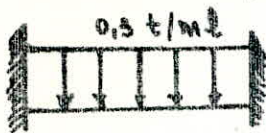
Dimension de la longrine :  $l = 4,50 \text{ m}$  ;  $a = 30 \text{ cm}$  ;  $b = 40 \text{ cm}$ .

Poids propre de la longrine :  $0,4 \times 0,3 \times 2,5 = 0,3 \text{ t/ml}$ .

Effort normal dans le poteau :  $N = 96,378 \text{ t}$ .

Effort de traction dans la longrine :  $\frac{N}{10} = 9,4 \text{ t}$ .

Schéma statique:



$$M_e = q \frac{l^2}{24} = \frac{0,3 \cdot (4,5)^2}{24} = 0,25 \text{ t.m.}$$

$$M_a = q \frac{l^2}{12} = \frac{0,3 \cdot (4,5)^2}{12} = 0,51 \text{ t.m.}$$

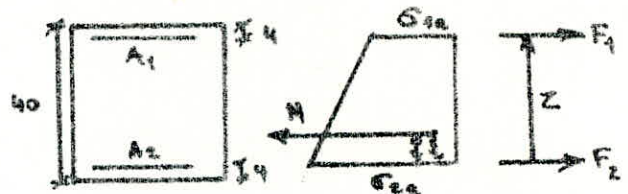
Calcul des armatures (méthode P. Charon) :  $T_{\max} \frac{l}{2} = 0,675 \text{ t.}$

N : effort de traction

M : moment fléchissant

armature en travée:

$$e = \frac{M_b}{N} = \frac{0,25}{9,54} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$



L'effort de traction est situé entre les armatures de la section, donc elle est entièrement tendue:

$$A_1 = \frac{N \cdot e}{\sigma_{\text{ca}}} \quad l = 20 - 2,6 - 4 = 13,4 \text{ cm} ; z = 40 - 8 = 32 \text{ cm.}$$

$$A_1 = \frac{9540 \cdot 13,4}{32 \cdot 2800} = 1,43 \text{ cm}^2 ; A_2 = \frac{9540 \cdot (32 - 13,4)}{32 \cdot 2800} = 1,98 \text{ cm}^2$$

• ferrailage sur appui:

$$M_a = 0,51 \text{ t.m.} ; e = \frac{M}{N} = \frac{0,51}{9,54} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m.} ; l = 20 - 5 - 4 = 11 \text{ cm.}$$

$$A_1 = \frac{9540 \cdot 11}{32 \cdot 2800} = 1,17 \text{ cm}^2 ; A_2 = \frac{9540 \cdot (32 - 11)}{32 \cdot 2800} = 2,23 \text{ cm}^2$$



4T14 filantes.

Armatures transversales:  $T_{\max} = 0,675 \text{ t}$

$$\tau_b = \frac{T_{\max}}{b \cdot z} \quad \text{avec } z = \frac{7}{8} h = \frac{7}{8} \cdot 36 = 31,5 \text{ cm.}$$

$$\bar{\tau}_b = \begin{cases} 3,5 \cdot \bar{\sigma}_b & \text{si } \sigma'_b \leq \bar{\sigma}'_b \\ \left(4,5 - \frac{\sigma'_b}{\sigma'_{b0}}\right) \sigma'_b & \text{si } \bar{\sigma}'_{b0} \leq \sigma'_b \leq 2 \bar{\sigma}'_{b0} \end{cases}$$

Dans notre cas  $\sigma'_b < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow \bar{\tau}_b = 3,5 \bar{\sigma}_b = 3,5 \cdot 5,9 = 20,65 \text{ kg/cm}^2$

$$\tau_b = \frac{T_{\max}}{b \cdot z} = \frac{0,675}{25 \cdot \frac{7}{8} \cdot 36} = 0,85 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b$$

On peut donc utiliser des armatures perpendiculaires à la ligne moyenne. On adoptera 1 cadre  $\phi 6$   $A_s = 0,565 \text{ cm}^2$ .

$$t = \frac{A_s \bar{\sigma}_{at}}{T_{\max}} ; \bar{\sigma}_{at} = \rho_{at} \cdot \bar{\sigma}_{cm}$$

$$\rho_{at} = \max\left(\frac{2}{3} ; 1 - \frac{\sigma_b}{9 \bar{\sigma}_b}\right) = \max\left(\frac{2}{3} ; 0,984\right) = 0,984$$

$$t = \frac{0,565 \cdot \frac{7}{8} \cdot 36 \cdot 0,988 \cdot 2400}{0,675 \cdot 10^3} = 62 \text{ cm} ; \bar{t} = 20 \text{ cm (CTC)}$$

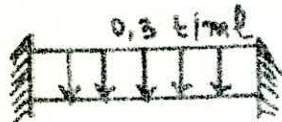
On prend donc  $t = 20 \text{ cm}$  sur toute la longueur.

\* Longrine pour le Bloc B:  $L = 7,36 \text{ m}$ ,  $a = 30 \text{ cm}$ ;  $b = 40 \text{ cm}$ .

- Poids propre de la longrine:  $0,4 \cdot 0,3 \cdot 2,5 = 0,3 \text{ t/ml}$ .

- Effort normal dans le poteau:  $N = 143 \text{ t}$ .

