

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT G - C

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE - المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

S U J E T

**ETUDE et CONCEPTION  
d'un BATIMENT  
de l'ENP**

Proposé par : E. N. P

**5 PLANCHES**

Etudié par :

Dirigé par :

MOUAMNIA . M  
SEFFAHL OU . A

AB DELGUERFI

PROMOTION : **juin 86**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dedicaces :

Je dédie ce modeste travail ,

A la mémoire de mes grand-parents

A mon Père ,

A ma mère ,

A mes frères et sœurs .

Muamnia Med.

Je dédie ce modeste travail à :

à la mémoire de mon frère et de mes Oncles

à mon frère qui est le plus cher, ainsi qu'

à ma mère et à toute ma famille :

Saffadou. Ab.

# Remerciements



Au terme de cette étude, nous ne manquerons pas de remercier tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce projet de loin ou de près.

Nous nous contenterons de citer :

- M<sup>r</sup> Abdelguerfi notre promoteur
- M<sup>r</sup> Si-Amar Architecte à l'E.N.P.

Nous remercions également, le président, l'examinateur, ainsi que tout les membres du jury qui nous accordent l'honneur de juger notre tâche.

# SOMMAIRE

- ~ Introduction : . Presentation de l'ouvrage .
  - . Charges et surcharges .
  - . Caracteristiques des materiaux .
  - . Predimensionnement .
  
- ~ Calcul des elements
  - . Acrotère
  - . Poutrelle
  - . Escalier .
  
- ~ Charges horizontales
  - . Calcul des rigidités .
  - . Etude au seisme
  - . Distribution des efforts .
  
- ~ Charges Verticales
  - . Methode de Caquot .
  
- ~ Combinaisons
  
- ~ Ferraillage des portiques
  - . ferraillage des poutres
  - . ferraillage des poteaux
  
- ~ Fondations
  - . ferraillage des semelles
  - . ferraillage des longrines .
  - . joint de dilatation .

# Introduction.

## Presentation de l'ouvrage.

L'étude ci-après présentée comporte le calcul à la résistance de 2 bâtiments en parallèle.

Les bâtiments en question que nous avons conçus nous même, sont un ensemble de 3 blocs en vue d'un doublement de salles de classes à l'école Nationale Polytechnique. Nous avons un bloc central et deux blocs identiques de part et d'autre du premier, séparés par un joint de dilatation à droite et par une cage d'escalier indépendante à gauche. Les bâtiments extrêmes sont munis d'un escalier de secours chacun. Enfin un escalier servant d'accès au bloc de droite et au bloc central.

- ~ le bloc central comporte : un sous sol qui servira de laboratoires, un rez-de-chaussée et 3 étages dont le dernier servira de bureaux, tandis que les autres serviront de salles de classes.  $L = 24,30\text{m}$   $l = 9,15\text{m}$   $H = 16,2\text{m}$ .
- ~ Les 2 blocs extrêmes qui sont identiques sont composés chacun de sous-sols qui serviront de magasins et d'ateliers ; d'un rez de chaussée et de 2 étages qui serviront de salles de classes et de deux salles de professeur à chaque niveau.  $L = 24,30\text{m}$   $l = 15,40\text{m}$   $H = 12,55\text{m}$ .
- ~ Les 3 bâtiments comptent des terrasses inaccessibles.
  - des planchers seront constitués de poutrelles et corps creux de  $20+5\text{cm}$ .
  - Dans les planchers sont identiques à l'exception du plancher terrasse qui présentera une isolation thermique, une forme de pente, une étanchéité multicouche et gravillon.
- ~ L'ouvrage sera implanté à El-Harrach : zone II (classement du R.P.A)
- ~ La contrainte du sol est estimée à  $2\text{b}$ . à une profondeur de  $1,5\text{m}$ .
- ~ L'ouvrage est constitué de portiques autostables dans les 2 sens.
- ~ La structure sera étudiée suivant le règlement parasismique Algérien 81 version 83 en vigueur et calculée à la résistance par le B.A.E. L 80 (v.83)
- ~ Les planchers de sous-sol qui sont des dalles flottantes seront calculés forfaitairement.

# Charges et Surcharges.

## A) Charges Permanentes :

### Plancher terrasse :

- gravier roulé $e = 5 \text{ cm}$ ; $\Delta = 1600 \text{ kg/m}^3$ -----	0,075 t/m <sup>2</sup>
- étanchéité -----	0,015
- isolation thermique $e = 3 \text{ cm}$ . -----	0,015
- béton de pente $8 \text{ cm}$ ; $\Delta = 2000 \text{ kg/m}^3$ -----	0,120
- isolation phonique (3cm). -----	0,010
- plancher en corps creux + table de compression (20+5) -----	0,325
- Enduit + plâtre $e = 2 \text{ cm}$ ; $\Delta = 1800 \text{ kg/m}^3$ -----	0,034

$$G = 0,600 \text{ t/m}^2$$

### Plancher courant et R.D.C.

- carrelage (2cm) -----	0,044 t/m <sup>2</sup>
- mortier de pose (2cm) -----	0,040
- sable sec (3cm) -----	0,051
- isolation phonique -----	0,010
- plancher en corps creux + table de compression -----	0,325
- plafond : enduit + plâtre -----	0,075
- cloisons -----	0,034

## B) Surcharges d'exploitation :

$$G = 0,580 \text{ t/m}^2$$

- Plancher terrasse non accessible -----	0,100 t/m <sup>2</sup>
- Plancher courant + R.D.C (à usage de salle de classe) -----	0,300 t/m <sup>2</sup>
- escalier -----	0,350 t/m <sup>2</sup>
- Arrière (main courante) -----	0,100 t/m <sup>2</sup>

### Remplissage :

- <u>Mur extérieurs</u> : - briques creuses ( $e = 16 \text{ cm}$ ) -----	$1400 \times 0,16 = 0,224 \text{ t/m}^2$
- Enduit extérieur ( $e = 2 \text{ cm}$ ) -----	$2200 \times 0,02 = 0,040 \text{ t/m}^2$
- Enduit intérieur ( $e = 2 \text{ cm}$ ) -----	$1700 \times 0,02 = 0,034 \text{ t/m}^2$

$$G = 0,298 \text{ t/m}^2$$

# Caractéristiques mécaniques des matériaux

## a) aciers :

on utilise 2 catégories d'aciers :

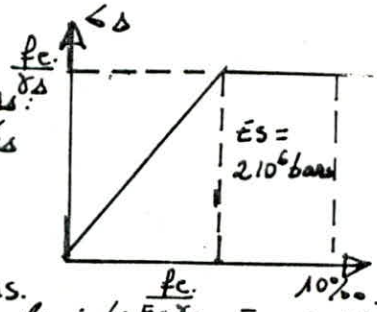
- ronds lisses de nuance Fe E24 :  $f_c : 2350$  bars.
- barres à haute adhérence de nuance Fe E40 type 1 -  $f_c : 4000$  b
- les contraintes de calcul pour l'état ultime limite :

les contraintes de calcul ( $\sigma_s$ ) des armatures longitudinales sont données en forme de déformation ( $\epsilon_s$ ) de l'acier Fe E40 - type 1 et ronds lisses par le diagramme de l'origine au pt A ( $f_c$ ,  $\epsilon_s$ ) une droite d'équation  $\sigma_s = E_s \cdot \epsilon_s$ .

- du point A ou point B une horizontale.

d'ordonnée  $f_c / \gamma_s$   
 $f_c$  : limite d'élasticité de l'acier  
 $\gamma_s$  : coef de sécurité ayant pour valeurs :

- $\gamma_s : 1$  pour les situations accidentelles ou  $\sigma_s = 4000$  bars
- $\gamma_s : 1,15$  pour les autres cas ou  $\sigma_s = 3480$  bars



$E_s$  : module d'élasticité  $E_s = 210^6$  bars.

L'allongement maximale de l'acier est limitée à 10%. Le diagramme est symétrique par rapport à l'origine (cas d'une compression).

## b) bétons

Résistances caractéristiques admissibles :

1) de compression : On peut admettre pour un chantier courant dans le cas d'un dosage de  $350 \text{ kg/m}^3$  de ciment CP45 les valeurs de  $f_{c28}$  suivantes :

- en conditions courantes de fabrications :  $f_{c28} = 220$  bars  $\Rightarrow f_{c28} = 19$  bars en traction
- avec contrôle très suivi :  $f_{c28} = 250$  bars  $\Rightarrow f_{c28} = 21$  bars
- Le chantier doit viser en moyenne  $f_{c28 \text{ moy}} \geq (1,15 \text{ à } 1,30) f_{c28}$

2) La résistance caractéristique à la traction du béton à l'âge  $j = 28$  jours est conventionnellement donnée par  $f_{tj} = 6 + 0,06 f_{c28}$

## GRAMMES DÉFORMATIONS - CONTRAINTES POUR L'E-L-U

pour le calcul à l'E-L-U, on utilise pour le béton, un diagramme conventionnel dit "parabole - rectangle" et dans certains cas, par mesure de simplification, un diagramme rectangulaire.

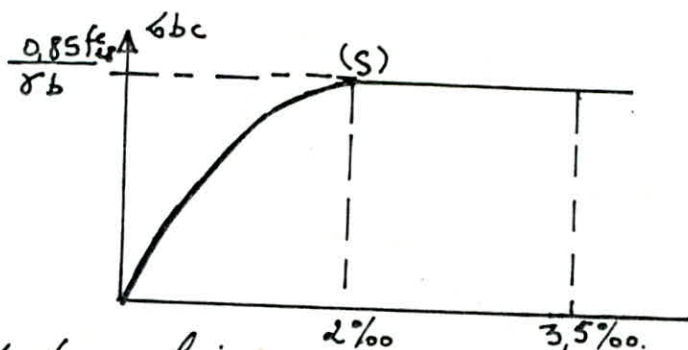
### a) diagramme parabole-rectangle :

il est représenté par la contrainte du béton en fonction de son raccourcissement, est constitué entre 0 - 2‰ par un arc de parabole passant par l'origine et de sommet ( $\epsilon_s$ ) ayant pour



coordonnée :  $\epsilon_{bc} = 2\text{‰} \Rightarrow \sigma_{bc} = 0,85 f_{c28} / \gamma_b$ .  
 entre 2‰ - 3,5‰ par une droite parallèle à l'axe de déformation  
 et tangente en (S) à la parabole.  
 raccourcissement du béton est limitée à 3,5‰.  
 le coef de sécurité ( $\gamma_b$ ) a pour valeurs :

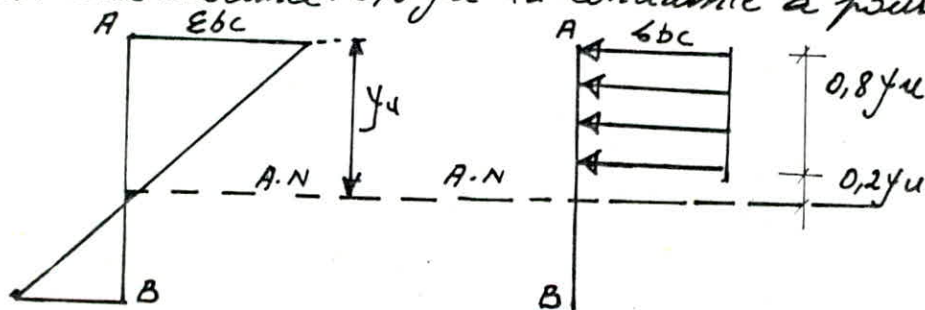
$\gamma_b = 1,15$  pour les situations accidentelles  $\Rightarrow \sigma_{bc} = 185$  (bars)  
 $\gamma_b = 1,5$  autres cas  $\Rightarrow \sigma_{bc} = 142$  bars



b) diagramme rectangulaire :

Lorsque la section n'est pas entièrement comprimée, on peut utiliser le diagramme rectangulaire définie ci-après : où  $y_u$  désigne la distance de l'axe neutre à la fibre la plus comprimée

- sur une distance  $0,8y_u$  comptée à partir de l'axe neutre la contrainte est nulle.
- sur une distance  $0,8y_u$  la contrainte a pour valeur  $\frac{0,85 f_{c28}}{\gamma_b}$



## hypothèses de calcul

a) - Etat limite ultime (B.A.E.L. A 4.3.2)

1. hypothèses de base :

Conservation des sections planes, absence de glissement entre acier et béton, non prise en compte du béton tendu.

2. déformation relatives limites :

- de l'acier le plus tendu :  $10 \cdot 10^{-3}$

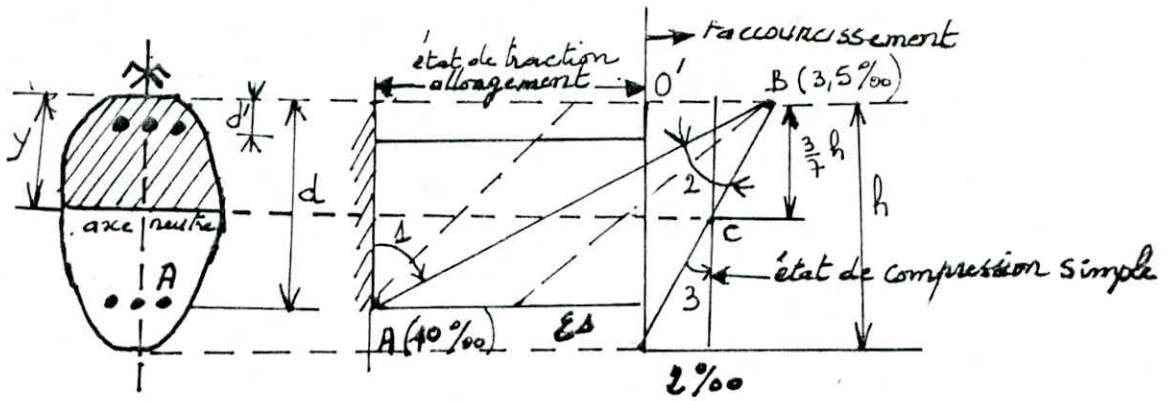
- de béton comprimée :- par flexion :  $3,5 \cdot 10^{-3}$

- par compression simple :  $2 \cdot 10^{-3}$

3. "Règles des 3 pivots" :

pour arriver à l'état limite ultime, on admet que le diagramme des déformations passe par l'un des 3 pivots A, B, C définies ci-après (B.A.E.L. A.4.3.3)

Le pivot C correspond à une section entièrement comprimée



- b) État-Limites de service :

1. hypothèses de base :

Conservation des sections planes, absence de glissement entre acier et le béton, non prise en compte du béton tendu, loi de Hooke,  $\epsilon = E \cdot \epsilon$

2. état limite de compression du béton : (B.A.E.L A-4.5.2)  
La contrainte de compression du béton en service est limitée à  $\sigma_{bc} = 0,6 f_{c28}$

# Prédimensionnement

## A) les Planchers:

Poutrelles: la condition de limitation des flèches dans les poutrelles est le critère le plus important pour le prédimensionnement.

$l$ : portée maximale de la poutrelle;  $l = 4,80\text{ m}$ .

$$h_p = \frac{l}{22,5} = \frac{480}{22,5} = 21,33\text{ cm. donc on prend } h_p = 25\text{ cm.}$$

d'où le plancher 20+5

B) Poutres: selon le R.P.A 81 (V.83); Article 4.2.12, les dimensions des poutres doivent respecter 4 conditions ci-après.

$$b \geq 20\text{ cm.}; h \geq 30\text{ cm.}; b_{\max} \leq 1,5h + b_1; \frac{h}{b} \leq 3.$$

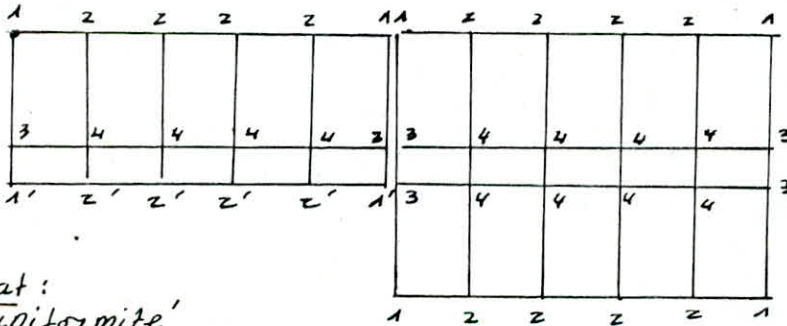
$$\text{Et selon le B.A.E.L. } \frac{1}{15} l \leq h \leq \frac{1}{12} l. \text{ et } 0,4 \leq \frac{b_1}{h} \leq 0,50.$$

• Poutres longitudinales  $l = 4,80\text{ m}$ : on a adopté:  $b = 30$  et  $h = 40\text{ cm}$

• Poutres transversales:  $l = 6,25\text{ m}$ : on a adopté:  $b = 30\text{ cm}$  et  $h = 50\text{ cm}$ .

C) Poteaux: On considèrera 3 types de poteaux. (angle, rive, central).

Par une descente de charges et surcharges cités ci-dessus et on considèrera que seul le béton résistera à l'effort de compression.



Resultat:

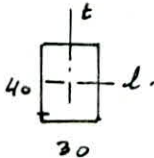
Par uniformité

on a adopté

\* Poteaux de rive et d'angle (1, 3, 1', 2') identiques

30 x 30 cm.

\* Poteaux centraux (4): 30 x 40.



on doit homogénéiser le plus possible.

R.P.A 81. Art 4.2.11.

$$* \text{Min}(b_1, h_1) \geq 25\text{ cm (30 et 40)}$$

$$* \frac{1}{3} \leq \frac{b_1}{h_1} \leq 3$$

$$* \text{Min}(b_1, h_1) \geq \frac{l}{20} = 118,5\text{ cm}$$

B.A.E.L

$$* \frac{N_1}{B_1} \leq f_c = 0,85 \cdot \frac{f_{c28}}{1,5}$$

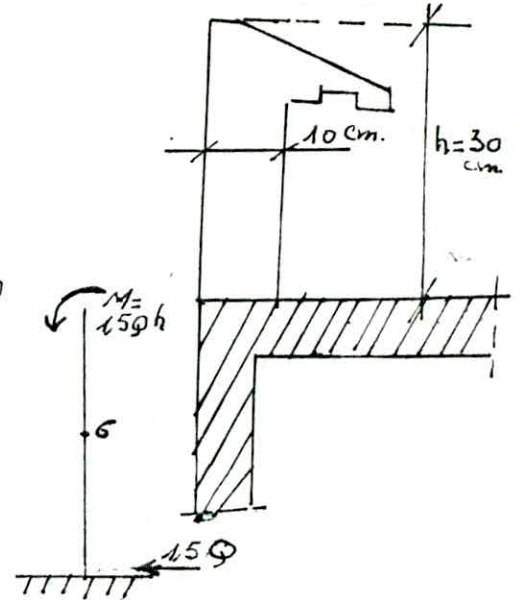
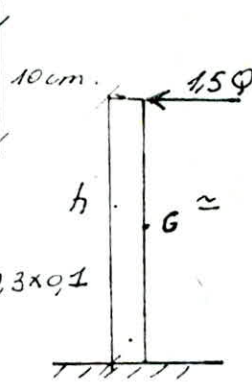
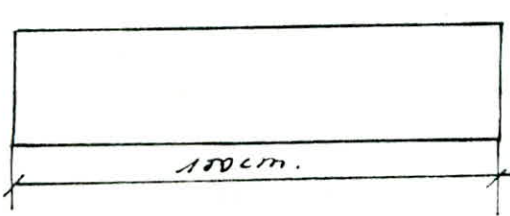
$$B_1 = b_1 \cdot h_1.$$

CALCUL DES  
ELEMENTS

# Acrotère

L'acrotère est un système isostatique, assimilée à une console encastrée au niveau du plancher terrasse. Elle sera calculée en flexion composée, engendrée par l'effort normal due à son poids propre et le moment résultant due à l'application de la main courante. La section la plus dangereuse se trouve à l'encastrement, le calcul se fait par (ml)

dimension : épaisseur  $e = 10 \text{ cm}$ .  
 hauteur  $h = 30 \text{ cm}$ .  
 largeur  $b = 100 \text{ cm}$ .



a) état limite ultime - E.L.U.

- \* poids propre :  $G = 2500 \times 5 = 2500 \times 0,3 \times 0,1$   
 $G = 75 \text{ kg/ml}$
- \* surcharge due à la main courante  
 $Q_B = 100 \text{ kg/ml}$ .

b) détermination des efforts en E.L.U. :

- $N_u = 1,35 G = 1,35 \times 75 = 101,25 \text{ kg/ml}$ .
- Moment ultime :  
 $M_u = 1,5 Q_B \times h_t = 1,5 \times 100 \times 0,3 = 45 \text{ kgm/ml}$ .

c) calcul de l'excentricité :

$$e_0 = \frac{M_u}{N_u} = \frac{45}{101,25} = 0,44 \Rightarrow e_0 = 44 \text{ cm}.$$

$$e_1 = \frac{h_t}{6} = \frac{10}{6} = 1,67 \text{ cm} \Rightarrow e_0 > e_1 \text{ donc on a une section partiellement comprimée}$$

On prend une enrobage  $d = 2 \text{ cm}$  donc  $d' = 8 \text{ cm}$ .

$$M^* = M_u + N_u \left( \frac{e_0}{2} - d' \right) = 45 + 101,25 \left( \frac{0,44}{2} - 0,08 \right)$$

$$M^* = 48,037 \text{ kgm/ml}$$

on utilise la méthode de Pierre Charon :

$$\mu = \frac{M^*}{b d^2 f_{bc}} = \frac{48,037 \cdot 10^2}{100 \times 8^2 \times 142} = 0,005 < \mu^l = 0,392$$

donc  $A' = 0$  d'où les aciers comprimés ne sont pas nécessaires

$$\mu = 0,005 \rightarrow \text{du tableau on tire } \alpha = 0,0063$$

$$\beta = 0,998$$

$$1000 \epsilon_s = 10 \Rightarrow \epsilon_s = 3480 \text{ bars.}$$

$$A_f = \frac{M^*}{\beta d \epsilon_s} = \frac{4803,7}{0,998 \times 8 \times 3480} = 0,17 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A = A_f - \frac{N_u}{\epsilon_s} = 0,17 - \frac{101,25}{3480} = 0,14 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

c) Vérifications diverses

- Condition de non fragilité:

$$A \geq A_{\min} = 0,23 \frac{b \times d \cdot f_{t28}}{f_c} = 0,23 \frac{100 \times 8 \times 21}{4000} = 0,97 \text{ cm}^2.$$

donc on adopte  $4T6 = 1,13 \text{ cm}^2/\text{ml}$  espacés de  $e=25 \text{ cm}$ .

- état limite de compression de béton:

$\sigma_b \leq 0,6 f_{c28} = 150 \text{ bars}$  si la condition suivante est vérifiée, il est inutile de vérifier la condition  $\sigma_b \leq 150 \text{ bars}$ .

$$\frac{\gamma - 1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} \geq \frac{\gamma u}{d} = \alpha = 0,0063.$$

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{per}} = \frac{45}{30} = 1,5.$$

$$\Rightarrow \frac{1,5 - 1}{2} + \frac{250}{1000} \geq \frac{\gamma u}{d} = \alpha = 0,0063.$$

$$0,5 \geq \alpha = 0,0063 \Rightarrow \sigma_b \leq 150 \text{ bars (Vérifiée)}.$$

- état limite de fissuration:

-  $\phi = 6 \text{ mm} \geq 6 \text{ mm}$  (vérifiée)

-  $\sigma_{st} \leq \text{Min}(\frac{2}{3} f_c, 1500 \eta) = 2400$  avec  $\eta = 1,6$  pour H.A.

- fissuration considérée comme préjudiciable.

on calcule  $\rho_1 = \frac{100 \times A_s}{b d} = \frac{100 \times 1,13}{100 \times 8} = 0,14$

$\rho_1 = 0,14 \rightarrow$  on tire du tableau  $\left\{ \begin{array}{l} k = 0,0155 \\ \beta_1 = 0,937 \end{array} \right.$

$$\sigma_b = \frac{M_{per}}{A \beta_1 d} = \frac{30 \cdot 10^2}{1,13 \times 0,937 \times 8} = 354,17 < \sigma_b = 2400 \text{ bars (Vérifiée)}.$$

- Vérification de l'effort tranchant:

des poutres soumises à des efforts tranchants sont justifiées vis à vis de l'état limite ultime:

$$V_u = 1,5 \times Q = 1,5 \times 100 = 150 \text{ kg/ml.}$$

$$M_u = 1,5 \times Q \times h_t = 1,5 \times 100 \times 0,30 = 45 \text{ kgm/ml.}$$

on doit avoir  $A_s \sigma_b \geq V_u + \frac{M_u}{0,9 d} = 150 + \frac{45 \cdot 10^2}{0,9 \times 8} < 0$  (Vérifiée)

Les armatures inférieures ne sont soumises à aucun effort de traction

- Vérification de  $\bar{\sigma}_u$  en état limite ultime de béton de l'âme:

$$\bar{\sigma}_u = \frac{V_u}{b_0 \cdot d} \leq \text{Min}(0,10 f_{c28}, 30 \text{ bars}) \text{ en fissuration préjudiciable}$$

$$\bar{\sigma}_u = \frac{150}{100 \times 8} = 0,18 < \bar{\sigma}_u = 25 \text{ bars (Vérifiée)}$$

- Vérification du séisme local de l'acrotère (R.P.A 3.3.9)

des éléments auxquels leur ancrage au système structural doivent être calculés sous l'action des forces horizontales.

$$F = Z \cdot I_p \cdot C_p \cdot W_p ; \quad Z = \frac{A(\text{groupe d'usage de bat 2, zone II})}{z(\text{zones})} = \frac{0,15}{0,25} = 0,6.$$

$$I = \frac{A(\text{groupe d'usage de bat 2})}{A(\text{groupe d'usage de bat 2})} = 1 \quad W_p = \text{poids de l'élément} = G = 75 \text{ kg/ml}$$

$$C_p = 0,8 \text{ pour 1 console d'après tableau (4) - R.P.A. - } 1,5 Q_B = 1,5 \times 100 = 150 \text{ kg/ml} > F_p$$

$1,5 Q_B > F_p \Rightarrow$  Vérification sous  $F_p$  inutile

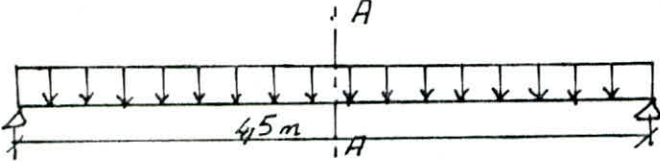
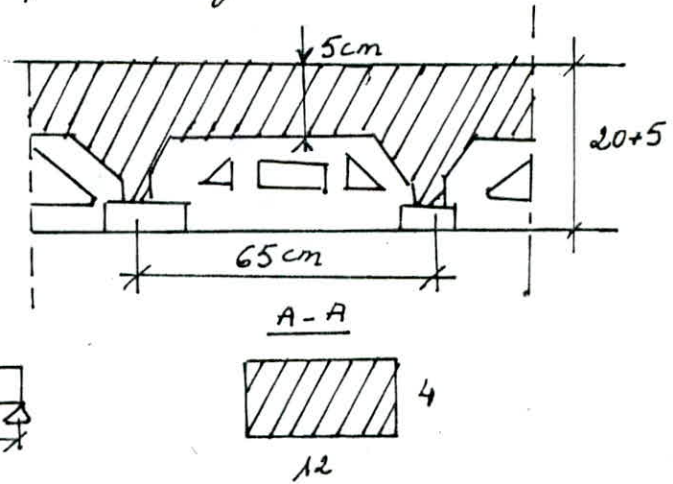
## - Poutrelles -

### - Poutrelles du plancher terrasse et plancher courant:

- on a un plancher à corps creux (20+5), les poutrelles utilisées sont préfabriquées sur chantier; disposées suivant la petite portée. on les calcule pour résister avant et après coulage du béton donc le calcul se fera en 2 étapes:

1<sup>o</sup> étape:

Avant le coulage du béton, la poutrelle est considérée comme simplement appuyée, elle supporte son poids propre, l'hourdis et la surcharge de l'ouvrier posant l'hourdis.



Charge supportée par la poutrelle:

- son poids propre:  $0,04 \times 0,12 \times 25 = 0,012 \text{ t/ml}$ .
- poids du corps creux:  $0,65 \times 0,095 = 0,062 \text{ t/ml}$ .
- surcharge due à l'ouvrier =  $0,100 \text{ t/ml}$

$$q_u = 1,35 q + 1,5 q_o \Rightarrow q_u = 1,35(0,012 + 0,062) + 1,5(0,1)$$

$$q_u = 0,250 \text{ t/ml}$$

Moment ultime en travée:  $M_u = q_u \frac{l^2}{8} = \frac{0,250 \times 4,5^2}{8} = 0,633 \text{ tm}$

Effort ultime - tranchant:  $T_u = q_u \frac{l}{2} = \frac{0,250 \times 4,5}{2} = 0,562 \text{ t}$

Calcul des armatures: On utilise la méthode de Pierre-Charon  
 enrobage  $e = 2 \text{ cm}$ .  $\mu = \frac{M_u}{bd^2 f_{bc}} = \frac{0,633 \cdot 10^5}{12 \times 2^2 \times 142} = 9,28 > \mu_l = 0,392$ .

donc on a besoin des armatures comprimées, vu que la section (12x4) est très petite, elle ne peut pas contenir la section des armatures tendues et des armatures comprimées, donc on doit obligatoirement chercher une autre solution on prévoit un échafaudage sous la poutrelle pour l'aider à supporter les charges avant le coulage de la dalle de compression.

2<sup>o</sup> étape:

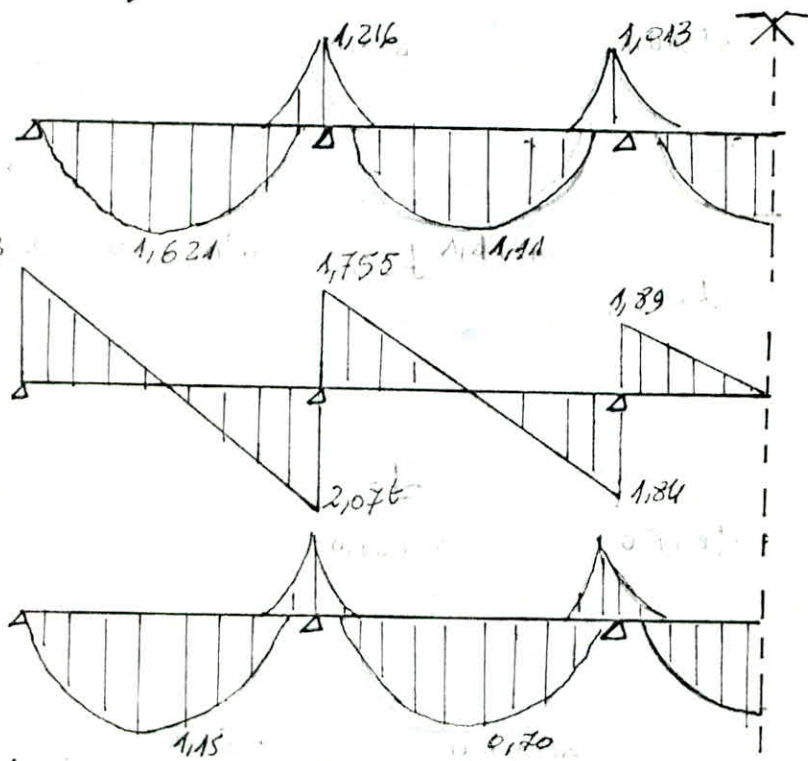
La poutrelle doit résister après coulage, on a des poutrelles reposant sur plusieurs appuis et travaillent comme une poutre continue, le calcul et le ferrailage se fait sous le cas le plus défavorable. sur appuis et en travée pour la détermination des efforts tranchants et des moments; on utilise la méthode forfaitaire:

- rapport des travées, compris entre (0,8 et 1,25)

La charge linéaire pour l'état limite ultime est donnée par  $q_u = 1,35g + 1,59q$   
 - pour le plancher terrasse on a  $q_t = 0,390 \text{ t/ml}$   $q_{BE} = 0,065 \text{ t/ml}$   
 - pour le plancher courant on a  $q_c = 0,377 \text{ t/ml}$   $q_{BC} = 0,195 \text{ t/ml}$   
 à l'état limite de service la charge linéaire est donnée par  $q_s = g + q_B$

calcul du plancher courant

- $q_c = 1,35g + 1,59q_B = 1,35 \times 0,377 + 1,5 \times 0,195 = 0,801 \text{ t/ml}$   
 d'où  $M_{04} = q_u \frac{l^2}{2} = 0,801 \times 4,5^2 = 2,027 \text{ tm}$
- en S.L.S :  $q_s = g + q_B = 0,572 \text{ t/ml}$   
 d'où  $M_0^S = 1,44 \text{ tm}$
- diagramme des moments et des efforts tranchants



Détermination de la table de Compression (art A.4.13) BAEL 80.

a) la table doit satisfaire aux 3 conditions:

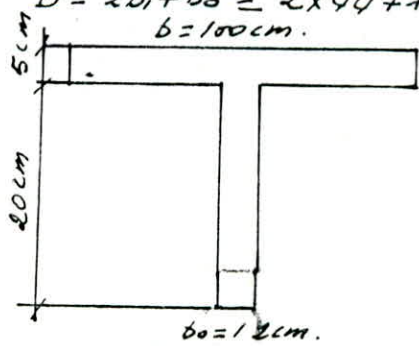
$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 \leq \frac{l_1}{10} \\ b_1 \leq \frac{2}{3} \frac{l_1}{2} \\ b_1 \leq \frac{l_1 + l_2}{3} + \frac{2}{3} \frac{l_1}{2} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{avec } l_1 = l_2 = 450 \text{ cm.} \\ b_1 \leq \frac{450}{10} = 45 \text{ cm.} \end{array}$$

donc on prend  $b_1 = 44 \text{ cm}$ .

d'où  $b = 2b_1 + b_0 = 2 \times 44 + 12 = 100 \text{ cm}$ .  
 $b = 100 \text{ cm}$ .

b) disposition constructive  
 $h_t = 25 \text{ cm}$ .

l'encrage  $e = \frac{h_t}{2} = 2,5 > 2 \text{ cm}$   
 $d = h_t - e = 22,5 \text{ cm}$   
 (art A.7-1 BAEL 80)



c) calcul des armatures

1°) état limite ultime (E.L.U)

- section en travée :  $M_{tu} = 1,621 \text{ tm}$
- moment résistant de la table

$M_{tr} = b \cdot b_c \cdot b \cdot h_0 (d - h_0) = 142 \times 100 \times 5 \times 20 = 1412 \text{ tm}$

$M_{tr} > M_{tu} \Rightarrow$  la section sera calculée comme une section rectangulaire de largeur  $b$  et de hauteur  $h_t$ . on applique la méthode de Pierre-Charon.



- Calcul de  $\mu$  :  $\mu = \frac{M}{bd^2 f_{bc}} = \frac{1,621 \cdot 10^5}{100 \times 22,5^2 \times 142} = 0,022 < \mu_f = 0,392$

$\Rightarrow A' = 0$  (pas d'aciers comprimés).

du tableau on tire  $\alpha = 0,0279$ ,  $\beta = 0,989$ ,  $1000 \epsilon_s = 10 \Rightarrow \epsilon_s = 3480$  bars

$A = \frac{M}{\beta \alpha f_{bc}} = \frac{1,621 \cdot 10^5}{0,989 \times 22,5 \times 3480} = 2,09 \text{ cm}^2$

d'où on adopte  $3T12 = 3,39 \text{ cm}^2$ .

- Calcul des armatures en appuis:

section considérée comme rectangulaire de largeur  $b_0$  et de hauteur  $d$

$\mu = \frac{M}{b_0 d^2 f_{bc}} = \frac{1,21 \cdot 10^5}{12 \times 22,5^2 \times 142} = 0,140 < \mu_f = 0,392$

donc  $A' = 0$  (pas d'armatures comprimées).

du tableau on tire  $\alpha = 0,1894$ ,  $\beta = 0,924$ ,  $1000 \epsilon_s = 10 \Rightarrow \epsilon_s = 3480$  bars.

$A = \frac{1,21 \cdot 10^5}{0,924 \times 22,5 \times 3480} = 1,67 \text{ cm}^2$

on adopte  $2T12 = 2,26 \text{ cm}^2$ .

- Armatures de l'hourdis:

$A \geq 0,2 \cdot l \times \frac{200}{f_c} = \frac{40 \times l}{f_c} = \frac{40 \times 65}{4000} = 0,65 \text{ cm}^2/\text{ml}$

on adopte 1 treillis soudé de maille  $20 \times 20$  en  $\phi 6$  soit  $5 \phi 6/\text{ml}$  soit  $5 \phi 6/\text{ml} = 1,41 \text{ cm}^2/\text{ml}$ .

- Vérifications divers

1°) Condition de non fragilité: (Art B.6.4 - BAEL80)  $A \geq 0,001 b d$

en travée :  $0,001 \times 100 \times 22,5 = 2,25 \text{ cm}^2 < 3,39 \text{ cm}^2$  (vérifiée)

en appui :  $0,001 \times 12 \times 22,5 = 0,25 \text{ cm}^2 < 2,26 \text{ cm}^2$  (vérifiée)

2°) Etat limite de service:

a) vérification de l'état limite de compression du béton, la fissuration est peu nuisible, on doit vérifier que  $\sigma_b \leq 0,6 f_{ce}$

- en travée  $M_{tu} = 1,62 \text{ tm}$  en E.L.U.  
 $M_{ser} = 1,15 \text{ tm}$  en E.L.S

$\gamma = \frac{M_{tu}}{M_{ser}} = \frac{1,62}{1,15} = 1,4$  ; on doit vérifier que  $\frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{ce}}{1000} \geq \frac{\gamma_u}{d} = \alpha$  (1)

si la relation (1) est vérifiée  $\Rightarrow$  on a  $\sigma_b \leq 0,6 \times 250 = 150$  bars (vérifiée).

$\Rightarrow \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{ce}}{1000} = \frac{1,4-1}{2} + \frac{250}{1000} = 0,45 \geq \frac{\gamma_u}{d} = \alpha = 0,027$ .

$\Rightarrow$  que  $\sigma_b \leq 150$  bars, donc relation est vérifiée

- en appuis :  $M_u^a = 1,21 \text{ tm}$ ,  $M_s^a = 0,864$  ;  $\gamma = \frac{M_u^a}{M_s^a} = \frac{1,21}{0,864} = 1,4$

$\frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{ce}}{1000} = \frac{1,4-1}{2} + \frac{250}{1000} = 0,45$

est vérifiée d'où  $\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b = 150$  bars.  $\frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{ce}}{1000} \geq \frac{\gamma_u}{d} = \alpha$ . donc relation (vérifiée)

Donc les armatures déterminées par E.L.U. conviennent.

3°) Vérification en état limite de déformation (Art B.6.5.1, B.E.L.80) si les 3 conditions suivantes sont vérifiées, il est inutile de calculer la flèche :

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{h}{l} &\geq \frac{1}{16} \Rightarrow \frac{25}{450} = 0,055 < \frac{1}{16} = 0,06. \text{ (N. vérifiée). (1)} \\ \frac{h}{l} &\geq \frac{1}{10} \frac{MEd}{M0} \Rightarrow 0,055 \geq \frac{1}{10} \frac{1,15}{1,44} = 0,079 \text{ (Non vérifiée). (2)} \\ \frac{A}{bd} &\leq \frac{4,2}{4000} \Rightarrow 0,001 \leq 0,01 \text{ (vérifiée). (3)} \end{aligned} \right.$$

- Les conditions (1) et (2) ne sont pas vérifiées donc on doit calculer la flèche.

$f_v = \frac{M l^2}{10 E v I_{fv}}$  = flèche max due aux charges de longue durée

$f_i = \frac{M l^2}{10 E i I_{fi}}$  = flèche max due aux charges instantanées

$l$  = portée de la travée entre nus de l'appuis

$M_{Ed}$  : moment flechissant maximum dans la travée pour le cas de l'E.L.S.

- calcul de  $y_G = \frac{\sum y_i s_i}{\sum S_i} = 17,42 \text{ cm}$ .

$I_0 = 46478 \text{ cm}^4$

calcul de  $\beta_1 = \frac{100 \times A}{bd} = \frac{3,39 \times 100}{22,5 \times 100} = 0,15$

du tableau on tire  $\beta_1 = 0,9375$  ;  $k = 0,0157$

calcul de  $\lambda_i$  ;  $\lambda_v$  :

$\lambda_i = \frac{0,05 f_{ctd}}{(2 + 3 \frac{b_0}{b})^2} = \frac{0,05 \times 21}{(2 + 3 \cdot \frac{12}{100})^2} = 29,66$

$\lambda_v = \frac{2}{5} \lambda_i = \frac{2}{5} \times 29,66 = 11,86$

$\beta_1 d A = 0,9375 \times 22,5 \times 3,39 = 71,5$

$\Rightarrow \sigma_s = \frac{M}{\beta_1 d A} = \frac{1,15 \cdot 10^5}{0,9375 \times 22,5 \times 3,39} = \frac{1,15 \cdot 10^5}{71,5} = 1608,39 \text{ bars}$

$\sigma_b = k \cdot \sigma_s = 0,0157 \times 1608,39 = 25,25 \text{ bars}$

calcul de  $\mu$  :  $\mu = 1 - \frac{1,75 \times 21}{4 \cdot \sigma_b + 21}$

$\mu = 1 - \frac{1,75 \times 21}{4 \times 0,015 \times 1608,39 + 21} = 0,687$

calcul de  $I_{fv}$  ;  $I_{fi}$

$I_{fv} = \frac{I_0}{1 + \lambda_v \mu} = \frac{46478}{1 + 11,86 \times 0,687} = 5080,77 \text{ cm}^4$

$I_{fi} = \frac{I_0}{1 + \lambda_i \mu} = \frac{46478}{1 + 29,66 \times 0,687} = 2174,26 \text{ cm}^4$

$f_v = \frac{M l^2}{10 E v I_{fv}} = \frac{1,15 \times 4,5^2 \cdot 10^5 \cdot 10^4}{10 \times 117000 \times 5080,77} = 3,91 \text{ cm}$

$f_i = \frac{M l^2}{10 E i I_{fi}} = \frac{1,15 \cdot 10^5 \cdot 450^2}{10 \times 351000 \times 2174,26} = 3,05 \text{ cm}$

$\Delta f = f_v - f_i = 3,91 - 3,05 = 0,86 \text{ cm}$

$f = \frac{\Delta f}{500} = \frac{0,86}{500} = 0,00172$

$\Delta f < \bar{f} \Rightarrow$  la flèche est vérifiée

verification vis a vis de l'effort tranchant (art A.5.11).

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 d} \leq \bar{\tau}_u \quad \text{fissuration peu nuisible}$$

$$\Rightarrow \bar{\tau}_u = \text{Min}(0,13 f_{c28}, 40 \text{ bars}) = \text{Min}(0,13 \times 250, 40 \text{ bars}).$$

$$\bar{\tau}_u = (32,5) \text{ bars}$$

$$V_u = 2,07 t$$

$$\tau_{11} = \frac{2,07 \cdot 10^3}{12 \times 22,5} = 7,66 < \bar{\tau}_u = 32,5 \text{ bars. (verifiée).}$$

Armature d'âme :

espacement :  $S_t \leq \text{Min}(0,9d, 40 \text{ cm}) = 20,25 \text{ cm. (art A.5.1.22)}$

Soit  $A_t$  la section d'1 file d'armature d'âme,  $f_e$  sa limite d'élasticité ; on choisit  $\phi_t$  tel que  $\phi_t \leq \text{Min}(\frac{h}{35}, \phi_l, \frac{b_0}{10})$

$\phi_t \leq 0,7 \text{ cm}$  ; donc on choisit  $\phi_t = 6 \text{ mm}$

Acier FeE24.

$$A_t = 2\phi_6 = 0,56 \text{ cm}^2$$

$f_e = 2350 \text{ bars}$  ; on vérifie la relation :

$$- \frac{A_t \cdot f_e}{b_0 \cdot S_t} > \max\left(\frac{\tau_u}{2}, 4 \text{ bars}\right) = 4 \text{ bars.}$$

$$\Rightarrow \frac{0,56 \times 2350}{12 \times 20} = 5,48 > 4 \text{ bars donc la relation est vérifiée}$$

- état limite des armatures d'âme :

$$\frac{A_t}{b_0 S_t} > \frac{\tau_u - 0,5}{0,8 f_e} \quad \text{cas de flexion simple. (art A.5.1.23.2)}$$

$$\Rightarrow S_t \leq \frac{0,8 \cdot A_t \cdot f_e}{b_0 (\tau_u - 0,5)} = \frac{0,8 \times 0,56 \times 2350}{12 (7,66 - 5)} = 32,98 \text{ cm (verifiée)}$$

- Influence de l'effort tranchant au droit des appuis

- Appuis de rive :

$$V_u \leq 0,267 a b_0 f_{c28} = 0,267 \times 250 \times 12 \times 20,25 = 16220 > V_u$$

$$a = 0,9d = 0,9 \times 22,5 = 20,25 \text{ cm}$$

donc vérifiée

- Appuis simple :

$$A \geq 1,15 \frac{V_u}{f_e} = 1,15 \cdot \frac{2070}{4000} = 0,59 \text{ cm}^2$$

- Appuis intermédiaire :

$$A \geq \left( V_u + \frac{M}{0,9d} \right) \cdot \frac{1,15}{f_e} = \frac{1,15}{4000} \left( 2070 - \frac{1,21105}{0,9 \times 22,5} \right) < 0.$$

Les armatures inférieures ne sont soumises à aucun effort de traction.

- Contrainte de cisaillement,  $\tau_u$  à la fonction de la table - nervure.

$$\tau_u = \frac{V_u (b - b_0)}{1,8 d \cdot h_0 \cdot b} = \frac{2070 (100 - 12)}{1,8 \times 22,5 \times 5 \times 100} = 8,99 < \bar{\tau}_u = 32,5 \text{ bars (verifiée)}$$

Soit  $A_1$  est la section des armatures de l'hourdis par (ml) de longueur on doit avoir  $A_1 \geq A = \frac{V_u \cdot b_1}{0,8 b_0 d \cdot f_e} = \frac{2070 \times 44}{0,8 \cdot 100 \times 22,5 \times 4000}$

$$A_1 = 0,65 \text{ cm}^2/\text{ml} \quad A = 0,012 \text{ cm}^2/\text{ml. donc } A_1 \geq A \text{ donc vérifiée}$$

# ESCALIERS

des escaliers prévus pour notre bâtiment sont du type escalier à paillassse avec palier d'intermédiaire; l'ensemble est coulé sur place.

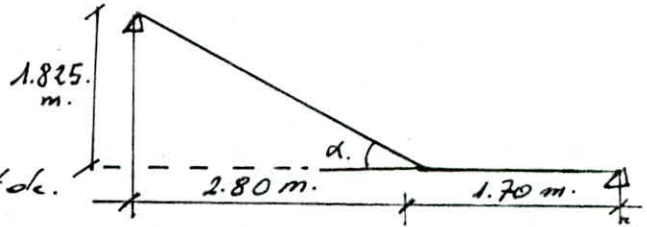
## 1) Dimensionnement :

pour assurer une montée confortable; on vérifie la relation de Blondel :  
 $59 \leq g + 2h \leq 66$  avec  $g$ : largeur de la marche,  $h$ : hauteur de la souche-marche.  
 dans notre cas on a :  $g = 28 \text{ cm}$ ,  $h = 18 \text{ cm}$ . d'où  $g + 2h = 28 + 2 \times 18 = 64$   
 donc la relation de Blondel est vérifiée.

## 2) Calcul des escaliers

Schema statique :

$$\tan \alpha = \frac{1.825}{2.80} = 0,651 \Rightarrow \alpha = 33^\circ 09'$$



### a) prédimensionnement du palier et de la paillassse.

$\frac{L}{30} \leq e \leq \frac{L}{20}$  avec  $L$ : longueur totale de l'escalier;  $L = 2,80 + 1,70 = 4,50 \text{ m}$ .  
 $15 \leq e \leq 22,5$  donc on prend  $e = 20 \text{ cm}$  pour palier et paillassse.

### b) évaluation des charges et surcharges :

Calculées par  $\text{m}^2$  de projection et par  $(\text{m})$  d'embranchement.  
 paillassse: dimension des marches étant faibles devant la portée de la paillassse donc on a un poids uniformément réparti.