- Effort de traction dans la longrine:  $\frac{N}{10} = \frac{143}{10} = 14,3 \text{ t}$ .



$$M_t = \frac{qL^2}{24} = \frac{0,3 (7,36)^2}{24} = 0,677 \text{ t.m.}$$

$$M_a = \frac{qL^2}{12} = 1,354 \text{ t.m.}$$

$$\text{effort tranchant: } T = q \frac{L}{2} = 0,3 \cdot \frac{7,36}{2} = 1,104 \text{ t.}$$

$$\text{armature en travée: } e = \frac{M_t}{N} = \frac{0,677}{14,3} = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

L'effort de traction est situé entre les armatures de la section. d'osc, elle est entièrement tendue:

$$l = 20 - 4,7 - 4 = 11,3 \text{ cm} ; z = 40 - 8 = 32 \text{ cm.}$$

$$A_1 = \frac{Nl}{z \bar{\sigma}_a} = \frac{14,3 \cdot 10^3 \cdot 11,3}{32 \cdot 2800} = 1,8 \text{ cm}^2$$

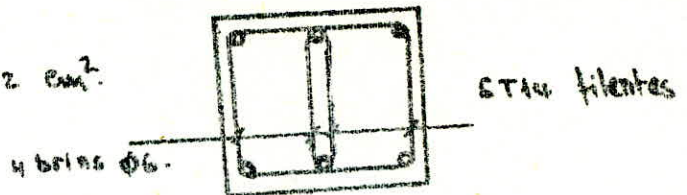
$$A_2 = \frac{N(z-l)}{z \bar{\sigma}_a} = \frac{14,3 (32 - 11,3) \cdot 10^3}{32 \cdot 2800} = 3,3 \text{ cm}^2$$

$$\text{ferroillage sur appui: } M = \frac{1,354}{14,3} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ m.} \Rightarrow \text{la}$$

section est entièrement tendue ;  $l = 20 - 9 - 4 = 7 \text{ cm}$ .

$$A_1 = \frac{14300 \cdot 7}{32 \cdot 2800} = 1,11 \text{ cm}^2 ; A_2 = \frac{14300 (32 - 7)}{32 \cdot 2800} = 3,99 \text{ cm}^2$$

On prendra  $3T14 = 4,62 \text{ cm}^2$ .



• Armatures transversales:

$$T_{\max} = 1,104 b ; \quad \tau_b = \frac{T_{\max}}{b z} = \frac{1,104 \cdot 10^3}{20 \cdot \frac{2}{3} \cdot 26} = 1,17 < \bar{\tau}_b$$

nous pouvons utiliser des armatures perpendiculaires à la ligne moyenne. On prend 1 cadre  $\phi 6$  + 1 étrier  $\phi 6$   $A_k = 1,13$ .

$$f_{ot} = \max\left(\frac{2}{3}; 1 - \frac{\tau_b}{9 \bar{\tau}_b}\right) = \max\left(\frac{2}{3}; 1 - \frac{1,17}{9 \cdot 3,19}\right) = 0,978.$$

$$t = \frac{1,13 \cdot 78 \cdot 36 \cdot 0,978 \cdot 2400}{1,104 \cdot 10^3} = 75 \text{ cm} ; \quad \bar{t} = 20 \text{ cm selon le etc.}$$

On prend  $t = 20 \text{ cm}$  tout le long de la poutre

### - Voile Périphérique -

Conformément au règlement du CTC nous avons prévu un voile périphérique continu entre le niveau des fondations et du niveau du 1<sup>er</sup> plancher au dessus du sol qui ceinturera les poteaux et assurera un bon chaînage et une bonne stabilité de l'ensemble.

Ce voile doit avoir les caractéristiques minimales ci-dessous:

$$\text{hauteur} \geq \max\left(\frac{1}{10} \text{ de la hauteur du bâtiment}; 0,80 \text{ m}\right).$$

$$\text{épaisseur} \geq \max\left(\frac{1}{10} \text{ de sa hauteur}; 0,15 \text{ m}\right).$$

$$\text{notre cas: la hauteur } h \geq \max\left(\frac{1}{10} \cdot 17,78; 0,80 \text{ m}\right) = 1,80 \text{ m}$$

$$\text{l'épaisseur } e \geq \max\left(\frac{1}{10} \cdot 1,80; 0,15 \text{ m}\right) = 20 \text{ cm}$$

armatures correspondantes:

• Armatures longitudinales: filantes supérieures et inférieures de section  $A \geq 0,2\%$  de la section transversale totale du béton avec un recouvrement  $\geq 50\phi$  avec des equerres de renforcement dans les angles.

$$\text{On aura } A \geq \frac{0,2}{100} \times 180 \times 20 = 7,2 \text{ cm}^2 \text{ soit } 4T16 \quad (A = 8,04 \text{ cm}^2).$$

$$\text{recouvrement } 50\phi = 50 \cdot 1,6 = 80 \text{ cm}$$

• Armatures longitudinales de peau: section  $A_p \geq 2 \text{ cm}^2$  par mètre par face.

remarque: il y'aura 2 voiles périphériques indépendants, l'un autour du bloc A et l'autre autour du bloc B

# BIBLIOGRAPHIE

Pierre Charon.

P.S. 69

Complément CTC aux règles du P.S 69.

CCBA 68

A. GUERRIN (Tomes 3 et 4).

Cours de M<sup>r</sup> BELAZOUGUI (Béton III).

Projets de fin d'étude.

Bulletins du C.T.C (N<sup>os</sup> 5 et 6).