- poids de la paillassse :  $\frac{2500 \times 0,20}{2} = 596,66 \text{ kg/m}^2$
- poids des marches :  $\frac{2200 \times 0,18}{2} = 198 \text{ kg/m}^2$
- revêtement :  $= 88 \text{ kg/m}^2$
- surcharge :  $= 400 \text{ kg/m}^2$
- palier :
- poids propre du palier :  $2500 \times 0,20 = 500 \text{ kg/m}^2$
- revêtement (Carrelage + mortier) :  $= 88 \text{ kg/m}^2$
- surcharge :  $= 400 \text{ kg/m}^2$

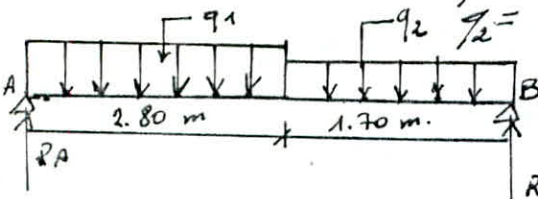
donc on a pour paillassse :  $G = 883 \text{ kg/m}^2$      $Q_B = 400 \text{ kg/m}^2$   
 palier :  $G = 588 \text{ kg/m}^2$      $Q_B = 400 \text{ kg/m}^2$

### c) détermination des efforts :

1°) en E.L. 21 :

$$q = 1,35 q_1 + 1,5 q_2 = 1,35 \times 883 + 1,5 \times 400 = 1792,5 \text{ kg/m}$$

$q_1 = 1792 \text{ kg/m}$  pour la paillassse  
 $q_2 = 1394 \text{ kg/m}$  pour le palier.



$$\sum M/B = 0 \Rightarrow R_A = 3904,19 \text{ kg}$$

$$\sum M/A = 0 \Rightarrow R_B = 3483,2 \text{ kg}$$

- Calcul du moment fléchissant :

1)  $0 \leq x \leq 2,8$      $T(x) = R_A - q_1 \cdot x$

pour  $x = 0$      $T_1 = R_A = 3904,19 \text{ kg}$   
 pour  $x = 2,8$      $T_2 = R_A - q_1 \cdot x = 3904,19 - 1792 \times 2,8$   
 $T_2 = -1113,41 \text{ kg}$

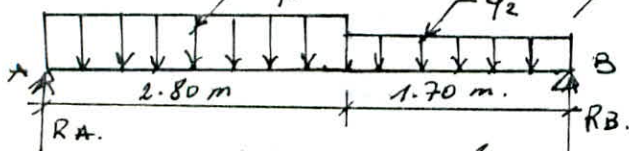
$0 \leq x \leq 2,8 \text{ m}$   $M(x) = R_A \cdot x - q_1 \cdot \frac{x^2}{2} \rightarrow M_1(x=0) = 0$   
 $M_2(x=2,8) = 3907,02 \text{ kgm}$

calcul de moment max :

$T(x_0) = 0 \Rightarrow R_A - q_1 x_0 = 0 \Rightarrow x_0 = \frac{R_A}{q_1} = \frac{3904,19}{1792} = 2,17 \text{ m}$   
 $M_{max} = 3904,19 \times 2,17 - 1792 \times \frac{2,17^2}{2} = 4252,9 \text{ kgm}$   
 $M_{max} = 4252,9 \text{ kgm}$

en E.L.V :  $M_{max}^u = 4252,9 \text{ kgm}$  ;  $V_{max}^u = 3904,19 \text{ kg}$

3/ en E.L.S :  $q = q_1 + q_2$  ; pour la paille on a  $q_1 = 883 + 400 = 1283 \text{ kg/ml}$   
 pour le foin on a  $q_2 = 988 \text{ kg/ml}$



$M/A = 0 \Rightarrow R_B = 2479,97 \text{ kg}$   
 $M/B = 0 \Rightarrow R_A = 2792,02 \text{ kg}$

- Calcul des moments fléchissants :

$0 \leq x \leq 2,80 \text{ m}$  ;  $T(x) = R_A - q_1 x \rightarrow T_1(x=0) = R_A = 2792,02 \text{ kg}$

$M(x) = R_A \cdot x - q_1 \cdot \frac{x^2}{2} \rightarrow M_1(x=0) = 0$

$M_2(x=2,8) = 2788,29 \text{ kgm}$

$0 < 2,8 \leq x \leq 4,5 \text{ m}$

$x > 2,8 \text{ m}$  ;  $T(x) = R_A - q_1 \times 2,8 - q_2(x - 2,8) \rightarrow T_3(x=2,8) = -800,38 \text{ kg}$

$M(x) = R_A \cdot x - q_1 \times 2,8(x - \frac{2,8}{2}) - \frac{q_2}{2}(x - 2,8)^2 \rightarrow T_4(x=4,5) = -2479,98 \text{ kg}$

calcul de moment max :

$T(x_0) = 0 \Rightarrow R_A - q_1 x_0 = 0 \Rightarrow x_0 = \frac{R_A}{q_1}$

$x_0 = \frac{2792,02}{1283} = 2,17 \text{ m}$

$M_{max} = 3037,92 \text{ kgm}$

donc  $M_{max}^s = 3037,92 \text{ kgm}$  ;  $V_{max}^s = 2792,02 \text{ kg}$

- étant donné qu'on a un semi-encastrement, les valeurs prises en compte des moments fléchissants, en état limite ultime et en état limite de service sont égales :  $\bar{m}$

a) E.L.V :

$M_{Ed}^u = 0,85 M_{max}^u = 0,85 \times 4252,9 = 3614,14 \text{ kgm}$

$M_{Ed}^s = 0,3 M_{max}^s = 0,3 \times 4252,9 = 1275,87 \text{ kgm}$

b) en E.L.S :

$M_{Ed}^s = 0,85 M_{max}^s = 2582,23 \text{ kgm}$  ;  $M_{Ed}^u = 0,3 M_{max}^u = 911,376 \text{ kgm}$

- l'effort tranchant max en E.T.V est égale :  $V_{Ed} = 3904,19 \text{ kg}$

d) Détermination des armatures :

on prend un enrobage :  $d' = 2 \text{ cm} \Rightarrow d = h - d' = 20 - 2 = 18 \text{ cm}$   
 $b = 100 \text{ cm}$

- Calcul des armatures en E.T.V :

- en travée :

$\mu = \frac{M}{b d^2 f_{bc}} = \frac{3614,96 \cdot 10^2}{100 \times 18^2 \times 142} = 0,078 < \mu_l = 0,392 \rightarrow A' = 0$

$\alpha = 0,1016$  ;  $B = 0,959$  ;  $1000 \epsilon_s = 10 \Rightarrow \sigma_s = 3480 \text{ bars}$

$A = \frac{M}{\beta \alpha \sigma_s} = \frac{3614,96 \cdot 10^2}{0,959 \times 18 \times 3480} = 6,017 \text{ cm}^2/\text{ml}$

donc on adopte 6T12 = 6,78 cm<sup>2</sup>/ml

- en appuis :

$\mu = \frac{1275,87 \cdot 10^2}{100 \times 18^2 \times 142} = 0,027 < \mu_l = 0,392 \rightarrow A' = 0$

$\alpha = 0,0342$  ;  $B = 0,9865$  ;  $1000 \epsilon_s = 10$

$$A = \frac{M}{\beta \sigma_s} = \frac{1275,8710^2}{0,9865 \times 18 \times 3480} = 2,06 \text{ cm}^2/\text{ml}; \text{ donc on adopte: } A = 2H12 = 2,26 \text{ cm}^2/\text{ml}.$$

e) Verification diverses:

1) Condition de non fragilité:  
 $A_{st} \geq \frac{0,23 b d f_{t28}}{f_c} = \frac{0,23 \times 100 \times 18 \times 21}{4000} = 2,17 \text{ cm}^2/\text{ml}.$

entraacé :  $A_{st} = 6,78 > 2,17 \text{ cm}^2/\text{ml}$  (verifié).

en appui :  $A_{st} = 2,26 > 2,17 \text{ cm}^2/\text{ml}$  (verifié).

2) Condition de non fissuration et état limite de compression de béton:

- fissuration préjudiciable.

-  $\phi \geq 6 \text{ mm}$  (verifié)

-  $\sigma_{st} \leq \sigma_{lim} \left( \frac{2}{3} f_c, 1500 \eta \right) = 2400 \text{ bars}$  pour  $\eta = 1,6$  (acier H.A).

entraacé en a :  $A = 6T12 = 6,78 \text{ cm}^2 \rightarrow \rho_1 = \frac{100 A}{b d} = \frac{100 \times 6,78}{100 \times 18} = 0,376.$

$k \neq 0,027, \beta_1 \neq 0,905; \sigma_s = \frac{M_s}{A \beta_1 d} = \frac{2582,2310^2}{6,78 \times 0,905 \times 18} = 2337,9 \text{ bars}$

$\sigma_s < 2400$  (verifié).

$\sigma_b = k \cdot \sigma_s = 2337,9 \times 0,027 = 63,126 < 150 \text{ bars}$  (verifiée).

- en appuis.  $A = 2,26 \text{ cm}^2/\text{ml}.$

$\rho_1 = \frac{100 A}{b d} = \frac{100 \times 2,26}{100 \times 18} = 0,125 \quad k = 0,015, \beta_1 = 0,940.$

$\sigma_s = \frac{M_s}{A \beta_1 d} = \frac{911,3710^2}{2,26 \times 0,940 \times 18} = 2383,3 \text{ bars}$

$\sigma_b = k \cdot \sigma_s = 0,015 \times 2383,3 = 35,75 < \sigma_b = 150 \text{ bars}$  (verifiée).

Les armatures obtenues en E.L.11 conviennent en E.L.5.

3) Etat limite de service de déformation:

il suffit de vérifier  $\frac{A_{st}}{b d} \leq \frac{42}{f_c} \Rightarrow \frac{6,78}{100 \times 18} = 0,0037 < \frac{42}{4500} = 0,0093$  (verifié)

Armature de repartition:

$A_s = \frac{A}{4} = \frac{6,78}{4} = 1,70 \text{ cm}^2/\text{ml}$ , soit 4  $\phi 8/\text{ml} = 2,01 \text{ cm}^2/\text{ml}.$

- Verification de l'effort tranchant en E.L.11

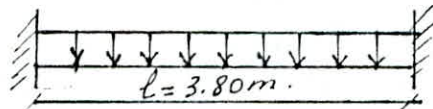
$2u = \frac{V_u}{b d} \leq 0,05 f_{c28} = 12,5 \text{ bars}, \Rightarrow 2u = \frac{3904,19}{100 \times 18} = 2,17 < \bar{2u} = 12,5 \text{ bars}$  (verifiée)

- Influence de T aux voisinages des appuis

$A_{st} \geq \frac{V_u + M_u}{0,9 d} \Rightarrow \frac{3904,19}{0,9 \times 18} - \frac{1275,8710^2}{0,9 \times 18} < 0.$

donc les armatures longitudinales ne sont soumis à aucun effort de traction

- Calcul de la poutre palière



prédimensionnement:

$l \geq \frac{l}{10} \Rightarrow h \geq \frac{3,80}{10} = 38 \text{ cm} \Rightarrow h = 40 \text{ cm}, b = 30 \text{ cm}.$

a) Evolution des charges:

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

- effort tranchant:  $V = 3904,19 \text{ kg/ml}.$

en E.L.21 : La charge uniformément répartie est  $q_u = 1,35 G + V_u$ .

Moment en travée :

$q_u = 1,35 \times 300 + 3964,19 = 4309,19 \text{ kg/ml}$   
 $M_u = \frac{q_u l^2}{2} = \frac{4309,19 \times 3,80^2}{2} = 6222,47 \text{ kgm}$

Moment en appuis :

$M_a = -\frac{q_u l^2}{2} = -3111,23 \text{ kgm}$

effort tranchant :

$V_u = \frac{q_u l}{2} = \frac{4309,19 \times 3,80}{2} = 8187,46 \text{ kg}$

b) Calcul des armatures : On prend un enrobage  $d' = 4 \text{ cm}$ . d'où  $d = 36 \text{ cm}$ .

- en travée :  $\mu = \frac{M_u}{bd^2 f_{bc}} = \frac{6222,47 \cdot 10^2}{30 \times 36^2 \times 142} = 0,11 < 0,392 \Rightarrow A' = 0$

du tableau, on tire :  $\alpha = 0,1460$ ,  $\beta = 0,942$ ,  $1000 \epsilon_s = 10 \Rightarrow \sigma_s = 3480 \text{ bars}$   
 $A = \frac{M_u}{\beta \alpha \sigma_s} = \frac{6222,47 \cdot 10^2}{0,942 \times 36 \times 3480} = 5,27 \text{ cm}^2$ , donc on adopte  $4T14/\text{ml} = 6,15 \text{ cm}^2$

- en appuis :  $\mu = \frac{M_a}{bd^2 f_{bc}} = \frac{3111,23 \cdot 10^2}{30 \times 36^2 \times 142} = 0,056 < 0,392 \Rightarrow A' = 0$

on  $\alpha = 0,0721$ ,  $\beta = 0,971$ ,  $1000 \epsilon_s = 10 \Rightarrow \sigma_s = 3480 \text{ bars}$   
 $A = \frac{M_a}{\beta \alpha \sigma_s} = \frac{3111,23 \cdot 10^2}{0,971 \times 36 \times 3480} = 2,55 \text{ cm}^2$  donc on adopte  $4T10/\text{ml}$ .  
 $A = 3,14 \text{ cm}^2/\text{ml}$

c) verification diverses :

1- Condition de non fragilité :  $A_s \geq 0,23 bd \frac{f_{ct}}{f_{tc}} = 0,23 \times 30 \times 36 \frac{21}{28} = 1,30 \text{ cm}^2$   
 en travée, on a  $A = 6,15 \text{ cm}^2 > 1,30 \text{ cm}^2$  (vérifiée)  
 en appui, on a  $A = 3,14 \text{ cm}^2 > 1,30 \text{ cm}^2$  (vérifiée)

2- verification à l'état limite des fissure et de compression de béton

en E.L.S. : 1) en travée :  $\phi \geq 6 \text{ mm}$  (vérifiée)  
 $\sigma_{ot} \leq \bar{\sigma}_s = 2400 \text{ bars}$   
 $\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b = 150 \text{ bars}$

$\rho_1 = \frac{100 A}{bd} = \frac{100 \times 6,15}{30 \times 36} = 0,569 \neq 0,57$ ; du tableau, on tire  $k = 0,034$ ,  $\beta_1 = 0,888$   
 $\sigma_b = k \bar{\sigma}_s = 0,034 \times 2271 = 77,21 \text{ bars} < 150 \text{ bars}$  (vérifiée)

2) en appuis :  $\phi \geq 6 \text{ mm}$  (vérifiée),  $\sigma_{ot} \leq \bar{\sigma}_s = 2400 \text{ bars}$

$\rho_1 = \frac{100 \cdot A}{bd} = \frac{100 \times 3,14}{30 \times 36} = 0,29$ ,  $k = 0,023$ ,  $\beta_1 = 0,915$   
 $\sigma_b = k \bar{\sigma}_s = 0,023 \times 2158,37 = 49,64 < \bar{\sigma}_b = 150 \text{ bars}$  (vérifiée)

donc les armatures calculés, en E.L.21. conviennent pour l'état limite de service

3- verification à l'état limite de déformation :

on vérifie  $\frac{A_{st}}{bd} \leq \frac{42}{f_{ct}} \Rightarrow \frac{6,15}{30 \times 36} = 0,005 < \frac{42}{4000} = 0,01$  (vérifiée)

4- verification à l'effort tranchant :  $V_u = 8187,46 \text{ kg}$

$\tau_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{8187,4}{36 \times 30} = 7,58 < \text{Min}(0,1 f_{ct}, 30 \text{ bars}) = 25 \text{ bars}$  (vérifiée)

- espacement minimale :  $s_t \leq \text{min}(0,9 d, 40 \text{ cm}) = 32,4 \text{ cm}$

- Ast . fct  $\geq \text{max}(\frac{2u}{b \cdot s_t}, 4 \text{ bars}) = 4 \text{ bars}$ ; on prend  $A_t = 1,00 \text{ cm}^2 (\phi 8)$

5- verification de 4. b) effort tranchant avec voisinage des appuis  
 on vérifie :  $\sigma_{ot} \cdot A_{st} \geq V_u + \frac{M_u}{0,9 d}$   $= 8187,4 - \frac{3111,23 \cdot 10^2}{0,9 \times 36} < 0$   
 donc les armatures longitudinales inférieures  $0,9 d$  ne sont soumises à aucun effort de traction.

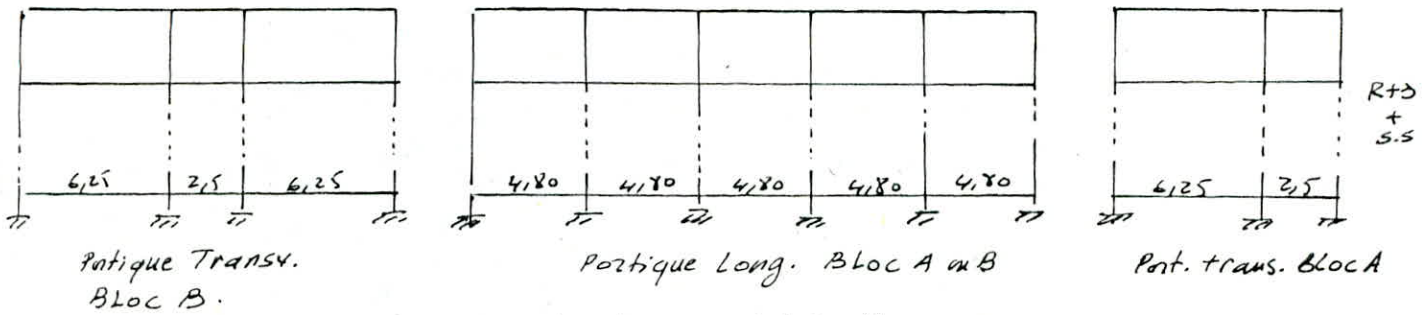
Étude au Séisme.



# Ch. Charges HORIZONTALES.

## A - CALCUL DES Rigidités

Etant donné que notre structure est constituée de portiques autostables qui reprendront la totalité des efforts, la méthode de MUTO est bien adaptée à ce genre de structure pour le calcul au charges horizontales. Dans le calcul des Rigidités des éléments, et des niveaux s'avère indispensable. Nous avons 2 blocs à étudier l'un central (R+3) + S.Sol. l'autre Lateral (R+2) + S.Sol. schématisés ci dessous :



Tous les planchers sont identiques

Niv. sous-sol Longrines (40x60) ; dalle flottante niv 0.

### 1) CALCUL DES Rigidités Linéaire : $\frac{I}{L}$

- Pontres transversales ;  $l = 5,95m$  ; (30x50) ;  $\rightarrow K = 52,52 \cdot 10^4 cm^3$   
 $l = 2,20m$  ; (30x50) ;  $\rightarrow K = 142,04 \cdot 10^4 cm^3$
- Pontres Longitudinaux  $l = 4,50m$  ; (30x40) ;  $\rightarrow K = 35,56 \cdot 10^4 cm^3$
- Poteau Rive (30x30) ;  $h = 3,40m$  ;  $\rightarrow K_p = 19,89 \cdot 10^4 cm^3$
- Poteau centraux (30x40) ;  $h = 3,40m$  ; sens transv  $\rightarrow K_p = 47 \cdot 10^4 cm^3$   
 ; sens Long  $\rightarrow K_p = 26,5 \cdot 10^4 cm^3$
- Longrine (40x60) ; sens transv ;  $l = 5,95$   $\rightarrow K = 121 \cdot 10^4 cm^3$   
 sens transv ;  $l = 2,20$   $\rightarrow K = 327,3 \cdot 10^4 cm^3$   
 sens Long ;  $l = 4,50$   $\rightarrow K = 160,0 \cdot 10^4 cm^3$
- poteau niv 0 ( $h = 1m$ ) ; rive (30x30)  $\rightarrow K_p = 67,5 \cdot 10^4 cm^3$   
 ; centr. (30x40) Tr.  $\rightarrow K_p = 160 \cdot 10^4 cm^3$   
 ; centr. (30x40) Long  $\rightarrow K_p = 90 \cdot 10^4 cm^3$

### 2) calcul des coefficients $\bar{k}$ , des rigidités de portiques $R_j^r$ ; des rigidités de niv. - ceux $R_j^r$ pour 3 différents niveaux.

$$\bar{k} = \frac{\sum K_i \text{ portres sup et inf}}{\sum K_p} \text{ pour niv. courant et } \bar{k} = \frac{\sum K_{\text{portres sup}}}{\sum K_p} \text{ (1er niv)}$$

$$\text{coefficient correcteur } a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}} \text{ niv courant et } a = \frac{0,5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}} \text{ (1er niv. enc. )}$$

$$\text{Rigidités des poteaux corrigés } \alpha = a \times \frac{12EI}{h^3} = \frac{12 \cdot E \cdot a \cdot K_p}{h^2}$$

Rigidités relatives de niv. ; des portiques

$$R_j^r = \sum \alpha_{ij} \text{ et } R_j^{\text{niv}} = \sum R_j^{\text{port.}}$$

Rive

Portiques transversaux A

Intermediaires

t/cm

Pot	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	Pot	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	$R_j$	
1	N	2,65	0,57	19,9	11,4	12,56	$R_{1j} = 48,6 \cdot 10^3 E$	1	N	2,65	0,57	19,9	11,4	12,56	$R_{1j} = 64,9 \cdot 10^3 E$	$R_{1j} = 134,9$	
	1	3,73	0,814	19,9	16,2	17,85			1	3,73	0,814	19,9	16,2	17,85			$R_{1j} = 56,32 \cdot 10^3 E$
	0	1,79	0,61	67,5	39,90	478,8			0	1,79	0,61	67,5	39,90	478,8			$R_{1j} = 1784,4 \cdot 10^3 E$
2	N	4,79	0,84	19,9	16,72	18,84	$R_{2j} = 48,6 \cdot 10^3 E$	2	N	4,13	0,674	47,1	31,80	35,1	$R_{2j} = 77,2 \cdot 10^3 E$	$R_{2j} = 159,5$	
	1	16,17	0,86	19,9	17,71	19,51			1	6,81	0,775	47,1	36,50	40,3			$R_{2j} = 64,9 \cdot 10^3 E$
	0	6,63	0,83	67,5	55,90	670,8			0	2,80	0,690	160	110,6	1320			$R_{2j} = 2433 \cdot 10^3 E$
3	N	7,15	0,78	19,9	15,60	17,2	$R_{3j} = 48,6 \cdot 10^3 E$	3	N	7,15	0,78	19,9	15,6	17,2	$R_{3j} = 64,9 \cdot 10^3 E$	$R_{3j} = 502,8$	
	1	11,73	0,86	19,9	17,20	18,96			1	11,73	0,86	19,9	17,2	18,96			$R_{3j} = 77,2 \cdot 10^3 E$
	0	4,84	0,78	67,5	52,90	634,8			0	4,84	0,78	67,5	52,9	634,8			$R_{3j} = 2433 \cdot 10^3 E$

Bloc A

Rive

Portiques Longitudinaux A

Intermediaire

pt	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	pt	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	$R_j$	
1	N	1,78	0,48	19,9	9,4	10,4	$R_{1j} = 77,6 \cdot 10^3$	1	N	1,79	0,48	19,9	9,4	10,4	$R_{1j} = 89,9 \cdot 10^3$	$R_{1j} = 93,6$	
	1	4,90	0,72	19,9	14,2	15,66			1	4,90	0,72	19,9	14,2	15,66			$R_{1j} = 104,6 \cdot 10^3$
	0	2,37	0,66	67,5	44,33	531,96			0	2,37	0,66	67,5	44,33	531,96			$R_{1j} = 3584 \cdot 10^3$
2	N	3,58	0,65	19,9	12,77	14,2	$R_{2j} = 77,6 \cdot 10^3$	2	N	2,68	0,58	26,5	15,50	17,2	$R_{2j} = 123,9 \cdot 10^3$	$R_{2j} = 126,6$	
	1	9,84	0,83	19,9	16,54	18,3			1	7,38	0,79	26,5	20,90	23,1			$R_{2j} = 104,6 \cdot 10^3$
	0	4,74	0,78	67,5	52,50	630,0			0	3,56	0,73	90	67,72	812,6			$R_{2j} = 4315 \cdot 10^3$

 $cm^2 \times 10^4; cm \times 10^3$ 

Rive

Portiques transversaux B

Intermediaires

pt	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	pt	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	$R_j$	
1	N	2,64	0,57	19,9	11,50	12,71	$R_{1j} = 61,96 \cdot 10^3$	1	N	2,64	0,57	19,9	11,50	12,71	$R_{1j} = 96,1 \cdot 10^3$	$R_{1j} = 192,4$	
	4	4,36	0,69	19,9	13,65	15,1			4	4,36	0,69	19,9	13,65	15,1			$R_{1j} = 69,17 \cdot 10^3$
	0	1,79	0,61	67,5	40,90	490,8			0	1,79	0,61	67,5	40,90	490,8			$R_{1j} = 2322 \cdot 10^3$
2	N	3,80	0,84	19,9	16,57	18,26	$R_{2j} = 61,96 \cdot 10^3$	2	N	4,14	0,68	47	31,96	35,3	$R_{2j} = 113,6 \cdot 10^3$	$R_{2j} = 224,6$	
	1	16,15	0,89	19,9	17,80	19,72			1	6,84	0,78	47	37,60	41,5			$R_{2j} = 61,96 \cdot 10^3$
	0	6,64	0,83	67,5	55,80	669,8			0	2,80	0,69	160	110,4	1320			$R_{2j} = 3620 \cdot 10^3$

Bloc B

Rive

Portiques Longitudinaux B

Intermediaires

pt	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	pt	niv	$\bar{K}$	$a$	$K_p$	$a \cdot K_p$	$r_{ij}.E$	$R_{j}.E$	$R_j$	
1	N	1,80	0,48	19,9	9,60	10,6	$R_{1j} = 78 \cdot 10^3$	1	N	1,80	0,48	19,9	9,60	10,6	$R_{1j} = 91,6 \cdot 10^3$	$R_{1j} = 128,5$	
	6	4,95	0,71	19,9	14,86	16,4			6	4,95	0,71	19,9	14,86	16,4			$R_{1j} = 108,2 \cdot 10^3$
	0	2,37	0,66	67,5	44,33	531,9			0	2,37	0,66	67,5	44,33	531,9			$R_{1j} = 3580 \cdot 10^3$
2	N	3,58	0,65	19,9	12,84	14,2	$R_{2j} = 78 \cdot 10^3$	2	N	2,68	0,59	26,5	15,96	17,6	$R_{2j} = 130 \cdot 10^3$	$R_{2j} = 180,4$	
	3	9,90	0,84	19,9	16,86	18,6			3	7,38	0,82	26,5	21,97	24,3			$R_{2j} = 78 \cdot 10^3$
	5	4,74	0,78	67,5	52,48	629,9			5	3,56	0,73	90	67,72	812,6			$R_{2j} = 91,6 \cdot 10^3$

18

B - CALCUL DU CENTRE TORSION ET DE LA RIGIDITÉ DE TORSION

1/ BLOC A

$x_G = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$  ;  $y_G = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$

$x_G = 12,00 \text{ m}$  ;  $y_G = \frac{0 + 2,5 + 6,25}{3}$

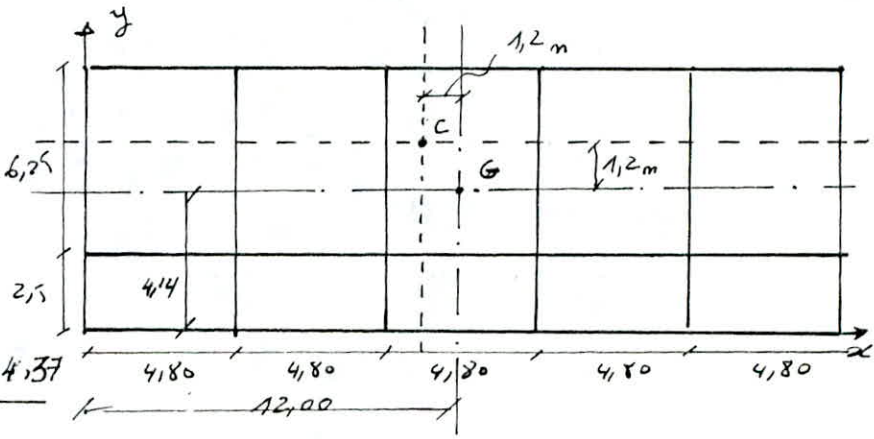
$y_{G1} = 2,92 \text{ m}$  ;  $m_{pl} = 60,12/2$

$y_{G2} = \frac{8,75}{2} = 4,375 \text{ m}$  ;  $m_{pl} = 139,4$

$y_G = \frac{(2,92 \times 60,12) + 139,4 \times 4,375}{30,06 + 139,4}$

$y_G = 4,139 \text{ m} \sim 4,14 \text{ m}$

donc  $x_G = 12,00 \text{ m}$   
 $y_G = 4,14 \text{ m}$   
 $x_C = 12,00$  ;  $y_C = 3,687 \text{ m}$



$x_{Cth} = \frac{\sum R_{jt} \times x_t}{\sum R_{jt}} = \frac{48,6 \times [0 + 24] + 64,9 \times [4,80] \times [1 + 2 + 3 + 4]}{2 \times 48,6 + 4 \times 64,9}$

$y_{Cth} = \frac{\sum R_{jl} \times y_l}{\sum R_{jl}} = \frac{77,6 \times [0 + 8,75] + 89,9 \times 2,5}{2 \times (77,6) + 89,9}$

Excentricité théorique  $\Delta x_C = 0,00$   $\Delta y_C = 0,45 \text{ m} < 1,2 \text{ m}$

$L = 24 \text{ m}$   $e = 5 \times 20 \% = 1,2 \text{ m}$  (R.P.A Act. 3.3.5).

donc l'excentricité est de 1,2m ds chaque sens.

$C_j$  étant centre ds coordonnées.

$R_{j0} = \sum R_{jt} (x_t)^2 + \sum R_{jl} (y_l)^2 = 48,6 \times [10,8^2 + 13,2^2] + 64,9 [6^2 + 1,2^2 + 3,6^2 + 8,4^2] + 77,6 \times [5,34^2 + 3,41^2] + 89,9 \times [2,84^2]$

$R_{j0u} = 48,6 \times 290,9 + 64,9 \times 120,96 + 77,6 \times 40,144 + 89,9 \times 8,066$

$R_{j0u} = 2582840 \cdot E$  ;  $R_{j01} = 3092004 \cdot E$  ;  $R_{j00} = 9916833,0 \text{ cm}^3 \cdot E$

$R_{j0u} = 9,763 \cdot 10^7 \text{ t.cm}$  ;  $R_{j01} = 11,688 \cdot 10^7 \text{ t.cm}$  ;  $R_{j00} = 374,86 \cdot 10^7 \cdot \text{t.cm}$

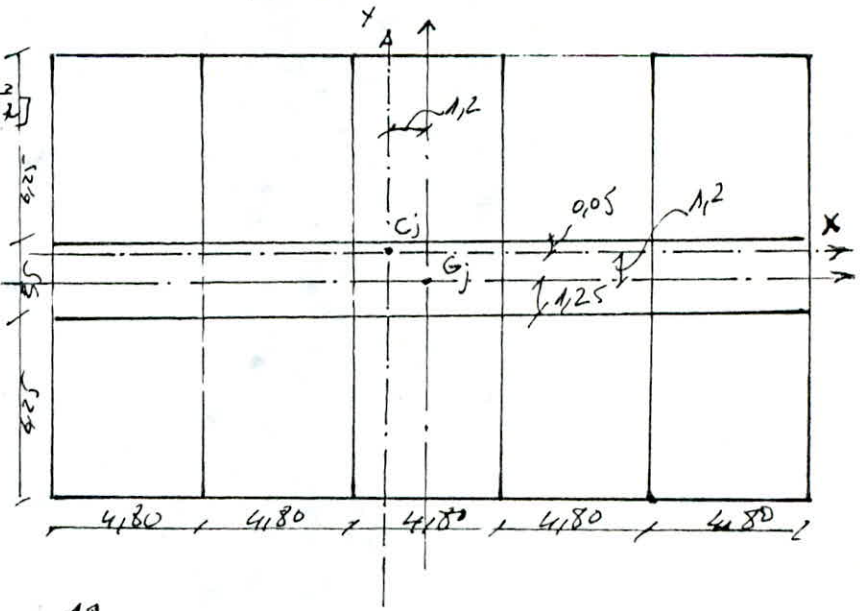
2/ BLOC B :  $x_G$  et  $x_{Cth}$  conf.  $\Delta e = 1,2 \text{ m}$  (R.P.A)

$R_{j0} = 64,96 \times [10,8^2 + 13,2^2] + 96,1 \times [8,4^2 + 3,6^2 + 6^2 + 1,2^2] + 78,0 \times [6,3^2 + 8,7^2] + 91,6 \times [9,01^2 + 2,01^2]$

$R_{j0u} = 39,196 \cdot 9 \cdot E$  ;  $R_{j0u} = 14,816 \cdot \text{t.m}$

$R_{j01} = 47280 \cdot E$  ;  $R_{j01} = 17,872 \cdot \text{t.m}$

$R_{j00} = 1552270 \cdot E$  ;  $R_{j00} = 586758 \cdot \text{t.m}$   
 $\times 10^4 (\text{cm}^3)$   $\times 10^5$



## B. Etude au Seisme.

L'objet de cette étude a pour but de prendre des mesures sécuritaires anti-sismique. Elle consiste à vérifier la résistance et la stabilité du bâtiment vis à vis des sollicitations d'ensemble et ce afin de justifier par le calcul la sécurité de la construction devant les effets induits des accélérations d'origine sismique. Ces effets peuvent être évalués soit par un calcul dynamique, soit par l'application à la construction de forces dont les effets statiques engendrent les mêmes sollicitations à ceux de l'action sismique.

Pour notre cas nous avons une construction de configuration simple et régulière de hauteur inférieure à 45m (zone II). La symétrie est respectée, les planchers sont identiques, centre de gravité et centre de masse sont quasiment confondus. Toutes vérifications imposées par le R.P.A 81 version 83, faite, la méthode statique préconisée par ce dernier règlement s'applique très bien à cette structure.

Force Sismique: Tout ouvrage sera conçu donc et construit pour résister aux forces sismiques horizontales agissant non simultanément dans les 2 sens de chacun des 2 axes principaux de la structure conformément à la formule :

$$V = A \cdot B \cdot D \cdot Q \cdot W \quad (\text{art. 3.1. R.P.A 81}).$$

### Détermination des formes propres et périodes propres: Méthode de Holzer

Suite à l'existence de masses  $m_k$ , à chaque niveau, agiront des forces  $F_k$ , lesquelles auront comme valeurs maximales  $F_k = m_k \cdot \omega_k^2 \cdot x_k$  c'est à dire, les valeurs d'amplitudes des forces d'inertie à chaque étage. Un déplacement quelconque, au niveau  $k$ , peut être exprimé en fonction du déplacement à l'étage supérieur ( $k+1$ ), si on connaît la différence  $\Delta$ , appelée déplacement relatif:  $x_k = x_{k+1} - \Delta_{k,k+1}$ .

$$\Delta_{k,k+1} = \frac{T_{k,k+1}}{R_{k,k+1}}; \quad T_{k,k+1} = \sum_{r=k+1}^n F_r = \sum_{r=k+1}^n m_r \cdot \omega_r^2 \cdot x_r = \omega_i^2 \cdot \sum_{r=k+1}^n m_r \cdot x_r.$$

$$\underline{d'm'} \quad \Phi_k = \Phi_{k+1} - \frac{\omega^2}{R_{k+1,k}} \cdot \sum_{r=k+1}^n m_r \cdot x_r$$

On prendra  $x_n = 1$  et par des itérations successives pour des valeurs de  $\omega$  ( $T$ ) on essayera de converger à  $x_0 = 0$ .

Les longrines étant d'une grande rigidité, ce sera à ce niveau qu'on prendra le niveau de base.

Chaque fois on calculera le coefficient de participation du 1<sup>er</sup> mode.

$$\eta = \frac{\sum (m_i x_i)^2}{\sum m_i \sum m_i x_i^2} \quad \text{si } \eta < 0,9 \quad \text{on abaissera la période.}$$

• Bloc A: sens transversal.  $m_5 = 210^t$ ,  $R_5 = 134,96/cm$ ;  $m_4 = 275^t$ ,  $R_5 = 134,9$   
 $m_3 = 275$ ;  $R_3 = 134,9$ ;  $m_2 = 275$ ,  $R_2 = 134,9$ ;  $m_1 = 275^t$ ;  $R_1 = 159,56/cm$

Bloc A: sens longitudinal:  $m_5 = 210$  ;  $R_5 = 93,66 \text{ km}$ .

$m_4 = m_3 = m_2 = m_1 = 275$  ;  $R_4 = R_3 = R_2 = 93,6 \text{ t/cm}$  ;  $R_1 = 126,6 \text{ t/cm}$

Ainsi après maintes itérations pour des valeurs de  $w$ , on aboutit aux résultats résumés ci dessous. (Pour les 2 blocs).

A	A. transversal.		A. Longitudinal		B	B. transversal.		B. Longitudinal.	
	1° mode	2° mode	1° mode	2° mode		1° mode	2° mode	1° mode	2° mode
T(s)	0,926	0,325	1,085	0,378	T	0,833	0,294	0,984	0,349
$w_{0,5}$	6,782	19,805	5,7909	16,635	w	7,579	21,3786	7,385	18,0034
$x_5$	1,00	1,00	1,00	1,00	$x_5$	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_4$	0,91	0,38	0,908	0,357	$x_3$	0,869	0,11	0,8487	0,062
$x_3$	0,75	-0,501	0,710	-0,53	$x_2$	0,629	-0,871	0,593	-0,925
$x_2$	0,52	-1,014	0,501	-1,013	$x_1$	0,291	-0,865	0,251	-0,80
$x_1$	0,234	-0,62	0,213	-0,597	$x_0$	-0,00041	0,00033	-0,00047	-0,0012
$x_0$	0,00011	0,00051	0,00021	-0,00055					
$\alpha$	0,86	0,11	0,845	0,0993	$\alpha$	0,88	0,097	0,86	0,105
$\delta$	1,215	-0,389	1,169	-0,3677	$\delta$	1,229	-0,351	1,236	-0,389

Chaque fois le coefficient de participation du 1° mode  $\eta_1$  est inférieur à 0,9, donc on ne peut considérer que le 1° mode seul. Un calcul dynamique s'impose tout en tenant compte du 2° mode de participation  $\approx 0,1$ .

• Calcul des caractéristiques dynamique de la structure.

- sol meuble et amortissement ( $\beta = 10\%$ ) en B.A  $\rightarrow D = \sqrt{\frac{0,5}{T}} \cdot 2$
- A - coefficient d'accélération de zone :  
groupe d'usage 1 et zone II (Alger)  $\rightarrow A = 0,25$
- B - facteur de comportement de la structure  
portiques autostable en B.A  $\rightarrow B = 1/4$
- Q - facteur de qualité de la structure, fonction des pénalités  $p_q$

Q = 1 + $\sum_{i=1}^6 p_q$	T		L	
	T	L	T	L
- condition minimale de files porteuse ..	0,1	0,0	0,1	0,0
- surabondance en plan .....	0,0	0,1	0,0	0,0
- Symétrie en plan .....	0,0	0,0	0,0	0,0
- Régularité en élévation .....	0,0	0,0	0,0	0,0
- contrôle de la qualité des mat.....	0,1	0,1	0,1	0,1
- Contrôle de la qualité de const.....	0,1	0,1	0,1	0,1

- facteur de contribution de chaque mode  $\gamma_k$
- $$\gamma_k = \frac{\sum m_k \cdot \phi_k}{\sum m_k \cdot \phi_k^2}$$
- deja calculé tb. precedent.
- force sismique pour chaque mode  $F_{ik} = m_k \cdot \ddot{u}_{ik} = m_k \cdot \gamma_i S_a(\beta, T_i) \cdot \phi_{ik}$

$S_a(\beta, T_i) = S^o(\beta, T_i) \times Q$  et  $S^o(\beta, T_i)$  spectre de reponse élasto. plastique des accélérations définies par :

- $S_a(\beta, T_i) \cdot \left(\frac{B}{0,7}\right)$  si  $T \geq 0,5 \Delta$
- $S_a(\beta, T_i) \cdot \frac{1}{\left(\frac{1,4}{B} - 1\right)^{1/2}}$  si  $T < 0,5 \Delta$ .

Ce qui est résumé ds le tb. suivant:

Bloc	Sens	mode	T(s)	D	S	S''	G	S'	$\delta_{ik}$	K
A	T	1°	0,926	1,468	0,367	0,13	1,3	0,16	1,241	0,19
		2°	0,325	2,498	0,624	0,29	1,3	0,36	-0,378	-0,13
	L	1°	1,085	1,355	0,339	0,12	1,3	0,14	1,213	0,160
		2°	0,378	2,02	0,575	0,26	1,3	0,33	-0,348	-0,12
B	T	1°	0,833	1,549	0,387	0,13	1,2	0,16	1,178	0,180
		2°	0,294	2,608	0,652	0,30	1,2	0,38	-0,358	-0,130
	L	1°	0,984	1,425	0,356	0,12	1,2	0,14	1,213	0,160
		2°	0,349	2,395	0,508	0,27	1,2	0,32	-0,348	-0,12

$F_{ik} = m_{ik} \cdot \gamma_i \cdot S_a \cdot \phi_{ik} = m_{ik} \cdot K \cdot \phi_{ik}$  ;  $F_{ik} = \sqrt{\sum_{i=1}^2 F_{ki}^2}$  ;  $\Delta = \frac{1}{2B} \cdot \frac{J}{K_j}$  ;  $\bar{\Delta} = 0,0075h$   
 $\bar{\Delta} = 2,68 \text{ cm.}$

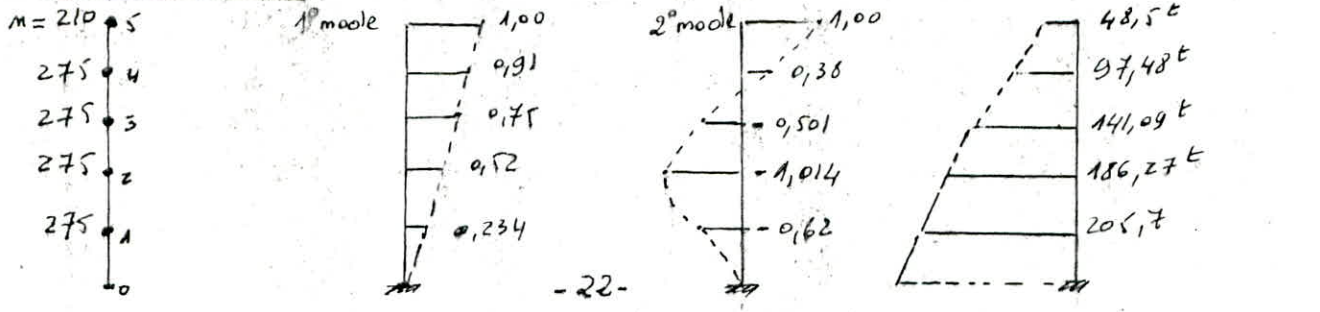
Calcul des forces sismiques à chaque niveau, des Efforts cumulés à chaque niveau et des déplacements relatifs de niveau.

Bloc A										Bloc B						
iv	mod	X <sub>ik</sub>	F <sub>ki</sub>	F <sub>k</sub>	T <sub>k</sub>	R <sub>jk</sub>	Δ <sub>jk</sub>	m <sub>k</sub>	niv	mod	X <sub>ik</sub>	F <sub>ki</sub>	F <sub>k</sub>	T <sub>k</sub>	R <sub>jk</sub>	Δ <sub>jk</sub>
5	1°	1,00	39,90	48,50	48,50	134,9	0,72	210	5	1°	1,00	35,28	43,35	43,35	93,6	0,92
	2°	1,00	-27,30							2°	1,00	-25,2				
4	1°	0,91	47,54	49,48	97,48	134,9	1,44	275	4	1°	0,908	42,04	43,68	87,03	93,6	1,16
	2°	0,38	-13,58							2°	0,357	-11,88				
3	1°	0,75	39,18	43,09	144,09	134,9	2,06	275	3	1°	0,710	32,8	37,17	126,2	93,6	2,16
	2°	-0,501	18,23							2°	0,53	17,44				
2	1°	0,52	27,17	45,81	186,77	134,9	2,74	275	2	1°	0,501	23,15	42,57	164,2	93,6	2,66
	2°	-1,014	-36,1							2°	-1,013	33,33				
1	1°	0,234	12,02	20,19	205,77	159,5	2,55	275	1	1°	0,213	9,702	22,07	186,7	126,2	2,8
	2°	-0,62	22,16							2°	-0,197	19,833				
0	K <sub>1</sub> = 0,19 K <sub>2</sub> = -0,13 Sens Transversal			205,77	5028	9,0006			0	K <sub>1</sub> = 0,168 K <sub>2</sub> = -0,121 Sens Longitudinal.			186,7	4340	0,506	

Bloc A  
 h = 3,65 m  
 $\bar{\Delta}_j = 2,74 \text{ cm}$

Bloc A										Bloc B						
iv	mod	X <sub>ik</sub>	F <sub>ki</sub>	F <sub>k</sub>	T <sub>k</sub>	R <sub>jk</sub>	Δ <sub>jk</sub>	m <sub>k</sub>	niv	mod	X <sub>ik</sub>	F <sub>ki</sub>	F <sub>k</sub>	T <sub>k</sub>	R <sub>jk</sub>	Δ <sub>jk</sub>
4	1°	1,00	55,8	68,1	68,1	192,4	0,7	310	4	1°	1,00	48,9	61,4	61,4	128,5	0,9
	2°	1,00	-40,3							2°	1,00	-37,2				
3	1°	0,869	75,8	75,3	143,4	192,4	1,4	484	3	1°	0,849	73,81	77,08	134,5	128,5	2,09
	2°	0,11	-6,90							2°	0,062	-3,47				
2	1°	0,629	55,13	75,48	211,9	192,4	2,26	484	2	1°	0,593	43,9	66,5	209,1	128,5	2,6
	2°	-0,871	52,12							2°	-0,926	50,44				
1	1°	0,291	26,7	59,3	278,1	224,6	2,47	484	1	1°	0,251	18,63	46,8	247,8	180,4	2,7
	2°	-0,865	53,46							2°	-0,80	43,71				
0	K <sub>1</sub> = 0,18 K <sub>2</sub> = -0,13 Sens transversal			278,1	9924	9,0004			0	K <sub>1</sub> = 0,16 K <sub>2</sub> = -0,12 Sens Longitudinal.			248	5968	9,0006	

Exemple de modelisation : Bloc A sens transversal.



Ainsi après avoir déterminé les efforts cumulés à chaque niveau, on trouve aussi les déplacements par niveau.  $\Delta_j = \frac{1}{2B} \cdot \frac{T_j}{R_j}$ . Ent les résultats étant rassemblés ds le tableau précédent.

• Détermination de l'effort de niveau "j" revenant à chaque portique.

L'effort tranchant d'étage "j" ( $V_j$ ) s'applique au centre de gravité de l'étage comme si on a une rotation du plancher autour du centre de torsion  $G_j$ .  $V_j$  appliqué donc au centre  $G$  est équivalent à  $V_j$  appliqué en  $C_j$  plus un moment de torsion  $M_j = V_j \cdot e$ .

- Portiques Longitudinaux  $T_{jx}^p = V_{jx} \frac{R_{jx}}{\sum R_{jx}} + V_{jx} \frac{R_{jx}}{R_{j\theta}} \cdot y_j \cdot e_y$ .

- Portique Transversaux  $T_{jy}^t = V_{jy} \frac{R_{jy}}{\sum R_{jy}} + V_{jy} \cdot \frac{R_{jy}}{R_{j\theta}} \cdot x_j \cdot e_x$

- Déformation horizontales  $\frac{1}{2B} \cdot \frac{T_j}{R_j} \leq \bar{\Delta}_j = 0,0075 h_j$  (R.P.A art. 3.3.7.1)

1. BLOC A

Sens Longitudinal.

$e = \bar{\Delta}_j = 0,028 m$

Portiq.	niv.	$R_{jx}$	$\sum R_{jx}$	$R_{j\theta}$	$V_{jx}$	$e_y$	$Y_i(m)$	$T_{jx}$	$\Delta_j$
$A_L$	5	77,600	247,600	258284	37,11	1,20	3,41	12,09	0,008
	4	77,600	247,600	258284	76,50	1,20	3,41	24,91	0,016
	3	77,600	247,600	258284	106,67	1,20	3,41	34,74	0,023
	2	77,600	247,600	258284	127,62	1,20	3,41	41,56	0,028
	1	104,600	334,921	309200	139,36	1,20	3,41	45,45	0,022
	0	3584,000	11481,5	99168330	140,00	1,20	3,41	43,91	0,0006
$B_L$	5	89,900	247,600	258284	37,11	1,20	-2,84	13,03	0,007
	4	89,900	247,600	258284	76,50	1,20	-2,84	26,86	0,015
	3	89,900	247,600	258284	106,67	1,20	-2,84	37,46	0,022
	2	89,900	247,600	258284	127,62	1,20	-2,84	44,82	0,026
	1	123,900	334,921	309200	139,36	1,20	-2,84	49,65	0,021
	0	4340,00	11481,5	99168330	140,00	1,20	-2,84	52,71	0,0006
$C_L$	5	77,600	247,600	258284	37,11	1,20	-5,34	10,916	0,007
	4	77,600	247,600	258284	76,50	1,20	-5,34	22,51	0,015
	3	77,600	247,600	258284	106,62	1,20	-5,34	31,36	0,021
	2	77,600	247,600	258284	127,62	1,20	-5,34	37,54	0,025
	1	104,600	334,921	309200	139,36	1,20	-5,34	40,50	0,020
	0	3584,600	11481,5	99168330	140,00	1,20	-5,34	43,38	0,0006

Sens transversal.

Port.	niv.	$R_{jy}$	$\sum R_{jy}$	$R_{j\theta}$	$V_{jy}(t)$	$e_x$	$X_i$	$T_{jy}$	$\Delta_{jy}$
$A_L$	5	481,600	356,89	258284	40,50	1,20	-10,8	4,597	0,0049
	4	481,600	356,89	258284	83,48	1,20	-10,8	9,33	0,010
	3	481,600	356,89	258284	116,40	1,20	-10,8	13,01	0,014
	2	481,600	356,89	258284	139,27	1,20	-10,8	15,57	0,016
	1	56,320	422,00	309200	159,08	1,20	-10,8	15,79	0,014
	0	1784,4	13302,0	99168330	152,78	1,20	-10,8	20,14	0,00059
		$10^4 \cdot E \left(\frac{t}{m}\right)$	$10^4 \cdot E \left(\frac{t}{m}\right)$	$10^2 \cdot E \left(\frac{t \cdot m}{m}\right)$		(m)	(m)		

Pat.	niv	R <sub>jy</sub>	ΣR <sub>jy</sub>	R <sub>j0</sub>	V <sub>jx</sub>	e <sub>x</sub>	X <sub>i</sub>	T <sub>jy</sub>	Δ <sub>jx</sub>
B <sub>T</sub>	5	64,900	356,89	258284	40,50	1,20	-6,00	6,63	0,0054
	4	64,900	356,89	258284	83,48	1,20	-6,00	13,67	0,011
	3	64,900	356,89	258284	116,40	1,20	-6,50	19,06	0,015
	2	64,900	356,89	258284	139,27	1,20	-6,50	22,81	0,018
	1	77,200	422,00	309200	152,08	1,20	-6,50	25,09	0,017
	0	2433,3	1330,20	99168330	152,78	1,20	-6,00	27,68	0,0006
C <sub>T</sub>	5	64,900	356,89	258284	40,50	1,20	-1,20	7,22	0,0058
	4	64,900	356,89	258284	83,48	1,20	-1,20	14,88	0,012
	3	64,900	356,89	258284	116,40	1,20	-1,20	20,74	0,016
	2	64,900	356,89	258284	139,27	1,20	-1,20	24,82	0,020
	1	77,200	422,00	309200	152,08	1,20	-1,20	27,27	0,018
	0	2433,3	1330,20	99168330	152,08	1,20	-1,20	27,89	-0,0006
D <sub>T</sub>	5	64,900	356,89	258284	40,50	1,20	3,60	7,80	0,0063
	4	64,900	356,89	258284	83,48	1,20	3,60	16,09	0,013
	3	64,900	356,89	258284	116,40	1,20	3,60	22,43	0,018
	2	64,900	356,89	258284	139,27	1,20	3,60	26,84	0,021
	1	77,200	422,00	309200	152,08	1,20	3,60	29,46	0,020
	0	2433,3	1330,20	99168330	152,78	1,20	3,60	28,12	0,00061
E <sub>T</sub>	5	64,900	356,89	258284	40,50	1,20	8,40	8,39	0,0068
	4	64,900	356,89	258284	83,48	1,20	8,40	17,29	0,014
	3	64,900	356,89	258284	116,40	1,20	8,40	24,12	0,019
	2	64,900	356,89	258284	139,27	1,20	8,40	28,85	0,023
	1	77,200	422,00	309200	152,08	1,20	8,40	31,65	0,021
	0	2433,3	1330,2	99168330	152,78	1,20	8,40	28,33	0,00061
F <sub>T</sub>	5	48,600	356,89	258284	40,50	1,20	13,20	6,72	0,0073
	4	48,600	356,89	258284	83,48	1,20	13,20	13,85	0,015
	3	48,600	356,89	258284	116,40	1,20	13,20	19,32	0,021
	2	48,600	356,89	258284	139,27	1,20	13,20	23,12	0,025
	1	56,32	422,89	309200	152,08	1,20	13,20	23,76	0,022
	0	1784,4	1330,2	99168330	152,78	1,20	13,20	20,93	0,00062

2. Bloc B (En Resume') meme demarche  
sens Transversal.

sens Longitudinal.  $\bar{\Delta} = 0,028$

Pat.	niv	T <sub>jy</sub>	Δ <sub>jy</sub>	Pat.	N	T <sub>jy</sub>	Δ <sub>y</sub>	P	N	T <sub>jx</sub>	Δ <sub>jx</sub>	P	N	T <sub>jx</sub>	Δ <sub>jx</sub>
E <sub>t</sub>	4	7,44	0,0063	E <sub>t</sub>	4	15,69	0,0086	A <sub>L</sub>	4	15,07	0,01	P <sub>L</sub>	4	12,86	0,0087
	3	14,87	0,012		3	31,37	0,017		3	30,18	0,02		3	25,72	0,017
	2	19,83	0,016		2	41,83	0,023		2	40,59	0,0265		2	34,64	0,023
	1	22,25	0,016		1	48,81	0,022		1	46,35	0,022		1	38,52	0,018
	0	15,74	0,00035		0	36,78	0,0005		0	46,68	0,0007		0	38,74	0,0006
B <sub>t</sub>	4	13,61	0,0074	B <sub>t</sub>	4	12,57	0,0069	B <sub>L</sub>	4	16,162	0,0093				
	3	27,21	0,014		3	25,14	0,013		3	33,23	0,019				
	2	36,29	0,019		2	33,52	0,018		2	44,77	0,025				
	1	42,54	0,019		1	39,40	0,018		1	51,77	0,021				
	0	30,66	0,00044		0	27,60	0,0004		0	52,22	0,0006				
F <sub>t</sub>	4	14,165	0,008	F <sub>t</sub>	4	10,78	0,0092	C <sub>L</sub>	4	16,19	0,0093				
	3	29,29	0,016		3	21,56	0,018		3	32,36	0,018				
	2	39,06	0,021		2	28,75	0,024		2	43,50	0,025				
	1	45,67	0,021		1	31,87	0,024		1	50,21	0,020				
	0	33,72	0,00049		0	25,56	0,00058		0	50,62	0,0006				



• Verification au renversement:

Une structure doit être calculée afin de résister aux efforts qui peuvent provoquer un renversement (forces horizontales).

$M^t$  de renversement = moment extérieur en console + Effort Tranchant  $\cdot z$ . (notre  $\cos \beta = 0$ )

$$M^t \text{ en console / base} = \sum_1^6 F_i X_i = F_0 \cdot X_0 + F_1 \cdot X_1 + F_2 \cdot X_2 + F_3 \cdot X_3 + F_4 \cdot X_4 + F_5 \cdot X_5$$

$$M_{\text{resist}} = (\sum W_i - \sum \sigma_{H_i} \cdot W_i) \cdot b \quad \text{avec} \quad \sigma_H = A \cdot D \cdot D \cdot \varphi \quad \text{et} \quad b = \frac{L}{2}$$

et on doit vérifier que  $M_{\text{resist}} \geq 1,5 M^t_{\text{renv.}}$

• Bloc A: - sens transversal:

$$\begin{array}{cccccc} F_1 = 40,5 & F_2 = 42,98 & F_3 = 32,92 & F_4 = 22,27 & F_5 = 12,08 & F_6 = 6,69 \\ X_1 = 19,25 & X_2 = 15,60 & X_3 = 11,95 & X_4 = 8,30 & X_5 = 4,65 & X_6 = 1,00 \end{array}$$

$$\sigma_H = 0,25 \times 0,25 \times 1,46 \times 1,3 = 0,1386 \text{ d'm} \quad \frac{M_{\text{res}}}{M_{\text{Trv}}} = \frac{5291,2}{2136} = 2,52 > 1,5 \text{ vérifié.}$$

- de même pour l'autre sens ; et le bloc B. A vrai dire le sens étudié est particulier car il comporte 2 travées, donc le plus sollicité apparemment les autres sont étudiés et vérifient la stabilité.

## Efforts dans les poteaux et les poutres

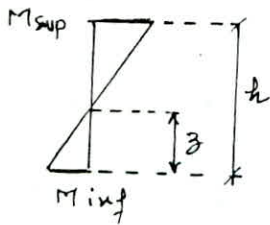
les 2 blocs seront étudiés parallèlement.

1. Efforts tranchants revenants à chaque poteau.

$$t_{ij} = \frac{r_{ij}}{R_j} T_j \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} - r_{ij} \text{ rigidité corrigée d'un poteau} \\ - R_j = \sum r_{ji} \text{ rigidité relative d'un portique } i \text{ à l'étage } j. \end{array}$$

(déjà calculés ; voir calcul des rigidités.)

2. Moments dans les poteaux : la position du pt d'inflexion est calculée en fonction des caractéristiques du portique.



$$\begin{array}{ll} M_{\text{sup}} = t_j^{(i)} (h - z) & h = \text{hauteur d'étage} \\ M_{\text{inf}} = t_j^{(i)} \cdot z & z = y \cdot h \\ & y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3 \end{array}$$

les coefficients  $y_0, y_1, y_2, y_3$  fct de  $\bar{\kappa}$

et du Nbre total de niv. de portique et du n° de niveau pour  $y_0$  et de  $d_1, d_2, d_3$  pour les autres (voir détail bulletin n°5 du CFC)  
 tout détail fait on résumera ce qui nous intéresse ds les tableaux suivants :

Bloc A : Moments dans les poteaux : Portiques Transversaux.

niv	Portique Transversal A					Portique transversal B					Portique Transversal C				
	Pot	tij	y	Minf	Msup	P	tij	y	Minf	Msup	P	tij	y	Minf	Msup
5	1	1,170	0,43	1,811	2,4007	1	1,283	0,43	1,986	2,633	1	1,397	0,43	2,163	2,867
	2	1,755	0,45	2,843	3,475	2	3,586	0,45	5,809	7,100	2	3,904	0,45	6,326	7,732
	3	1,602	0,45	2,595	3,172	3	1,757	0,45	2,847	3,470	3	1,813	0,45	3,100	3,789
4	1	2,411	0,48	4,167	4,514	1	2,645	0,48	4,571	4,952	1	2,880	0,48	4,976	5,391
	2	3,617	0,5	6,510	6,510	2	7,393	0,5	13,308	13,308	2	8,050	0,50	14,485	14,486
	3	3,302	0,5	5,944	5,944	3	3,622	0,5	6,52	6,52	3	3,944	0,50	7,098	7,098
3	1	3,362	0,5	6,052	6,052	1	2,720	0,5	7,60	4,898	1	4,013	0,5	7,225	7,225
	2	5,043	0,5	9,078	9,078	2	7,604	0,5	13,687	13,687	2	11,22	0,5	20,19	20,19
	3	4,604	0,5	8,288	8,288	3	3,726	0,5	6,707	6,707	3	5,495	0,50	9,89	9,89
2	1	4,024	0,5	7,243	7,243	1	4,414	0,5	7,946	7,946	1	4,803	0,5	8,648	8,648
	2	6,036	0,5	10,864	10,864	2	12,336	0,5	22,205	22,205	2	13,42	0,5	24,16	24,160
	3	5,510	0,5	9,919	9,919	3	6,045	0,5	10,881	10,881	3	6,578	0,5	11,840	11,840
1	1	5,004	0,5	9,008	9,008	1	5,990	0,5	10,780	10,780	1	6,305	0,5	11,35	11,35
	2	5,470	0,5	9,845	9,845	2	13,520	0,5	24,340	24,340	2	14,24	0,5	25,625	25,625
	3	5,312	0,5	9,568	9,568	3	6,361	0,5	11,450	11,450	3	6,70	0,5	12,06	12,06
0	1	5,404	0,62	3,351	2,054	1	5,447	0,61	3,323	2,124	1	5,488	0,61	3,348	2,140
	2	7,571	0,55	4,164	3,407	2	15,017	0,58	8,710	6,307	2	15,131	0,58	8,776	6,355
	3	7,166	0,55	3,941	3,224	3	7,222	0,55	3,972	3,250	3	7,277	0,55	4,002	3,275

niv	Portique Transversal D					Portique Transversal E					Portique Transversal F				
	Pot	tij	y	Minf	Msup	P	tij	y	Minf	Msup	P	tij	y	Minf	Msup
5	1	1,510	0,43	2,337	3,098	1	1,624	0,43	2,514	3,332	1	1,737	0,43	2,688	3,564
	2	4,218	0,45	6,834	8,353	2	4,538	0,45	7,351	8,984	2	2,605	0,45	4,220	5,158
	3	2,067	0,45	3,349	4,093	3	2,223	0,45	3,602	4,030	3	2,378	0,45	3,853	4,709
4	1	3,114	0,48	5,381	5,829	1	3,346	0,48	5,782	6,264	1	3,579	0,48	6,185	6,700
	2	8,702	0,50	15,664	15,664	2	9,351	0,50	16,830	16,830	2	5,369	0,50	9,664	9,664
	3	4,264	0,50	7,676	7,676	3	4,582	0,50	8,248	8,248	3	4,902	0,50	8,823	8,823
3	1	4,341	0,5	7,814	7,814	1	4,668	0,5	8,402	8,402	1	4,993	0,50	8,987	8,987
	2	12,131	0,5	21,83	21,83	2	13,045	0,5	23,48	23,48	2	7,489	0,50	13,481	13,481
	3	5,944	0,5	10,70	10,70	3	6,392	0,5	11,506	11,506	3	6,837	0,50	12,307	12,307
2	1	5,194	0,5	9,349	9,349	1	5,585	0,5	10,05	10,05	1	5,975	0,50	10,755	10,755
	2	14,516	0,5	26,130	26,130	2	15,645	0,5	28,10	28,10	2	8,963	0,50	16,133	16,133
	3	7,113	0,5	12,864	12,804	3	7,592	0,5	13,768	13,768	3	8,182	0,50	14,728	14,728
1	1	6,812	0,5	12,26	12,26	1	7,318	0,5	13,17	13,17	1	7,53	0,50	13,555	13,555
	2	15,38	0,5	27,68	27,68	2	16,522	0,5	29,74	29,74	2	8,23	0,50	14,875	14,875
	3	7,235	0,5	13,02	13,02	3	7,773	0,5	13,99	13,99	3	7,998	0,50	14,397	14,397
0	1	5,534	0,61	3,376	2,158	1	5,575	0,61	3,401	2,174	1	5,616	0,62	3,482	2,134
	2	15,256	0,58	8,849	6,408	2	15,370	0,58	8,915	6,455	2	7,868	0,55	4,327	3,54
	3	7,337	0,55	4,035	3,302	3	7,392	0,55	4,065	3,326	3	7,446	0,55	4,095	3,351

# BLOC A: Moments dans les poteaux : Poutres Longitudinales

niv	Poutre Longitudinale A					Poutre Longitudinale B					Poutres Longitudinale C				
	Pot	t <sub>ij</sub>	y	M <sub>inf</sub>	M <sub>sup</sub>	P	t <sub>ij</sub>	y	M <sub>inf</sub>	M <sub>sup</sub>	P	t <sub>ij</sub>	y	M <sub>inf</sub>	M <sub>sup</sub>
5	1	1,620	0,39	2,276	3,558	1	1,507	0,40	2,171	3,256	1	1,463	0,39	2,054	3,213
	2	2,212	0,45	3,584	4,38	2	2,493	0,45	4,038	4,936	2	1,997	0,45	3,236	3,955
	3	2,212	0,45	3,584	4,38	3	2,493	0,45	4,038	4,936	3	1,997	0,45	3,236	3,955
	4	2,212	0,45	3,584	4,38	4	2,493	0,45	4,038	4,936	4	1,997	0,45	3,236	3,955
	5	2,212	0,45	3,584	4,38	5	2,493	0,45	4,038	4,936	5	1,997	0,45	3,236	3,955
	6	1,620	0,39	2,276	3,558	6	1,507	0,40	2,171	3,256	6	1,463	0,39	2,054	3,213
4	1	3,338	0,45	5,410	6,61	1	3,107	0,45	5,033	6,15	1	3,017	0,45	4,887	5,970
	2	4,558	0,50	8,205	8,205	2	5,139	0,48	8,880	9,620	2	4,120	0,50	7,410	7,410
	3	4,558	0,50	8,205	8,205	3	5,139	0,48	8,880	9,620	3	4,120	0,50	7,410	7,410
	4	4,558	0,50	8,205	8,205	4	5,139	0,48	8,880	9,620	4	4,120	0,50	7,410	7,410
	5	4,558	0,50	8,205	8,205	5	5,139	0,48	8,880	9,620	5	4,120	0,50	7,410	7,410
	6	3,338	0,45	5,410	6,61	6	3,107	0,45	5,033	6,15	6	3,017	0,45	4,887	5,970
3	1	4,656	0,50	8,380	8,380	1	4,33	0,50	7,80	7,80	1	4,203	0,50	7,565	7,565
	2	6,357	0,50	11,44	11,44	2	7,167	0,50	12,900	12,900	2	5,738	0,50	10,330	10,330
	3	6,357	0,50	11,44	11,44	3	7,167	0,50	12,900	12,900	3	5,738	0,50	10,330	10,330
	4	6,357	0,50	11,44	11,44	4	7,167	0,50	12,900	12,900	4	5,738	0,50	10,330	10,330
	5	6,357	0,50	11,44	11,44	5	7,167	0,50	12,900	12,900	5	5,738	0,50	10,330	10,330
	6	4,656	0,50	8,380	8,380	6	4,33	0,50	7,80	7,80	6	4,203	0,50	7,565	7,565
2	1	5,57	0,50	10,02	10,02	1	5,185	0,50	9,33	9,33	1	5,03	0,50	9,06	9,06
	2	7,60	0,50	13,69	13,69	2	8,575	0,50	15,43	15,43	2	6,869	0,50	12,36	12,36
	3	7,60	0,50	13,69	13,69	3	8,575	0,50	15,43	15,43	3	6,869	0,50	12,36	12,36
	4	7,60	0,50	13,69	13,69	4	8,575	0,50	15,43	15,43	4	6,869	0,50	12,36	12,36
	5	7,60	0,50	13,69	13,69	5	8,575	0,50	15,43	15,43	5	6,869	0,50	12,36	12,36
	6	5,57	0,50	10,02	10,02	6	5,185	0,50	9,33	9,33	6	5,03	0,50	9,06	9,06
1	1	6,81	0,50	12,25	12,25	1	6,275	0,50	11,30	11,30	1	6,06	0,50	10,914	10,914
	2	7,91	0,50	14,31	14,31	2	9,260	0,50	16,66	16,66	2	7,086	0,50	12,754	12,754
	3	7,91	0,50	14,31	14,31	3	9,260	0,50	16,66	16,66	3	7,086	0,50	12,754	12,754
	4	7,91	0,50	14,31	14,31	4	9,260	0,50	16,66	16,66	4	7,086	0,50	12,754	12,754
	5	7,91	0,50	14,31	14,31	5	9,260	0,50	16,66	16,66	5	7,086	0,50	12,754	12,754
	6	6,81	0,50	12,25	12,25	6	6,275	0,50	11,30	11,30	6	6,06	0,50	10,914	10,914
0	1	6,515	0,58	3,78	2,74	1	6,500	0,55	3,574	2,924	1	6,437	0,58	3,73	2,703
	2	7,72	0,55	4,245	3,47	2	9,926	0,55	5,459	4,467	2	7,625	0,55	4,194	3,430
	3	7,72	0,55	4,245	3,47	3	9,926	0,55	5,459	4,467	3	7,625	0,55	4,194	3,430
	4	7,72	0,55	4,245	3,47	4	9,926	0,55	5,459	4,467	4	7,625	0,55	4,194	3,430
	5	7,72	0,55	4,245	3,47	5	9,926	0,55	5,459	4,467	5	7,625	0,55	4,194	3,430
	6	6,515	0,58	3,78	2,74	6	6,500	0,55	3,574	2,924	6	6,437	0,58	3,73	2,703

$$- M_{sup} = t_j^i \cdot (h - 3) \cdot$$

$$z = y \cdot h \cdot$$

$$- M_{inf} = t_j^i \cdot z$$

$$y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3 \quad (\text{bulletin N}^\circ 5 \text{ C.T.C.})$$

Bloc B: Moments dans les poteaux : Portiques Transversaux.

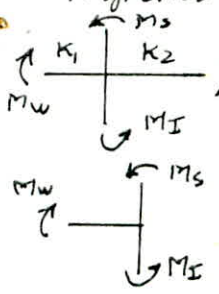
Niv	Portique Transversal A					Portique Transversal B					Portique Transversal C				
	Pot	$t_{ij}$	$y$	$M_{inf}$	$M_{sup}$	P	$t_{ij}$	$y$	$M_{inf}$	$M_{sup}$	P	$t_{ij}$	$y$	$M_{inf}$	$M_{sup}$
4	1	1,528	0,43	2,365	3,135	1	1,662	0,43	2,574	3,411	1	1,800	0,43	2,786	3,694
	2	2,195	0,46	3,555	4,346	2	4,617	0,45	7,480	9,142	2	4,999	0,45	8,100	9,900
	3	2,195	0,45	3,555	4,346	3	4,617	0,45	7,480	9,142	3	4,999	0,45	8,100	9,900
	4	1,528	0,43	2,365	3,135	4	1,662	0,43	2,574	3,411	4	1,800	0,43	2,786	3,694
3	1	3,053	0,48	5,276	5,716	1	3,325	0,48	5,746	6,224	1	3,599	0,48	6,219	6,737
	2	4,386	0,50	7,896	7,896	2	9,235	0,5	16,62	16,62	2	9,995	0,5	17,99	17,99
	3	4,386	0,50	7,896	7,896	3	9,235	0,5	16,62	16,62	3	9,995	0,5	17,99	17,99
	4	3,053	0,48	5,276	5,716	4	3,325	0,48	5,746	6,224	4	3,599	0,48	6,219	6,737
2	1	4,072	0,50	7,329	7,329	1	4,433	0,5	7,98	7,98	1	4,800	0,5	8,64	8,64
	2	5,850	0,50	10,530	10,530	2	12,313	0,5	22,163	22,163	2	13,330	0,5	24,0	24,0
	3	5,850	0,50	10,530	10,530	3	12,313	0,5	22,163	22,163	3	13,330	0,5	24,0	24,0
	4	4,072	0,50	7,329	7,329	4	4,433	0,5	7,98	7,98	4	4,800	0,5	8,64	8,64
1	1	4,820	0,50	8,677	8,677	1	5,24	0,5	9,43	9,43	1	5,65	0,5	10,18	10,18
	2	6,295	0,50	11,331	11,331	2	14,39	0,5	25,91	25,91	2	15,54	0,5	27,97	27,97
	3	6,295	0,50	11,331	11,331	3	14,39	0,5	25,91	25,91	3	15,54	0,5	27,97	27,97
	4	4,820	0,50	8,677	8,677	4	5,24	0,5	9,43	9,43	4	5,65	0,5	10,18	10,18
0	1	3,330	0,62	2,064	1,265	1	3,742	0,62	2,320	1,422	1	4,16	0,62	2,58	1,58
	2	4,543	0,55	2,499	2,044	2	10,06	0,58	5,840	4,230	2	11,18	0,58	6,50	4,70
	3	4,543	0,55	2,499	2,044	3	10,06	0,58	5,840	4,230	3	11,18	0,58	6,50	4,70
	4	3,330	0,62	2,064	1,265	4	3,742	0,62	2,320	1,422	4	4,16	0,62	2,58	1,58

Niv	Portique Transversal D					Portique Transversal E					Portique Transversal F				
	Pot	$t_{ij}$	$y$	$M_{inf}$	$M_{sup}$	P	$t_{ij}$	$y$	$M_{inf}$	$M_{sup}$	P	$t_{ij}$	$y$	$M_{inf}$	$M_{sup}$
4	1	1,940	0,43	2,999	3,976	1	2,075	0,43	3,212	4,258	4	2,213	0,43	3,426	4,542
	2	5,381	0,45	8,178	10,655	2	5,763	0,45	9,337	11,411	2	3,180	0,45	5,152	6,296
	3	5,381	0,45	8,178	10,655	3	5,763	0,45	9,337	11,411	3	3,180	0,45	5,152	6,296
	4	1,940	0,43	2,999	3,976	4	2,075	0,43	3,212	4,258	4	2,213	0,43	3,426	4,542
3	1	3,874	0,48	6,694	7,252	1	4,15	0,48	7,169	7,667	1	4,427	0,48	7,650	8,287
	2	10,76	0,50	19,366	19,366	2	11,523	0,5	20,74	20,74	2	6,360	0,50	11,448	11,448
	3	10,76	0,50	19,366	19,366	3	11,523	0,5	20,74	20,74	3	6,360	0,50	11,448	11,448
	4	3,874	0,48	6,694	7,252	4	4,15	0,48	7,169	7,667	4	4,427	0,48	7,650	8,287
2	1	5,17	0,5	9,30	9,30	1	5,533	0,5	9,96	9,96	1	5,905	0,50	10,630	10,630
	2	14,35	0,5	25,83	25,83	2	15,365	0,5	27,66	27,66	2	8,484	0,50	15,271	15,271
	3	14,35	0,5	25,83	25,83	3	15,365	0,5	27,66	27,66	3	8,484	0,50	15,271	15,271
	4	5,17	0,5	9,30	9,30	4	5,533	0,5	9,96	9,96	4	5,905	0,50	10,630	10,630
1	1	6,07	0,5	10,927	10,927	1	6,49	0,5	11,68	11,68	1	6,904	0,50	12,43	12,43
	2	16,68	0,5	30,03	30,03	2	17,83	0,5	32,10	32,10	2	9,017	0,50	16,23	16,23
	3	16,68	0,5	30,03	30,03	3	17,83	0,5	32,10	32,10	3	9,017	0,50	16,23	16,23
	4	6,07	0,5	10,927	10,927	4	6,49	0,5	11,68	11,68	4	6,904	0,50	12,43	12,43
0	1	4,57	0,62	2,834	1,74	1	4,990	0,62	3,100	1,900	1	5,403	0,62	3,350	2,053
	2	12,13	0,58	7,132	5,164	2	13,41	0,58	7,780	5,633	2	7,373	0,55	4,055	3,318
	3	12,13	0,58	7,132	5,164	3	13,41	0,58	7,780	5,633	3	7,373	0,55	4,055	3,318
	4	4,57	0,62	2,834	1,74	4	4,990	0,62	3,100	1,900	4	5,403	0,62	3,350	2,053

niv	Portique Longitudinal A					Portique Longitudinal B					Portiques Longitudinal C					Portique Longitudinal D				
	Pot	tij	y	Minf	Msup	Pot	tij	y	Minf	Msup	P	tij	y	Minf	Msup	P	tij	y	Minf	Msup
4	1	2,05	0,38	2,802	4,57	1	1,923	0,38	2,631	4,290	1	2,217	0,38	3,033	4,950	1	1,748	0,38	2,391	3,901
	2	2,744	0,45	4,444	5,43	2	3,193	0,44	5,058	6,438	2	3,681	0,44	5,831	7,422	2	2,341	0,45	3,793	4,636
	3	2,744	0,45	4,444	5,43	3	3,193	0,44	5,058	6,438	3	3,681	0,44	5,831	7,422	3	2,341	0,45	3,793	4,636
	4	2,744	0,45	4,444	5,43	4	3,193	0,44	5,058	6,438	4	3,681	0,44	5,831	7,422	4	2,341	0,45	3,793	4,636
	5	2,744	0,45	4,444	5,43	5	3,193	0,44	5,058	6,438	5	3,681	0,44	5,831	7,422	5	2,341	0,45	3,793	4,636
	6	2,050	0,38	2,802	4,57	6	1,923	0,38	2,631	4,290	6	2,217	0,38	3,033	4,950	6	1,748	0,38	2,391	3,901
3	1	4,101	0,45	6,644	8,121	1	3,845	0,45	6,230	7,614	1	3,745	0,45	6,066	7,415	1	3,500	0,45	5,662	6,921
	2	5,494	0,50	6,644	8,121	2	6,385	0,48	11,033	11,952	2	6,218	0,48	12,745	11,640	2	4,682	0,50	8,428	8,428
	3	5,494	0,50	9,900	9,900	3	6,385	0,48	11,033	11,952	3	6,218	0,48	12,745	11,640	3	4,682	0,50	8,428	8,428
	4	5,494	0,50	9,900	9,900	4	6,385	0,48	11,033	11,952	4	6,218	0,48	12,745	11,640	4	4,682	0,50	8,428	8,428
	5	5,494	0,50	9,900	9,900	5	6,385	0,48	11,033	11,952	5	6,218	0,48	12,745	11,640	5	4,682	0,50	8,428	8,428
	6	4,101	0,45	6,644	8,121	6	3,845	0,45	6,230	7,614	6	3,745	0,45	6,066	7,415	6	3,500	0,45	5,662	6,921
2	1	5,516	0,48	9,532	10,326	1	5,181	0,48	8,952	9,700	1	5,045	0,48	8,718	9,445	1	4,707	0,48	8,135	8,812
	2	7,390	0,50	13,301	13,301	2	8,602	0,50	15,484	15,484	2	8,377	0,50	15,08	15,08	2	6,306	0,50	11,351	11,351
	3	7,390	0,50	13,301	13,301	3	8,602	0,50	15,484	15,484	3	8,377	0,50	15,08	15,08	3	6,306	0,50	11,351	11,351
	4	7,390	0,50	13,301	13,301	4	8,602	0,50	15,484	15,484	4	8,377	0,50	15,08	15,08	4	6,306	0,50	11,351	11,351
	5	7,390	0,50	13,301	13,301	5	8,602	0,50	15,484	15,484	5	8,377	0,50	15,08	15,08	5	6,306	0,50	11,351	11,351
	6	5,516	0,48	9,532	10,326	6	5,181	0,48	8,952	9,700	6	5,045	0,48	8,718	9,445	6	4,707	0,48	8,135	8,812
1	1	7,025	0,50	12,646	12,646	1	6,531	0,50	11,76	11,76	1	6,334	0,50	11,40	11,40	1	5,840	0,50	10,510	10,510
	2	7,970	0,50	14,342	14,342	2	9,680	0,50	17,42	17,42	2	9,385	0,50	16,894	16,894	2	6,623	0,50	11,920	11,920
	3	7,970	0,50	14,342	14,342	3	9,680	0,50	17,42	17,42	3	9,385	0,50	16,894	16,894	3	6,623	0,50	11,920	11,920
	4	7,970	0,50	14,342	14,342	4	9,680	0,50	17,42	17,42	4	9,385	0,50	16,894	16,894	4	6,623	0,50	11,920	11,920
	5	7,970	0,50	14,342	14,342	5	9,680	0,50	17,42	17,42	5	9,385	0,50	16,894	16,894	5	6,623	0,50	11,920	11,920
	6	7,025	0,50	12,646	12,646	6	6,531	0,50	11,76	11,76	6	6,334	0,50	11,40	11,40	6	5,840	0,50	10,510	10,510
0	1	6,936	0,57	3,953	2,982	1	6,44	0,57	3,67	2,77	1	6,24	0,57	3,557	2,683	1	5,756	0,57	3,281	2,475
	2	8,213	0,55	4,517	3,696	2	9,83	0,55	5,41	4,425	2	9,533	0,55	5,243	4,290	2	6,816	0,55	3,750	3,067
	3	8,213	0,55	4,517	3,696	3	9,83	0,55	5,41	4,425	3	9,533	0,55	5,243	4,290	3	6,816	0,55	3,750	3,067
	4	8,213	0,55	4,517	3,696	4	9,83	0,55	5,41	4,425	4	9,533	0,55	5,243	4,290	4	6,816	0,55	3,750	3,067
	5	8,213	0,55	4,517	3,696	5	9,83	0,55	5,41	4,425	5	9,533	0,55	5,243	4,290	5	6,816	0,55	3,750	3,067
	6	6,936	0,57	3,953	2,982	6	6,44	0,57	3,67	2,77	6	6,24	0,57	3,557	2,683	6	5,756	0,57	3,281	2,475

Bloc B : Moments dans les poteaux : Portiques Longitudinaux.

**Efforts dans les poutres :** dans un noeud le moment résultant des moment de poteaux, apporté à celui-ci est reparti entre les poutres proportionnellement à leur rigidités linéaires respectives.



$$\begin{cases}
 M_w = \frac{k_1}{k_1+k_2} (M_s + M_I) & \text{- moment en travée} & M_t = \frac{M_e - M_w}{L} \\
 M_e = \frac{k_2}{k_1+k_2} (M_s + M_I) & \text{- Effort Tranchant.} & T = - \frac{M_e + M_w}{L} \\
 M_w = M_s + M_I & \text{- Efforts Normaux} & N_i = - (T_e^i - T_w^i) \\
 M_e = 0 ; k_2 = 0 & & N < 0 \text{ traction ; } N > 0 \text{ compression.}
 \end{cases}$$

• Bloc A : moments et efforts tranchants.

niv.	Portique Longitudinal Intermediaire							Portique Longitudinal de Rive.					
	trav.	l(m)	M <sub>e</sub> (tm)	M <sub>w</sub> (tm)	M <sub>t</sub>	T <sub>e</sub> <sup>i</sup> (t)	T <sub>w</sub> <sup>i</sup> (t)	trav.	M <sub>e</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>e</sub> <sup>i</sup> (t)	T <sub>w</sub> <sup>i</sup> (t)
5	1-2	4,50	3,49	2,555	0,467	-1,343	-1,343	1-2	3,77	2,26	0,755	-1,34	-1,34
	Jnt	4,50	2,25	2,55	0,00	-1,133	-1,133	Jnt	2,26	2,26	0,00	-1,004	-1,004
	5-6	4,50	2,55	3,49	-0,467	-1,342	-1,342	5-6	2,26	3,77	-0,755	-1,34	-1,34
4	1-2	4,50	8,78	7,17	0,805	-3,544	-3,544	1-2	9,44	6,61	1,415	-3,566	-3,566
	Jnt	4,50	7,17	7,17	0,000	-3,186	-3,186	Jnt	6,61	6,61	0,00	-2,937	-2,937
	5-6	4,50	7,17	8,78	-0,805	-3,544	-3,544	5-6	6,61	9,44	-1,415	-3,566	-3,566
3	1-2	4,50	13,78	11,71	1,035	-5,664	-5,664	1-2	14,16	10,57	1,795	-5,495	-5,495
	Jnt	4,50	11,71	11,71	0,000	-5,20	-5,20	Jnt	10,57	10,57	0,00	-4,697	-4,697
	5-6	4,50	11,71	13,78	-1,035	-5,664	-5,664	5-6	10,57	10,57	-1,795	-5,495	-5,495
2	1-2	4,50	18,88	16,05	1,415	-7,762	-7,762	1-2	20,77	18,68	1,045	-8,766	-8,766
	Jnt	4,50	16,05	16,05	0,00	-7,133	-7,133	Jnt	18,68	18,68	0,00	-8,302	-8,302
	5-6	4,50	16,05	18,88	-1,415	-7,762	-7,762	5-6	18,68	20,77	-1,045	-8,766	-8,766
1	1-2	4,50	24,55	18,28	3,135	-9,517	-9,517	1-2	26,44	17,3	4,570	-9,72	-9,72
	Jnt	4,50	18,28	18,28	0,00	-8,124	-8,124	Jnt	17,3	17,3	0,00	-7,688	-7,688
	5-6	4,50	18,28	24,55	-3,135	-9,517	-9,517	5-6	17,3	26,44	-4,570	-9,72	-9,72
0	1-2	4,50	17,34	12,46	2,44	-6,622	-6,622	1-2	17,94	10,86	3,54	-6,40	-6,40
	Jnt	4,50	12,46	12,46	0,00	-5,537	-5,537	Jnt	10,86	10,86	0,00	-4,826	-4,826
	5-6	4,50	12,46	17,34	-2,44	-6,622	-6,622	5-6	10,86	17,94	-3,54	-6,40	-6,40

niv.	Portique Transversal Intermediaire							Portique Transversal de Rive :					
	trav.	l(m)	M <sub>e</sub> (tm)	M <sub>w</sub> (tm)	M <sub>t</sub>	T <sub>e</sub> <sup>i</sup> (t)	T <sub>w</sub> <sup>i</sup> (t)	trav.	M <sub>e</sub> (tm)	M <sub>w</sub> (tm)	M <sub>t</sub>	T <sub>e</sub> <sup>i</sup> (t)	T <sub>w</sub> <sup>i</sup> (t)
5	1-2	5,95	3,68	5,005	-0,66	-1,458	-1,458	1-2	3,96	2,83	0,565	-1,141	-1,141
	2-3	2,20	5,005	4,43	0,287	-4,288	-4,288	2-3	2,83	5,28	-1,225	-3,686	-3,686
4	1-2	5,95	9,63	13,21	-1,79	-3,838	-3,838	1-2	10,29	7,56	1,365	-3,00	-3,00
	2-3	2,20	13,21	12,75	0,23	-11,80	-11,80	2-3	7,56	13,97	-3,205	-9,786	-9,786
3	1-2	5,95	10,10	21,72	-5,81	-5,347	-5,347	1-2	16,81	12,27	2,27	-4,887	-4,887
	2-3	2,20	21,72	20,77	0,475	-19,31	-19,31	2-3	12,27	23,6	-5,5	-16,15	-16,15
2	1-2	5,95	21,61	28,33	-3,305	-8,411	-8,411	1-2	23,24	17,37	2,935	-6,825	-6,825
	2-3	2,20	28,33	27,19	0,47	-25,32	-25,32	2-3	17,37	31,16	-7,115	-22,25	-22,25
1	1-2	5,95	28,31	34,8	-3,245	-10,60	-10,60	1-2	30,21	28,61	0,800	-9,885	-9,885
	2-3	2,20	34,8	33,77	0,515	-31,16	-31,16	2-3	28,61	35,8	-3,595	-29,27	-29,27
0	1-2	5,95	18,90	22,66	-1,88	-6,98	-6,98	1-2	19,83	11,61	4,110	-5,28	-5,284
	2-3	2,20	22,66	22,01	0,325	-20,30	-20,30	2-3	11,61	22,47	-5,43	-15,49	-15,49

Bloc B : moments et Efforts Tranchants.

Portique Longitudinal Intermediaire								Portique Longitudinal de Rive					
niv	trav	l(m)	M'e	M'w	Mt	T'e <sup>-1</sup>	T'e	niv	l'e	M'w	Mt	T'e <sup>-1</sup>	T'e
4	1-2	4,50	4,53	3,45	0,540	-1,773	-1,773	1-2	4,20	2,52	0,840	-1,493	-1,493
	Jwt	4,50	3,45	3,45	0,000	-1,533	-1,533	Jwt	2,52	2,52	0,000	-1,12	-1,12
	5-6	4,50	3,45	4,53	-0,540	-1,773	-1,773	5-6	2,52	4,20	-0,840	-1,493	-1,493
3	1-2	4,50	10,29	8,59	0,850	-4,195	-4,195	1-2	10,86	7,08	1,890	-3,986	-3,986
	Jwt	4,50	8,59	8,59	0,000	-3,817	-3,817	Jwt	7,08	7,08	0,000	-3,146	-3,146
	5-6	4,50	8,59	10,29	-0,850	-4,195	-4,195	5-6	7,08	10,86	-1,890	-3,986	-3,986
2	1-2	4,50	16,71	14,92	0,895	-7,028	-7,028	1-2	18,13	12,56	2,785	-6,820	-6,820
	Jwt	4,50	14,92	14,92	0,000	-6,631	-6,631	Jwt	12,56	12,56	0,000	-5,582	-5,582
	5-6	4,50	14,92	16,71	-0,895	-7,028	-7,028	5-6	12,56	18,13	-2,785	-6,820	-6,820
1	1-2	4,50	23,8	18,79	2,505	-9,46	-9,464	1-2	26,16	16,24	4,960	-9,422	-9,422
	Jwt	4,50	18,79	18,79	0,000	-8,354	-8,350	Jwt	16,24	16,24	0,000	-7,217	-7,217
	5-6	4,50	18,79	23,8	-2,505	-9,464	-9,464	5-6	16,24	26,16	-4,960	-9,422	-9,422
0	1-2	4,50	17,17	12,84	2,165	-6,668	-6,668	1-2	18,95	10,95	4,015	-6,651	-6,651
	Jwt	4,50	12,84	12,84	0,000	-5,706	-5,706	Jwt	10,95	10,95	0,000	-4,866	-4,866
	5-6	4,50	12,84	17,17	-2,165	-6,668	-6,668	5-6	10,95	18,95	-4,015	-6,651	-6,651

Portique Transversal Intermediaire								Portique Transversal de rive.					
niv	trav	l(m)	M'e	M'w	Mt	T'e <sup>-1</sup>	T'e	trav	M'e	M'w	Mt	T'e <sup>-1</sup>	T'e
4	1-2	5,95	3,68	4,91	-0,615	-1,443	-1,443	1-2	3,94	2,73	0,605	-1,121	-1,121
	2-3	2,20	4,91	4,91	0,000	-4,465	-4,463	2-3	2,73	2,73	0,000	-2,481	-2,481
	3-4	5,95	4,91	3,68	0,615	-1,443	-1,443	3-4	2,73	3,94	-0,605	-1,121	-1,121
3	1-2	5,95	9,63	13,5	-1,935	-3,887	-3,887	1-2	10,38	9,16	0,610	-3,284	-3,284
	2-3	2,20	13,50	13,50	0,000	-12,272	-12,272	2-3	9,16	9,16	0,000	-8,327	-8,327
	3-4	5,95	13,50	9,63	1,935	-3,887	-3,887	3-4	9,16	10,38	-0,610	-3,284	-3,284
1	1-2	5,95	16,71	23,8	-3,355	-6,744	-6,744	1-2	17,10	14,82	1,14	-5,364	-5,364
	2-3	2,20	23,8	23,8	0,000	-21,636	-21,636	2-3	14,82	14,82	0,000	-13,472	-13,472
	3-4	5,95	23,8	16,71	3,355	-6,744	-6,744	3-4	14,82	17,10	-1,14	-5,364	-5,364
1	1-2	5,95	23,42	32,10	-4,34	-9,331	-9,331	1-2	24,5	17,18	3,66	-7,005	-7,005
	2-3	2,20	32,10	32,10	0,000	-29,181	-29,181	2-3	17,18	17,18	0,000	-15,618	-15,618
	3-4	5,95	32,10	23,42	4,34	-9,331	-9,331	3-4	17,18	24,50	-3,66	-7,005	-7,005
0	1-2	5,95	15,30	21,34	-3,02	-6,157	-6,157	1-2	16,24	11,14	2,55	-4,601	-4,601
	2-3	2,20	21,34	21,34	0,000	-19,400	-19,400	2-3	11,14	11,14	0,000	-10,127	-10,127
	3-4	5,95	21,34	15,30	3,02	-6,157	-6,157	3-4	11,14	16,24	-2,55	-4,601	-4,601

Portique Longitudinal Intermediaire					
niv.	Pot.	T <sub>i,w</sub> (t)	T <sub>i,e</sub> (t)	E.N/pots	N <sub>e</sub> (t)
5	1	—	-1,343	—	-1,343
	2	-1,343	-1,133	—	0,210
	3	-1,133	-1,133	—	0,000
	4	-1,133	-1,133	—	0,000
	5	-1,133	-1,343	—	-0,210
	6	-1,343	—	—	1,343
4	1	—	-3,544	-1,343	-4,887
	2	-3,544	-3,186	0,210	0,568
	3	-3,186	-3,186	0,000	0,000
	4	-3,186	-3,186	0,000	0,000
	5	-3,186	-3,544	-0,210	-0,568
	6	-3,544	—	1,343	4,887
3	1	—	-5,664	-4,887	-10,551
	2	-5,664	-5,20	0,568	1,032
	3	-5,20	-5,20	0,000	0,000
	4	-5,20	-5,20	0,000	0,000
	5	-5,20	-5,664	-0,568	-1,032
	6	-5,664	—	4,887	-10,551
2	1	—	-7,762	-10,551	-10,313
	2	-7,762	-7,133	1,032	1,661
	3	-7,133	-7,133	0,000	0,000
	4	-7,133	-7,133	0,000	0,000
	5	-7,133	-7,762	-1,032	-1,661
	6	-7,762	—	-10,551	10,313
1	1	—	-9,517	-10,313	-19,83
	2	-9,517	-8,124	1,661	3,054
	3	-8,124	-8,124	0,000	0,000
	4	-8,124	-8,124	0,000	0,000
	5	-8,124	-9,517	-1,661	-3,054
	6	-9,517	—	10,313	19,830
0	1	—	-6,622	-19,83	-26,452
	2	-6,622	-5,537	3,054	4,139
	3	-5,537	-5,537	0,000	0,000
	4	-5,537	-5,537	0,000	0,000
	5	-5,537	-6,622	-3,054	-4,139
	6	-6,622	—	19,830	26,452

Portique Longitudinal de Rive					
N.	P.	T <sub>i,w</sub> (t)	T <sub>i,e</sub> (t)	E.N/pots	N <sub>e</sub> (t)
5	1	—	-1,34	—	-1,340
	2	-1,34	-1,004	—	0,336
	3	-1,004	-1,004	—	0,000
	4	-1,004	-1,004	—	0,000
	5	-1,004	-1,34	—	-0,336
	6	-1,340	—	—	1,340
4	1	—	-3,566	-1,340	-4,906
	2	-3,566	-2,937	0,336	0,965
	3	-2,937	-2,937	0,000	0,000
	4	-2,937	-2,937	0,000	0,000
	5	-2,937	-3,566	-0,336	-0,965
	6	-3,566	—	1,340	4,906
3	1	—	-5,495	-4,906	-10,401
	2	-5,495	-4,695	0,965	1,765
	3	-4,695	-4,695	0,000	0,000
	4	-4,695	-4,695	0,000	0,000
	5	-4,695	-5,495	-0,965	-1,765
	6	-5,495	—	4,905	10,401
2	1	—	-8,766	-10,401	-10,167
	2	-8,766	-8,302	1,765	2,229
	3	-8,302	-8,302	0,000	0,000
	4	-8,302	-8,302	0,000	0,000
	5	-8,302	-8,766	-1,765	-2,229
	6	-8,766	—	10,401	10,167
1	1	—	-9,72	-10,167	-19,887
	2	-9,72	-7,688	2,229	4,261
	3	-7,688	-7,688	0,000	0,000
	4	-7,688	-7,688	0,000	0,000
	5	-7,688	-9,72	-2,229	-4,261
	6	-9,72	—	10,167	19,887
0	1	—	-6,40	-19,887	-26,287
	2	-6,40	-4,826	4,261	5,835
	3	-4,826	-4,826	0,000	0,000
	4	-4,826	-4,826	0,000	0,000
	5	-4,826	-6,40	-4,261	-5,835
	6	-6,40	—	19,887	26,287

Portique Transversal Intermediaire.					
niv	Pot	T <sub>i,w</sub>	T <sub>i,e</sub>	E.N/pots	N <sub>e</sub> (t)
5	1	—	-1,458	—	-1,458
	2	-1,458	-4,288	—	-4,288
	3	-4,288	—	—	4,288
4	1	—	-3,838	-1,458	-5,296
	2	-3,838	-11,80	-2,83	-10,792
	3	-11,80	—	4,288	16,088
3	1	—	-5,347	-5,296	-10,643
	2	-5,347	-19,31	-10,792	-24,755
	3	-19,31	—	16,088	35,398
2	1	—	-8,411	-10,643	-19,054
	2	-8,411	-25,32	-24,755	-41,664
	3	-25,32	—	35,398	60,718
1	1	—	-10,60	-19,054	-29,654
	2	-10,60	-31,16	-41,664	-62,224
	3	-31,16	—	60,718	91,878
0	1	—	-6,98	-29,654	-36,634
	2	-6,98	-20,30	-62,224	-75,544
	3	-20,30	—	91,878	112,18

Bloc A

Portique Transversal de Rive.					
niv	Pot.	T <sub>i,w</sub>	T <sub>i,e</sub>	E.N/pots	N <sub>e</sub> (t)
5	1	—	-1,141	—	-1,141
	2	-1,141	-3,686	—	-2,545
	3	-3,686	—	—	3,686
4	1	—	-3,00	-1,141	-4,141
	2	-3,00	-9,786	-2,545	-9,331
	3	-9,786	—	3,686	13,472
3	1	—	-4,887	-4,141	-9,028
	2	-4,887	-16,15	-9,331	-20,594
	3	-16,15	—	13,472	29,622
2	1	—	-6,825	-9,028	-15,853
	2	-6,825	-22,25	-20,594	-36,019
	3	-22,25	—	29,622	51,872
1	1	—	-9,885	-15,853	-25,738
	2	-9,885	-29,27	-36,019	-55,464
	3	-29,27	—	51,872	81,142
0	1	—	-5,284	-25,738	-31,022
	2	-5,284	-15,490	-55,464	-65,610
	3	-15,490	—	81,142	97,632

Efforts Normaux dus au seisme : Bloc A.



# Efforts Normaux dus au seisme : Bloc B.

Portique Longitudinal Inter.

Niv.	Pot.	T <sub>iw</sub>	T <sub>e</sub> (t)	EN/Pots	Nt (t)
4	1	—	-1,773	—	-1,773
	2	-1,773	-1,533	—	0,240
	3	-1,533	-1,533	—	0,000
	4	-1,533	-1,533	—	0,000
	5	-1,533	-1,773	—	-0,240
	6	-1,773	—	—	1,773
3	1	—	-4,195	-1,773	-5,968
	2	-4,195	-3,817	0,240	0,618
	3	-3,817	-3,817	0,000	0,000
	4	-3,817	-3,817	0,000	0,000
	5	-3,817	-4,195	-0,240	-0,618
	6	-4,195	—	1,773	5,968
2	1	—	-7,028	-5,968	-12,996
	2	-7,028	-6,631	0,618	1,015
	3	-6,631	-6,631	0,000	0,000
	4	-6,631	-6,631	0,000	0,000
	5	-6,631	-7,028	-0,618	-1,015
	6	-7,028	—	5,968	12,996
1	1	—	-9,464	-12,996	-22,460
	2	-9,464	-8,350	1,015	2,129
	3	-8,350	-8,350	0,000	0,000
	4	-8,350	-8,350	0,000	0,000
	5	-8,350	-9,464	-1,015	-2,129
	6	-9,464	—	12,996	22,460
0	1	—	-6,668	-22,460	-22,128
	2	-6,668	-5,706	2,129	3,091
	3	-5,706	-5,706	0,000	0,000
	4	-5,706	-5,706	0,000	0,000
	5	-5,706	-6,668	-2,129	-3,091
	6	-6,668	—	22,460	22,128

Portique Longitudinal de Rive

N	P	T <sub>iw</sub> (t)	T <sub>e</sub> (t)	EN/Pots	Nt (t)
4	1	—	-1,493	—	-1,493
	2	-1,493	-1,120	—	0,373
	3	-1,120	-1,120	—	0,000
	4	-1,120	-1,120	—	0,000
	5	-1,120	-1,493	—	-0,373
	6	-1,493	—	—	1,493
3	1	—	-3,986	-1,493	-5,479
	2	-3,986	-3,146	0,373	1,213
	3	-3,146	-3,146	0,000	0,000
	4	-3,146	-3,146	0,000	0,000
	5	-3,146	-3,986	-0,373	-1,213
	6	-3,986	—	1,493	5,479
2	1	—	-6,820	-5,479	-12,299
	2	-6,820	-5,582	1,213	2,451
	3	-5,582	-5,582	0,000	0,000
	4	-5,582	-5,582	0,000	0,000
	5	-5,582	-6,820	-1,213	-2,451
	6	-6,820	—	5,479	12,299
1	1	—	-9,422	-12,299	-21,721
	2	-9,422	-7,217	2,451	4,656
	3	-7,217	-7,217	0,000	0,000
	4	-7,217	-7,217	0,000	0,000
	5	-7,217	-9,422	-2,451	-4,656
	6	-9,422	—	12,299	21,721
0	1	—	-6,651	-21,721	-28,372
	2	-6,651	-4,866	4,656	6,441
	3	-4,866	-4,866	0,000	0,000
	4	-4,866	-4,866	0,000	0,000
	5	-4,866	-6,651	-4,656	-6,441
	6	-6,651	—	21,721	28,372

Niv	Pot	T <sub>ie</sub>	T <sub>w</sub>	EN/Pots	Nt (t)
4	1	—	-1,443	—	-1,443
	2	-1,443	-4,463	—	-3,020
	3	-4,463	-1,443	—	3,020
	4	-1,443	—	—	1,443
3	1	—	-3,887	-1,443	-5,330
	2	-3,887	-12,272	-3,020	-11,405
	3	-12,272	-3,887	3,020	11,405
	4	-3,887	—	1,443	5,330
2	1	—	-6,744	-5,330	-12,074
	2	-6,744	-21,636	-11,405	-26,297
	3	-21,636	-6,744	11,405	26,297
	4	-6,744	—	5,330	12,074
1	1	—	-9,331	-12,074	-21,405
	2	-9,331	-29,181	-26,297	-46,147
	3	-29,181	-9,331	26,297	46,147
	4	-9,331	—	12,074	21,405
0	1	—	-6,157	-21,405	-27,562
	2	-6,157	-19,40	-46,147	-59,39
	3	-19,40	-6,157	46,147	59,39
	4	-6,157	—	21,405	27,562

## Portique Transversal de Rive

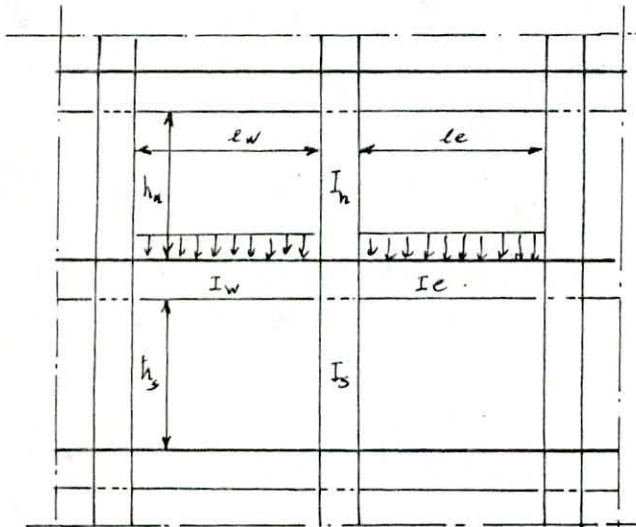
4	1	—	-1,121	—	-1,121
	2	-1,121	-2,481	—	-1,36
	3	-2,481	-1,121	—	1,36
	4	-1,121	—	—	1,121
3	1	—	-3,284	-1,121	-4,405
	2	-3,284	-8,327	-1,36	-6,403
	3	-8,327	-3,284	1,36	6,403
	4	-3,284	—	1,121	4,405
2	1	—	-5,364	-4,405	-9,769
	2	-5,364	-13,47	-6,403	-14,509
	3	-13,47	-5,364	6,403	14,509
	4	-5,364	—	4,405	9,769
1	1	—	-7,005	-9,769	-16,774
	2	-7,005	-15,618	-14,509	-23,122
	3	-15,618	-7,005	14,509	23,122
	4	-7,005	—	9,769	16,774
0	1	—	-4,601	-16,774	-21,375
	2	-4,601	-10,127	-23,122	-28,588
	3	-10,127	-4,601	23,122	28,588
	4	-4,601	—	16,774	21,375

Charges Verticales

## CHARGES VERTICALES

le Calcul des efforts sous les charges verticales se fait par la méthode de Caquot exposé à l'annexe F<sub>2</sub> des Règles B.A.E.L.

Exposé résumé de la méthode de Caquot:



1. Tronçons fictifs:  $h'_n = \begin{cases} 0,9h_n & \text{- dernier étage.} \\ 0,8h_n & \text{- autres étages sauf poteaux articulés à leurs bases (h'_s = h_s)} \end{cases}$

•  $h'_s = 0,80 h_s$

•  $k_n = \frac{I_n}{h'_n} \quad ; \quad k_s = \frac{I_s}{h'_s}$

2. Travées fictives: • travées intermédiaires  $\begin{cases} e'_e = 0,8e_e \\ e'_w = 0,8e_w \end{cases}$

•  $k_w = \frac{I_w}{e'_w} \quad ; \quad k_e = \frac{I_e}{e'_e}$

• Travées de Rive:  $e'_w = 0,8 e_w$  pour le noeud droit  
 $e'_e = 0,8 e_e$  pour le noeud gauche.

• Noeud voisin du noeud de rive: ( $e'_w = \alpha \cdot e_w$ ).

avec  $\begin{cases} 0,80 & \text{pour } k_s + k_n \geq 1,50 k_e \text{ (noeud de rive de gauche).} \\ \lambda = \left(1 - \frac{k_n + k_s}{1,50 k_e}\right) & \text{pour } k_n + k_s < 1,50 k_e \text{ (noeud rive de gauche).} \end{cases}$

$D = k_n + k_s + k_e + k_w$ . et les moments fictifs:  $M'_w = q_w \cdot \frac{e_w^2}{8,5}$  et  $M'_e = q_e \cdot \frac{e_e^2}{8,50}$ .

Alors les moments aux nœuds appuis sont donnés par les formules suivantes (en v.A).

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

$M_s = \frac{k_s}{D} (M'_e - M'_w)$  ;  $M_n = \frac{k_n}{D} (M'_e - M'_w)$ . (dans le cas général)

• Les moments en travée sont déterminés de la façon suivante.



$M_e = M_0 - \frac{M_{ei-1} + M_{wi}}{2}$  ;  $M_0$  - moment isostatique.

• moment dans les poteaux on admet que les moments nuls dans les poteaux se trouvent à  $h_n$  au dessus du plancher et à  $h'_s$  au dessous du nus inférieur des poutres.

- on ne tient pas compte des efforts tranchants dans les poteaux (simplification)
- de même pour les efforts normaux dans les poutres.

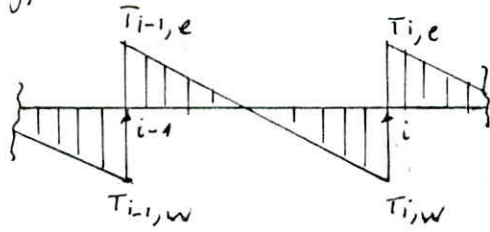
• Efforts tranchants dans les poutres:

$T_{i-1,e} = q \frac{l}{2} + \frac{M_{i-1,e} - M_{i,w}}{l}$  ;  $T_{i,w} = -q \frac{l}{2} + \frac{M_{i-1,e} - M_{i,w}}{l}$ .

$M_e, M_w$  en valeurs Absolues.

• Efforts Normaux apportés par les poutres aux poteaux.

Ces efforts sont déterminés à partir des efforts tranchants obtenus dans les poutres



$$N_{i-1} = T_{i-1,e} - T_{i-1,w}$$

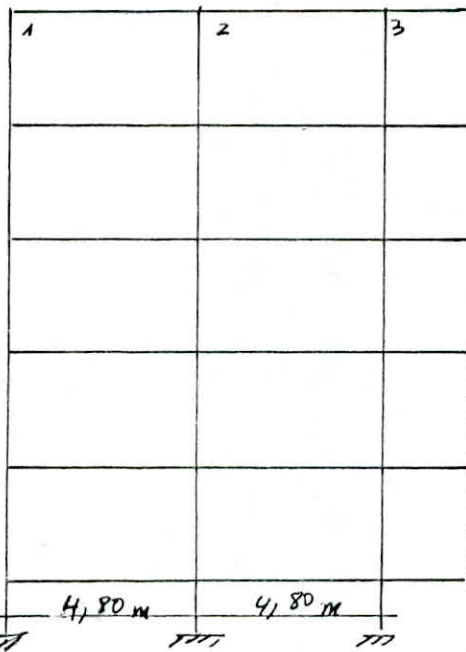
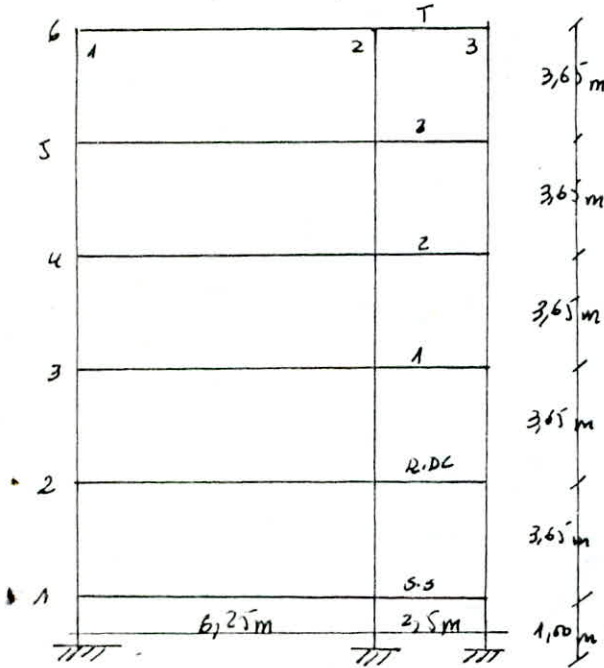
$$N_i = T_{i,e} - T_{i,w}$$

les  $N_i$  sont donnés en valeurs Algébriques.

Nous étudierons 4 types de Portiques pour le Bloc A et 4 Portiques pour le Bloc B.

BLOC A: Portique Transversal

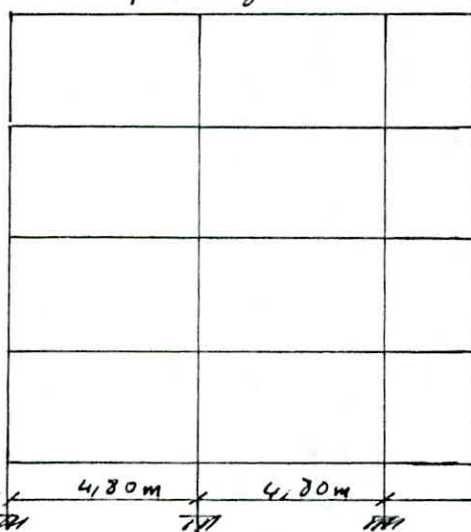
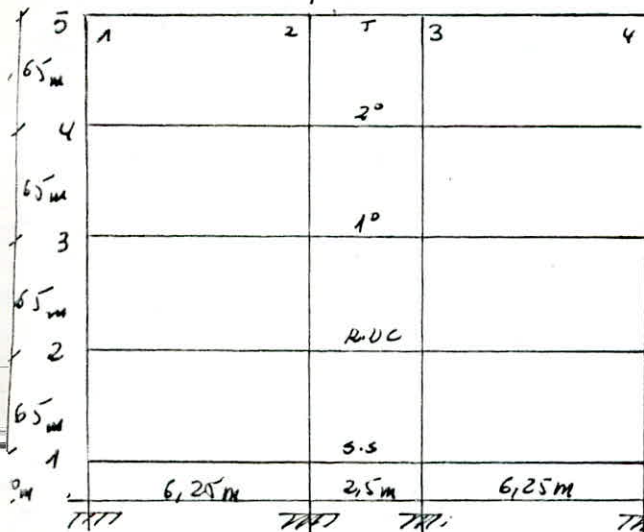
Portique Longitudinal



On étudiera le portique transversal intermédiaire puis le portique Transv. de Rive du Bloc A qui sont porteurs des planchers. Ensuite les portiques longitudinaux qui sont porteurs des murs extérieurs et mur du couloir seulement.

BLOC B: Portique Transversal

Portique Longitudinal



de même Pour le Bloc B

les résultats sont présentés dans les tableaux qui suivent.

Caractéristiques géométriques du Portique  
transversal Intermédiaire.

Niv	5				4				3 et 2				1			
Noeud	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
$l_w$	/	5,95	2,2	5,95	/	5,95	2,2	5,95	/	5,95	2,2	5,95	/	5,95	2,2	5,95
$l_e$	5,95	2,2	5,95	/	5,95	2,2	5,95	/	5,95	2,2	5,95	/	5,95	2,2	5,95	/
$h_w$	/	/	/	/	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
$h_s$	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,0	1,0	1,0	1,0
$I_w = I_e$	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	31,25	72	72	72	72
$I_u = I_s$	6,75	16	16	6,75	6,75	16	16	6,75	6,75	16	16	6,75	6,75	16	16	6,75
$l'_w$	/	5,33	1,76	5,33	/	5,33	1,76	5,33	/	5,33	1,76	5,33	/	5,33	1,76	5,33
$l'_e$	5,33	1,76	5,33	/	5,33	1,76	5,33	/	5,33	1,76	5,33	/	5,33	1,76	5,33	/
$h'_w$	/	/	/	/	3,06	3,06	3,06	3,06	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
$h'_s$	3,06	3,06	3,06	3,06	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	0,8	0,8	0,8	0,8
$K_{ew}$	/	0,586	1,78	0,586	/	0,58	1,78	0,58	/	0,58	1,78	0,58	/	1,349	4,09	1,34
$K_e$	0,586	1,78	0,586	/	0,58	1,78	0,58	/	0,58	1,78	0,58	/	1,34	4,09	1,34	/
$K_w$	/	/	/	/	0,22	0,58	0,52	0,22	0,25	0,58	0,58	0,25	0,25	0,58	0,58	0,25
$K_s$	0,22	0,52	0,52	0,22	0,25	0,58	0,58	0,25	0,25	0,58	0,58	0,25	0,84	2,0	2,0	0,84
D	0,81	2,88	2,88	0,81	1,05	3,47	3,47	1,05	1,08	3,54	3,54	1,08	2,44	8,03	8,03	2,44

Portique transversal : Moments Sms G

Niv	Noeud	$q_w(t/w')$	$q_e(t/w')$	$M'_w$	$M'_e$	$M_w$	$M_e$	$M_s$	$M_n$
5	1	—	3,075	—	10,3	—	2,817	2,817	—
	2	3,075	3,075	10,3	1,12	8,433	6,770	-1,66	—
	3	3,075	3,075	1,12	10,3	6,770	8,433	1,66	—
	4	3,075	—	10,3	—	2,817	—	-2,817	—
4	1	—	2,985	—	9,995	—	4,443	2,352	2,090
	2	2,885	2,985	9,995	1,087	8,493	5,642	-1,510	-1,341
	3	2,885	2,985	1,087	9,995	5,642	8,493	1,510	1,341
	4	2,985	—	9,995	—	4,443	—	-2,352	-2,090
3	1	—	2,985	—	9,995	—	4,584	2,292	2,292
	2	2,985	2,985	9,995	1,087	8,520	5,558	-1,481	-1,481
	3	2,985	2,985	1,087	9,995	5,558	8,520	1,481	1,481
	4	2,985	—	9,995	—	4,584	—	-2,292	-2,292
2	1	—	2,985	—	9,995	—	4,584	2,292	2,292
	2	2,985	2,985	9,995	1,087	8,520	5,558	-1,481	-1,481
	3	2,985	2,985	1,087	9,995	5,558	8,520	1,481	1,481
	4	2,985	—	9,995	—	4,584	—	-2,292	-2,292
1	1	—	0,6	—	2,009	—	0,890	0,690	0,200
	2	0,6	0,6	2,009	0,210	1,708	1,131	-0,440	-0,130
	3	0,6	0,6	0,210	2,009	1,131	1,708	0,440	0,130
	4	0,6	—	2,009	—	0,890	—	-0,690	-0,200

Portique Transversal Intermediaire

Sous G

Moments en travées et

Efforts tranchants.

Niv.	trav.	$q(t/m')$	$M_0^{(t.m)}$	$M_{i-1,e}$	$M_{i,v}$	$M_e^{(t.m)}$
5	1-2	3,075	13,61	2,817	8,433	7,983
	2-3	3,075	1,860	6,770	6,770	-4,910
	3-4	3,075	13,61	8,433	2,817	7,983
4	1-2	2,985	13,21	4,443	8,493	6,742
	2-3	2,985	1,81	5,642	5,642	-3,836
	3-4	2,985	13,21	8,493	4,443	6,742
3	1-2	2,985	13,21	4,584	8,520	6,658
	2-3	2,985	1,81	5,558	5,558	-3,752
	3-4	2,985	13,21	8,520	4,584	6,658
2	1-2	2,985	13,21	4,584	8,520	6,658
	2-3	2,985	1,81	5,558	5,558	-3,75
	3-4	2,985	13,21	8,520	4,584	6,658
1	1-2	0,600	2,655	0,890	1,708	1,356
	2-3	0,600	0,363	1,131	1,131	-0,768
	3-4	0,600	2,655	1,708	0,890	1,356

$M_w$	$M_e$	$T_{(x=0)}^{(t)}$	$T_{(x=l)}^{(t)}$
8,433	2,817	8,204	-10,092
6,770	6,770	3,383	-3,383
2,817	8,433	10,092	-8,204
8,493	4,443	8,200	-9,561
5,642	5,642	3,284	-3,284
4,443	8,493	9,561	-8,200
8,520	4,584	8,219	-9,542
5,558	5,558	3,284	-3,284
4,584	8,520	9,542	-8,219
8,520	4,584	8,219	-9,542
5,558	5,580	3,284	-3,284
4,584	8,520	9,542	-8,219
1,708	0,890	1,648	-1,922
1,131	1,131	0,66	-0,66
0,890	1,768	1,922	-1,648

-38-

PORTIQUE transversal ; Moments sous  $Q_{B_1}$  (Intermédiaire)

Niv	Noeud	$q_w$ (t/m')	$q_e$ (t/m')	$M'_w$	$M'_e$	$M_w$	$M_e$	$M_s$	$M_n$
5	1	—	0,45	—	1,507	—	0,410	0,410	—
	2	0,45	0,45	1,507	0,164	1,234	0,991	-0,240	—
	3	0,45	0,45	0,164	1,507	0,991	1,234	0,240	—
	4	0,45	—	1,507	—	0,410	—	-0,410	—
4	1	—	1,35	—	4,520	—	2,010	1,064	0,945
	2	1,35	1,35	4,520	0,492	3,841	2,552	-0,683	-0,606
	3	1,35	1,35	0,492	4,520	2,552	3,841	0,683	0,606
	4	1,35	—	4,520	—	2,010	—	-1,064	-0,945
3	1	—	1,35	—	4,520	—	2,073	1,037	1,037
	2	1,35	1,35	4,520	0,492	3,850	2,514	-0,670	-0,670
	3	1,35	1,35	0,492	4,520	2,514	3,850	0,670	0,670
	4	1,35	—	4,520	—	2,073	—	-1,037	-1,037
2	1	—	1,35	—	4,520	—	2,073	1,037	1,037
	2	1,35	1,35	4,520	0,492	3,850	2,514	-0,67	-0,67
	3	1,35	1,35	0,492	4,520	2,514	3,850	0,67	0,67
	4	1,35	—	4,520	—	2,073	—	-1,037	-1,037

Sous  $Q_{B_1}$  Moment en Traveées  $M_e$  et Efforts tranchants  $T$

Niv.	trav.	$q$ (t/m')	$M_0$ (t.m)	$M_{1,e}$	$M_{i,w}$	$M_e$ (t.m)	$T_{(x=0)}^{(+)}$	$T_{(x=l)}^{(+)}$
5	1-2	0,45	1,991	0,411	1,234	1,169	1,200	-1,477
	2-3	0,45	0,272	0,991	0,991	-0,719	0,495	-0,495
	3-4	0,45	1,991	1,234	0,411	1,169	1,477	-1,200
4	1-2	1,35	5,974	2,010	3,841	3,049	3,709	-4,324
	2-3	1,35	0,819	2,552	2,552	-1,735	1,485	-1,485
	3-4	1,35	5,974	3,841	2,010	3,049	4,324	-3,709
3	1-2	1,35	5,974	2,073	3,850	3,011	3,717	-4,315
	2-3	1,35	0,819	2,514	2,514	-1,697	1,485	-1,485
	3-4	1,35	5,974	3,850	2,073	3,011	4,315	-3,717
2	1-2	1,35	5,974	2,073	3,850	3,011	3,717	-4,315
	2-3	1,35	0,819	2,514	2,514	-1,697	1,485	-1,485
	3-4	1,35	5,974	3,850	2,073	3,011	4,315	-3,717



Portique Transversal Intermediaire : moments sous  $Q_{B2}$

Niv	Noeud	$q_w^{t/m'}$	$q_e^{t/m'}$	$M'_{w}$	$M'_{e}$	$M_w$	$M_e$	$M_c$	$M_u$
5	1	—	0,45	—	1,507	—	0,410	0,410	—
	2	0,45	—	1,507	—	1,200	0,920	-0,270	—
	3	—	0,45	—	1,507	0,920	1,200	0,270	—
	4	0,45	—	1,507	—	0,410	—	-0,410	—
4	1	—	1,35	—	4,520	—	2,009	1,064	0,940
	2	1,35	—	4,520	—	3,758	2,311	-0,760	-0,680
	3	—	1,35	—	4,520	2,311	3,758	0,760	0,680
	4	1,35	—	4,520	—	2,009	—	-1,064	-0,94
3	1	—	1,35	—	4,520	—	2,073	1,037	1,037
	2	1,35	—	4,520	—	3,772	2,269	-0,750	-0,750
	3	—	1,35	—	4,520	2,269	3,772	0,750	0,750
	4	1,35	—	4,520	—	2,073	—	-1,037	-1,037
2	1	—	1,35	—	4,520	—	2,073	1,037	1,037
	2	1,35	—	4,520	—	3,772	2,269	-0,750	-0,750
	3	—	1,35	—	4,520	2,269	3,772	0,750	0,750
	4	1,35	—	4,52	—	2,073	—	-1,037	-1,037

sous  $Q_{B2}$  moment en travées  $M_t$  et Efforts Tranchants  $T$

Niv	trav	$q^{t/m'}$	$M_{o, w}^{t, w}$	$M_{i, e}$	$M_{i, w}$	$M_t$	$T_{x=0}^t$	$T_{x=l}^t$
5	1-2	0,45	1,991	0,410	1,200	1,186	1,206	-1,472
	2-3	—	—	0,920	0,920	-0,920	—	—
	3-4	0,45	1,991	1,200	0,410	1,186	1,472	-1,206
4	1-2	1,35	5,974	2,009	3,758	3,091	3,722	-4,310
	2-3	—	—	2,311	2,311	-2,311	—	—
	3-4	1,35	5,974	3,758	2,009	3,091	4,310	-3,722
3	1-2	1,35	5,974	2,073	3,772	3,052	3,731	-4,302
	2-3	—	—	2,269	2,269	-2,269	—	—
	3-4	1,35	5,974	3,772	2,073	3,052	4,302	-3,731
2	1-2	1,35	5,974	2,073	3,772	3,052	3,731	-4,302
	2-3	—	—	2,269	2,269	-2,269	—	—
	3-4	1,35	5,974	3,772	2,073	3,052	4,302	3,731

Portique transversal Intermediaire

Efforts Normaux dans les poteaux apportés  
par les poutres

Sous G

Niv.	Pot.	$T_{i,w}$ (t)	$T_{i,e}$ (t)	E.N par Pot sup	$N_i$ (t)	P.P. du Pot (t)	$N_t$ (t)
4-5	1	—	8,204	—	8,204	0,765	8,969
	2	-10,09	3,383	—	13,473	1,02	14,493
	3	-3,383	10,092	—	13,475	1,02	14,495
	4	-8,204	—	—	8,204	0,765	8,969
3-4	1	—	8,200	8,204	16,404	1,53	17,934
	2	-9,561	3,284	13,475	26,320	2,04	28,360
	3	-3,284	9,561	13,475	26,320	2,04	28,360
	4	-8,200	—	8,204	16,404	1,53	17,934
2-3	1	—	8,219	16,404	24,623	2,295	26,918
	2	-9,542	3,284	26,320	39,146	3,06	42,206
	3	-3,284	9,542	26,320	39,146	3,06	42,206
	4	-8,219	—	16,404	24,623	2,295	26,918
1-2	1	—	8,219	24,623	32,842	3,06	35,902
	2	-9,542	3,284	39,146	51,972	4,08	56,052
	3	-3,284	9,542	39,146	51,972	4,08	56,052
	4	-8,219	—	24,623	32,842	3,06	35,902
0-1	1	—	1,648	32,842	34,490	3,285	37,775
	2	-1,922	0,66	51,972	54,554	4,38	58,934
	3	-0,66	1,922	51,972	54,554	4,38	58,934
	4	-1,648	—	32,842	34,490	3,285	37,775

Politique Transversal Intermediaire.

Efforts Normaux dans 8 poteaux appales par 8 autres

Sous  $Q_{B1}$

Sous  $Q_{B2}$

Niv.	Pot	$T_{i,w}(t)$	$T_{i,e}(t)$	E.N par Pot. sup	$N_i(t)$	$N_e(t)$
	1	—	1,200	—	1,200	
	2	-1,477	0,495	—	1,972	1,972
	3	-0,495	1,477	—	1,972	1,972
	4	-1,200	—	—	1,200	
	1	—	3,709	1,200	4,909	
	2	-4,324	1,485	1,972	7,781	7,781
	3	-1,485	4,324	1,972	7,781	7,781
	4	-3,709	—	1,200	4,909	
	1	—	3,717	4,909	8,626	
	2	-4,315	1,485	7,781	13,581	13,581
	3	-1,485	4,315	7,781	13,581	13,581
	4	-3,717	—	4,909	8,626	
	1	—	3,717	8,626	12,343	
	2	-4,315	1,485	13,581	19,381	19,381
	3	-1,485	4,315	13,581	19,381	19,381
	4	-3,717	—	8,626	12,343	

$T_{i,w}(t)$	$T_{i,e}(t)$	E.N par Pot sup	$N_i(t)$	$N_e(t)$
—	1,206	—	1,206	1,206
-1,472	—	—	1,472	
—	1,472	—	1,472	
-1,206	—	—	1,206	1,206
—	3,722	1,206	4,928	4,928
-4,310	—	1,472	5,782	
—	4,310	1,472	5,782	
-3,722	—	1,206	4,928	4,928
—	3,731	4,928	8,659	8,659
-4,302	—	5,782	10,084	
—	4,302	5,782	10,084	
-3,731	—	4,928	8,659	8,659
—	3,731	8,659	12,390	12,390
-4,302	—	10,084	14,384	
—	4,302	10,084	14,384	
-3,731	—	8,659	12,390	12,390

Caractéristiques géométriques de pontique longitudinal intermédiaire

niv.	5						4						3 et 2						1					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
l <sub>w</sub>	/	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	/	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	/	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	/	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
l <sub>e</sub>	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	/	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	/	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	/	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	/
h <sub>w</sub>	/	/	/	/	/	/	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
h <sub>s</sub>	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
I <sub>w</sub> =I <sub>e</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	72	72	72	72	72	72
I <sub>x</sub> =I <sub>s</sub>	6,75	9,0	9,0	9,0	9,0	6,75	6,75	9,0	9,0	9,0	9,0	6,75	6,75	9,0	9,0	9,0	9,0	6,75	6,75	9,0	9,0	9,0	9,0	6,75
l' <sub>w</sub>	/	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05	/	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05	/	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05	/	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05
l' <sub>e</sub>	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05	/	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05	/	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05	/	4,05	3,6	3,6	3,6	4,05	/
h' <sub>w</sub>	/	/	/	/	/	/	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
h' <sub>s</sub>	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
K <sub>w</sub>	/	0,39	0,44	0,44	0,44	0,39	/	0,39	0,44	0,44	0,44	0,39	/	0,39	0,44	0,44	0,44	0,39	/	1,78	2,00	2,00	2,00	1,78
K <sub>e</sub>	0,39	0,44	0,44	0,44	0,39	/	0,39	0,44	0,44	0,44	0,39	/	0,39	0,44	0,44	0,44	0,39	/	1,78	2,00	2,00	2,00	1,78	/
K <sub>w</sub>	/	/	/	/	/	/	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,22	0,25	0,33	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	0,33	0,33	0,33	0,33	0,25
K <sub>s</sub>	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,22	0,25	0,33	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	0,33	0,33	0,33	0,33	0,25	0,84	1,13	1,13	1,13	1,13	0,84
D	0,61	1,13	1,18	1,18	1,13	0,61	0,86	1,46	1,51	1,51	1,46	0,86	0,89	1,15	1,55	1,55	1,15	0,89	2,87	5,23	5,46	5,46	5,23	2,87

- 43 -

Moments sous G P. Longitudinal Intermediaire.

Niv.	Naud	$q_w(t/w')$	$q_e(t/w')$	$M'_w$	$M'_e$	$M_w$	$M_e$	$M_s$	$M_n$
5	1	—	0,40	—	0,77	—	0,27	0,27	—
	2	0,40	0,40	0,77	0,60	0,71	0,67	-0,042	—
	3	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,000	—
	4	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,000	—
	5	0,40	0,40	0,60	0,77	0,67	0,71	0,042	—
	6	0,40	—	0,77	—	0,27	—	-0,27	—
4	1	—	1,10	—	2,12	—	1,152	0,60	0,54
	2	1,10	1,10	2,12	1,68	2,002	1,812	-0,10	-0,089
	3	1,10	1,10	1,68	1,68	1,680	1,680	0,00	0,00
	4	1,10	1,10	1,68	1,68	1,680	1,680	0,00	0,00
	5	1,10	1,10	1,68	2,12	1,812	2,002	+0,10	+0,089
	6	1,10	—	2,12	—	1,152	—	-0,60	-0,54
3	1	—	1,10	—	2,12	—	1,182	0,59	0,59
	2	1,10	1,10	2,12	1,68	2,005	1,809	-0,098	-0,098
	3	1,10	1,10	1,68	1,68	1,680	1,680	0,000	0,000
	4	1,10	1,10	1,68	1,68	1,680	1,680	0,000	0,000
	5	1,10	1,10	1,68	2,12	1,809	2,005	0,098	0,098
	6	1,10	—	2,12	—	1,182	—	-0,59	-0,59
2	1	—	1,10	—	2,12	—	1,182	0,59	0,59
	2	1,10	1,10	2,12	1,68	2,005	1,809	-0,098	-0,098
	3	1,10	1,10	1,68	1,68	1,680	1,680	0,000	0,000
	4	1,10	1,10	1,68	1,68	1,680	1,680	0,000	0,000
	5	1,10	1,10	1,68	2,12	1,809	2,005	0,098	0,098
	6	1,10	—	2,12	—	1,182	—	-0,59	-0,59
1	1	—	0,60	—	1,158	—	0,440	0,340	0,100
	2	0,60	0,60	0,158	0,910	1,075	1,008	-0,052	-0,015
	3	0,60	0,60	0,910	0,910	0,910	0,910	0,000	0,000
	4	0,60	0,60	0,910	0,910	0,910	0,910	0,000	0,000
	5	0,60	0,60	0,910	0,158	1,008	1,075	0,052	0,015
	6	0,60	—	0,158	—	0,440	—	-0,340	-0,100

Portique Longitudinal Intermediaire.

Sous G

Moments en travée

et

Efforts Tranchants

Niv.	trav.	$q(t/w')$	$M_0^{(t/w')}$	$M_{i-1,e}$	$M_{i,w}$	$M_E^{(t/m)}$	$q(t/w')$	$M_W$	$M_e$	$T_{(x=0)}^{(t)}$	$T_{(x=l)}^{(t)}$
5	1-2	0,40	1,012	0,27	0,71	0,523	0,40	0,71	0,27	0,80	-0,99
	2-3	0,40	1,012	0,67	0,60	0,378	0,40	0,60	0,67	0,91	-0,88
	3-4	0,40	1,012	0,60	0,60	0,413	0,40	0,60	0,60	0,90	-0,90
	4-5	0,40	1,012	0,60	0,67	0,378	0,40	0,67	0,60	0,88	-0,91
	5-6	0,40	1,012	0,71	0,27	0,523	0,40	0,27	0,71	0,99	-0,80
4	1-2	1,10	2,784	1,152	2,002	1,207	1,10	2,002	1,152	2,29	-2,66
	2-3	1,10	2,784	1,812	1,680	1,038	1,10	1,680	1,812	2,51	-2,45
	3-4	1,10	2,784	1,680	1,680	1,104	1,10	1,680	1,680	2,48	-2,48
	4-5	1,10	2,784	1,680	1,812	1,038	1,10	1,812	1,680	2,45	-2,51
	5-6	1,10	2,784	2,002	1,152	1,207	1,10	1,152	2,005	2,66	-2,29
3	1-2	1,10	2,784	1,182	2,005	1,191	1,10	2,005	1,182	2,29	-2,66
	2-3	1,10	2,784	1,809	1,680	1,040	1,10	1,680	1,809	2,50	-2,45
	3-4	1,10	2,784	1,680	1,680	1,104	1,10	1,680	1,680	2,48	-2,48
	4-5	1,10	2,784	1,680	1,809	1,040	1,10	1,809	1,680	2,45	-2,50
	5-6	1,10	2,784	2,005	1,182	1,191	1,10	1,182	2,005	2,66	-2,29
2	1-2	1,10	2,784	1,182	2,005	1,191	1,10	2,005	1,182	2,29	-2,66
	2-3	1,10	2,784	1,809	1,680	1,040	1,10	1,680	1,809	2,50	-2,45
	3-4	1,10	2,784	1,680	1,680	1,104	1,10	1,680	1,680	2,48	-2,48
	4-5	1,10	2,784	1,680	1,809	1,040	1,10	1,809	1,680	2,45	-2,50
	5-6	1,10	2,784	2,005	1,182	1,191	1,10	1,182	2,005	2,66	-2,29
1	1-2	0,60	1,519	0,440	1,075	0,761	0,60	1,075	0,440	1,21	-1,49
	2-3	0,60	1,519	1,008	0,910	0,560	0,60	0,910	1,008	1,37	-1,33
	3-4	0,60	1,519	0,910	0,910	0,609	0,60	0,910	0,910	1,35	-1,35
	4-5	0,60	1,519	0,910	1,008	0,560	0,60	1,008	0,910	1,33	-1,37
	5-6	0,60	1,519	1,075	0,440	0,761	0,60	0,440	1,075	1,49	-1,21

-45-

Portique Longitudinal de rive : Bloc B

Efforts Normaux dans les poteaux sous G

Niv.	Pot	$T_{i,w}$	$T_{i,e}$	E.N. par Pot. Sup	$N_i$	P.P. pot	$N_t(t)$
4-5	1	—	0,80	—	0,800	0,765	1,565
	2	-0,99	0,91	—	1,90	0,765	2,665
	3	-0,88	0,90	—	1,78	0,765	2,545
	4	-0,90	0,88	—	1,78	0,765	2,545
	5	-0,91	0,99	—	1,90	0,765	2,665
	6	-0,80	—	—	0,80	0,765	1,565
3-4	1	—	2,29	0,80	3,09	1,53	4,620
	2	-2,66	2,51	1,90	7,07	1,53	8,600
	3	-2,44	2,48	1,78	6,70	1,53	8,230
	4	-2,48	2,44	1,78	6,70	1,53	8,230
	5	-2,51	2,66	1,90	7,07	1,53	8,600
	6	-2,29	—	0,80	3,09	1,53	4,620
2-3	1	—	2,30	3,09	5,39	2,293	7,683
	2	-2,66	2,51	7,07	12,24	2,293	14,533
	3	-2,44	2,48	6,70	11,62	2,293	13,913
	4	-2,48	2,44	6,70	11,62	2,293	13,913
	5	-2,51	2,66	7,07	12,24	2,293	14,533
	6	-2,30	—	3,09	5,39	2,293	7,683
1-2	1	—	2,30	5,39	7,69	3,06	10,750
	2	-2,66	2,51	12,24	17,41	3,06	20,470
	3	-2,44	2,48	11,62	16,54	3,06	19,60
	4	-2,48	2,44	11,62	16,54	3,06	19,60
	5	-2,51	2,66	12,24	17,41	3,06	20,47
	6	-2,30	—	5,39	7,69	3,06	10,75
0-1	1	—	1,21	7,69	8,90	3,285	12,185
	2	-1,49	1,37	17,41	20,27	3,285	23,555
	3	-1,33	1,35	16,54	19,22	3,285	22,505
	4	-1,35	1,33	16,54	19,22	3,285	22,505
	5	-1,37	1,49	17,41	20,27	3,285	23,555
	6	-1,21	—	7,69	8,90	3,285	12,185

Combinaisons



## Les Sollicitations de Calcul.

Les sollicitations de calcul sont évaluées conformément aux articles du chapitre A3 et B3 du B.A.E.L 80.

les conditions à considérer sont:

- 1- Pour les sollicitations de calcul vis à vis des états limites ultimes de résistance et de stabilité de forme:  $1,35G + 1,5Q_B$ .
- 2- Pour les sollicitations de calcul vis à vis des états limites ultimes lors des situations accidentelles (R.P.A. 81).

Poutre :  $G + Q_B + \overrightarrow{F_A}$   
 $0,8G + \overrightarrow{F_A}$

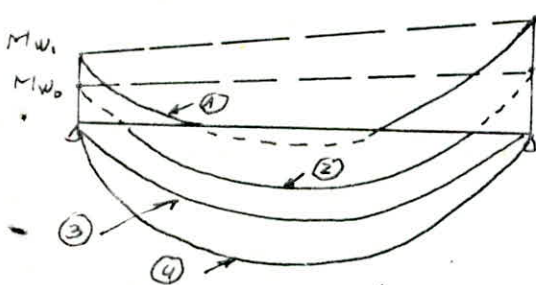
Poteaux :  $G + Q_B + 1,2\overrightarrow{F_A}$  ;  $0,8G + \overrightarrow{F_A}$

- 3- sollicitations de calcul vis à vis des états limite de service :  $G + Q_B$ .

COURBE ENVELOPPE: (Art B6-2,3 du B.A.E.L).

les courbes enveloppes de sollicitations de calcul s'obtiennent, dans le cas général en envisageant les divers cas pour les diverses combinaisons d'actions.

- Dans le cas d'éléments de Plancher, les combinaisons à considérer sont  $1,35G + 1,5Q_B$  (travée chargée) et  $1,35G$  (travée déchargée). Pour déterminer les moments, on trace la courbe des moments de la travée indépendante complète de portée  $l$  avec  $1,35G$ ; puis avec  $1,35G + 1,5Q_B$ , on prend comme ligne de fermeture, pour les moments positifs, celle qui joint les moments d'appuis minimum en valeurs absolues; et pour les moments négatifs, celle qui joint les moments d'appui maximums en valeurs absolues.



$M_{e1} (1,35G + 1,5Q_B)$   
 $M_{e2} (1,35G)$

- ①  $M_{ap} (1,35G + 1,5Q_B) + M_0 (1,35G)$
- ②  $M_{ap} (1,35G) + M_0 (1,35G + 1,5Q_B)$
- ③  $M_0 (1,35G)$
- ④  $M_0 (1,35G + 1,5Q_B)$

moment en travée sont donnés par

- dans  $1,35G + 1,5Q_B \rightarrow M_t = M_0 (1,35G + 1,5Q_B) - \frac{M_w (1,35G) + M_e (1,35G)}{2}$
- dans  $G + Q_B + \overrightarrow{F_A} \rightarrow M_t = M_0 (G + Q_B) - \frac{M_w (G) + M_e (G)}{2} + M_t (\overrightarrow{F_A})$
- $0,8G + \overrightarrow{F_A} \rightarrow M_t = M_0 (0,8G) - \frac{M_w (0,8G) + M_e (0,8G)}{2} + M_t (\overrightarrow{F_A})$
- $G + Q_B \rightarrow M_t = M_0 (G + Q_B) - \frac{M_w (G) + M_e (G)}{2}$

Effort tranchant sont donnés par:

- dans  $1,35G + 1,5Q_B \rightarrow T = 1,35T(G) + 1,5T(Q_B)$
- dans  $G + Q_B + \overrightarrow{F_A} \rightarrow T = 0,8T(G) + T(F_A)$
- dans  $0,8G + \overrightarrow{F_A} \rightarrow T = 0,8T(G) + T(F_A)$
- dans  $G + Q_B \rightarrow T = T(G) + T(Q_B)$

- Pour les poteaux: (M).
- $1,35G + 1,5Q_B$
  - $G + Q_B + 1,2\overrightarrow{F_A}$
  - $0,8G + Q_B$
  - $G + Q_B$

Moment sur appui sont donnés par:

- dans  $1,35G + 1,5Q_B \rightarrow M_a = 1,35M_a(G) + 1,5M_a(Q_B)$
- dans  $G + Q_B + \overrightarrow{F_A} \rightarrow M_a = M_a(G) + M_a(Q_B) + M_a(F_A)$
- dans  $0,8G + Q_B \rightarrow M_a = 0,8M_a(G) + M_a(Q_B)$
- dans  $G + Q_B \rightarrow M_a = M_a(G) + M_a(Q_B)$

de même pour les efforts normaux dans les poteaux.

BLOC A: Portique Transversal Intermediaire;

- Moments sur appuis dans les poutres (combinaisons).

Sms	1,35G+1,5Q <sub>D</sub>		G+Q <sub>B</sub> +F <sub>A</sub>		G+Q <sub>B</sub> +F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		G+Q <sub>B</sub>		
	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	
5	1-2	3,980	13,225	6,582	4,665	-0,778	4,165	5,668	1,746	-1,691	11,736	2,902	9,66
	2-3	10,489	0,267	12,666	-4,235	2,656	4,625	10,351	-4,294	0,341	4,566	7,661	0,195
4	1-2	9,099	17,281	16,145	-0,837	-3,115	25,585	13,218	-6,394	-6,041	20,026	6,515	12,373
	2-3	11,296	0,625	21,298	-12,30	-5,122	-13,20	17,665	-12,502	-8,754	12,998	8,088	0,450
3	1-2	9,390	17,344	16,823	-9,302	-3,377	34,138	13,803	-14,879	-6,396	28,560	6,723	12,418
	2-3	11,130	0,649	29,689	-20,305	-13,751	21,235	26,109	-20,514	-17,33	21,029	7,969	0,465
2	1-2	9,390	17,344	28,333	-15,912	-14,887	40,748	25,313	-21,489	-17,906	35,170	6,723	12,418
	2-3	11,130	0,649	36,299	-26,925	-20,36	27,055	32,719	-27,134	-23,940	27,646	7,969	0,465
1	1-2	9,390	17,344	35,033	-22,382	-21,587	47,218	32,013	-27,959	-24,606	41,640	6,723	12,418
	2-3	11,130	0,649	42,769	-33,30	-26,83	34,235	39,189	-33,51	-30,41	34,026	7,969	0,465
0	1-2	1,215	2,313	19,800	-20,94	-18,00	24,374	19,62	-21,28	-18,18	24,031	0,900	1,714
	2-3	1,506	0,085	23,776	-21,947	-21,54	22,07	23,55	-21,55	-21,76	22,06	1,116	0,063

- Moments en travées dans les poutres.

	l(m)	Sms G		Sms G	Sms Q	F <sub>A</sub>	1,35G+1,5Q	G+Q+F	G+Q+F	0,8G+F	0,8G+F	G+Q <sub>B</sub>	
		Mw	Me	M <sub>0</sub>	M <sub>0</sub>	Me	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>	
5	1-2	5,95	2,486	8,427	13,607	1,991	-0,66	15,90	9,482	10,802	5,861	7,181	10,142
	2-3	2,20	6,683	0,171	1,860	0,272	0,287	-0,50	-1,006	-1,58	-0,965	-1,539	-1,293
4	1-2	5,95	4,486	8,52	13,21	5,974	-1,79	20,29	10,89	14,47	3,575	7,155	12,68
	2-3	2,20	5,569	0,31	1,806	0,816	0,23	0,72	-0,086	-0,54	-0,67	-1,136	-0,34
3	1-2	5,95	4,629	8,551	13,21	5,974	-5,81	20,20	6,78	18,40	-0,51	11,10	12,59
	2-3	2,20	5,487	0,32	1,806	0,816	0,475	0,75	0,19	-0,75	-0,40	-1,35	-0,28
2	1-2	5,95	4,629	8,551	13,21	5,974	-3,305	20,20	9,288	15,89	1,990	8,600	12,59
	2-3	2,20	5,487	0,32	1,806	0,816	0,47	0,75	0,18	-0,75	-0,40	-1,348	-0,28
1	1-2	5,95	4,629	8,551	13,21	5,974	-3,245	20,20	9,348	15,84	2,05	8,54	12,59
	2-3	2,20	5,487	0,32	1,806	0,816	0,515	0,75	0,23	-0,79	-0,36	-1,39	-0,28
0	1-2	5,95	0,900	1,714	2,655	—	-1,88	2,277	-0,53	3,228	-0,80	2,958	1,348
	2-3	2,20	1,116	0,063	0,363	—	0,325	-0,099	0,098	-0,551	0,143	-0,506	-0,226

- Efforts tranchants dans les poutres.

Sms	1,35G+1,5Q <sub>D</sub>		G+Q <sub>B</sub> +F <sub>A</sub>		G+Q <sub>B</sub> +F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		G+Q <sub>B</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	12,89	-15,82	7,96	-13,014	10,876	-10,098	5,11	-9,522	8,026	-6,606	9,418	-11,556
	2-3	9,939	-1,564	2,972	-5,373	11,548	3,203	0,784	-4,624	9,36	3,952	7,26	-1,085
4	1-2	16,662	-10,386	8,09	-17,71	15,766	-10,04	2,722	-11,476	10,398	-3,81	11,928	-13,88
	2-3	9,323	0,462	-5,017	-11,581	18,583	12,019	-7,260	-12,512	16,339	11,088	6,783	0,219
3	1-2	16,701	-19,34	6,609	-19,197	17,303	-8,503	1,229	-12,979	11,923	-2,285	11,956	-13,85
	2-3	9,233	0,375	-12,591	-19,153	26,029	19,467	-14,80	-20,05	23,81	18,56	6,719	0,157
2	1-2	16,701	-19,34	3,546	-22,26	20,366	-5,44	-1,834	-16,042	14,986	0,778	11,956	-13,85
	2-3	9,233	0,375	-10,160	-25,16	32,04	25,48	-20,81	-26,06	29,825	24,57	6,719	0,157
1	1-2	16,701	-19,344	1,356	-24,45	22,556	-3,25	-4,024	-18,232	17,176	2,968	11,956	-13,85
	2-3	9,233	0,375	-24,44	-31,00	37,879	31,317	-26,65	-21,90	35,66	30,41	6,719	0,157
0	1-2	2,224	-2,59	-5,33	-8,9	8,628	5,06	-5,66	-8,516	8,298	5,444	1,648	-1,92
	2-3	1,537	-0,243	-19,161	-20,48	21,439	20,12	-19,388	-20,44	21,211	20,156	1,139	-0,18

Bloc A: Portique longitudinal Intermediaire : moments dans les poutres.

-49-

SOLS	1,3>G+1,5QB			G+QB+FA			G+QB+FA			0,8G+FA			0,8G+FA			G+QB			
	MW	Me	Mc	MW	Me	Mc	MW	Me	Mc	MW	Me	Mc	MW	Me	Mc	MW	Me	Mc	
5	1-2	0,364	0,87	0,958	3,76	0,989	-1,845	-3,22	0,056	3,265	3,706	0,88	-1,987	-3,274	-0,05	3,123	0,27	0,52	0,71
	2-3	0,905	0,73	0,810	3,22	0,38	-1,950	-1,88	0,38	3,15	3,086	0,302	-2,07	-2,014	0,302	3,03	0,67	0,38	0,60
	3-4	0,810	0,76	0,810	3,15	0,41	-1,950	-1,95	0,41	3,15	3,03	0,33	-2,07	-2,07	0,33	3,03	0,60	0,41	0,60
	4-5	0,810	0,73	0,905	3,15	0,38	-1,880	-1,95	0,38	3,22	3,03	0,302	-2,014	-2,07	0,302	3,086	0,60	0,38	0,67
	5-6	0,958	0,87	0,364	3,265	0,056	-3,22	-1,845	0,989	3,76	3,123	-0,05	-3,274	-1,987	0,88	3,706	0,71	0,52	0,27
4	1-2	1,555	2,18	2,702	9,932	2,012	-5,168	-7,628	0,4	9,172	9,7016	1,77	-5,568	-7,858	0,16	8,771	1,152	1,21	2,002
	2-3	2,446	2,013	2,268	8,982	1,04	-5,49	-5,358	1,04	8,85	8,619	0,83	-5,826	-5,72	0,83	8,514	1,812	1,04	1,680
	3-4	2,268	2,08	2,268	8,85	1,10	-5,49	-5,49	1,01	8,85	8,514	0,88	-5,826	-5,826	0,88	8,514	1,680	1,10	1,680
	4-5	2,268	2,013	2,446	8,85	1,04	-5,358	-5,49	1,04	8,982	8,514	0,83	-5,720	-5,826	0,83	8,619	1,680	1,04	1,812
	5-6	2,702	2,18	1,555	9,172	0,4	-7,628	-5,168	2,01	9,932	8,771	0,16	-7,858	-5,568	1,77	9,701	2,002	1,21	1,152
3	1-2	1,595	2,165	2,706	14,962	2,23	-9,705	-12,598	0,15	13,715	14,725	1,99	-10,106	-12,834	-0,08	13,314	1,182	1,19	2,005
	2-3	2,442	2,02	2,268	13,519	1,04	-10,03	-9,901	1,04	13,39	13,157	0,83	-10,36	-10,26	0,83	13,054	1,809	1,04	1,68
	3-4	2,268	2,08	2,268	13,39	1,10	-10,03	-10,03	1,10	13,39	13,054	0,88	-10,366	-10,366	0,88	13,054	1,680	1,10	1,680
	4-5	2,268	2,02	2,442	13,39	1,04	-9,901	-10,03	1,04	13,519	13,054	0,83	-10,262	-10,366	0,83	13,157	1,680	1,04	1,809
	5-6	2,706	2,165	1,595	13,715	0,15	-12,59	-9,705	2,23	14,962	13,314	-0,08	-12,834	-10,106	1,99	14,725	2,005	1,19	1,182
2	1-2	1,595	2,165	2,706	20,062	2,61	-14,045	-17,698	-0,22	18,055	19,825	2,37	-14,446	-17,934	-0,46	17,654	1,182	1,19	2,005
	2-3	2,442	2,02	2,268	17,859	1,04	-14,37	-14,24	1,04	17,73	17,49	0,83	-14,71	-14,60	0,83	17,39	1,809	1,04	1,680
	3-4	2,268	2,08	2,268	17,73	1,10	-14,37	-14,37	1,10	17,73	17,39	0,88	-14,71	-14,70	0,88	17,39	1,680	1,10	1,680
	4-5	2,268	2,02	2,442	17,73	1,04	-14,24	-14,37	1,04	17,859	17,39	0,83	-14,60	-14,70	0,83	17,49	1,680	1,04	1,809
	5-6	2,706	2,165	1,595	18,055	-0,22	-17,69	-14,045	2,61	20,06	17,65	-0,46	-17,93	-14,44	2,37	19,82	2,005	1,19	1,182
1	1-2	1,595	2,165	2,706	25,73	4,32	-16,27	-23,36	-1,04	20,285	25,49	4,09	-16,67	-23,604	-2,18	19,884	1,182	1,19	2,005
	2-3	2,442	2,02	2,268	20,09	1,04	-16,60	-16,47	1,04	19,96	19,73	0,83	-16,93	-16,83	0,83	19,62	1,809	1,04	1,68
	3-4	2,268	2,08	2,268	19,96	1,10	-16,60	-16,60	1,10	19,96	19,624	0,88	-16,93	-16,93	0,88	19,62	1,68	1,10	1,68
	4-5	2,268	2,02	2,442	19,96	1,04	-16,47	-16,60	1,04	20,09	19,62	0,83	-16,83	-16,93	0,83	19,72	1,68	1,04	1,809
	5-6	2,706	2,165	1,595	20,285	-1,04	-23,36	-16,27	4,32	25,73	19,88	-2,18	-23,60	-16,67	4,09	25,49	2,005	1,19	1,182
0	1-2	0,584	1,293	1,451	17,78	3,20	-11,38	-16,90	-1,68	13,53	17,69	3,05	-11,60	-16,99	-1,83	13,32	0,44	0,76	1,075
	2-3	1,361	1,09	1,228	13,47	0,56	-11,45	-11,45	0,56	13,37	13,27	0,45	-11,73	-11,65	0,45	13,19	1,008	0,56	0,91
	3-4	1,228	1,14	1,228	13,37	0,61	-11,55	-11,55	0,61	13,37	13,19	0,49	-11,73	-11,73	0,49	13,19	0,910	0,61	0,910
	4-5	1,228	1,09	1,361	13,37	0,56	-11,45	-11,55	0,56	13,47	13,19	0,45	-11,65	-11,73	0,45	13,26	0,910	0,56	1,008
	5-6	1,451	1,293	0,584	13,53	-1,68	-16,9	-11,385	3,20	17,78	13,32	-1,83	-16,99	-11,60	3,05	17,69	1,045	0,76	0,44

BLOC A - Efforts tranchants dans les poutres (Portique Longitudinal Intermediaire,

Niv	Etrav	1,35G + 1,5QB		G + QB + FA		G + QB + FA		0,8G + FA		0,8G + FA		G + QB	
		Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te
5	1-2	1,08	-1,336	-0,543	-2,333	2,143	0,353	-0,703	-2,135	1,983	0,551	0,80	-0,99
	2-3	1,229	-1,188	-0,223	-2,013	2,043	0,253	-0,405	-1,837	1,861	0,429	0,91	-0,88
	3-4	1,215	-1,215	-0,233	-2,033	2,033	0,233	-0,413	-1,853	1,853	0,413	0,90	-0,90
	4-5	1,188	-1,229	-0,253	-2,043	2,013	0,223	-0,429	-1,861	1,837	0,405	0,88	-0,91
	5-6	1,336	-1,08	-0,353	-2,143	2,333	0,543	-0,551	-1,983	2,135	0,703	0,99	-0,80
4	1-2	3,092	-3,591	-1,254	-6,204	5,834	0,884	-1,712	-5,672	5,376	1,416	2,29	-2,66
	2-3	3,378	-3,308	-0,676	-5,596	5,696	0,696	-1,178	-5,106	5,194	1,186	2,51	-2,45
	3-4	3,348	-3,348	-0,706	-5,666	5,666	0,706	-1,202	-5,17	5,17	1,202	2,48	-2,48
	4-5	3,307	-3,388	-0,736	-5,656	5,636	0,636	-1,226	-5,154	5,146	1,138	2,45	-2,51
	5-6	3,591	-3,092	-0,804	-5,834	6,204	1,254	-1,416	-5,376	5,672	1,712	2,66	-2,29
3	1-2	3,092	-3,591	-3,374	-8,324	7,954	3,004	-3,832	-7,792	7,496	3,536	2,29	-2,66
	2-3	3,375	-3,307	-2,700	-7,65	7,700	2,750	-3,200	-7,160	7,200	3,240	2,50	-2,45
	3-4	3,348	-3,348	-2,720	-7,68	7,680	2,720	-3,216	-7,184	7,184	3,216	2,48	-2,48
	4-5	3,307	-3,375	-2,75	-7,70	7,65	2,70	-3,24	-7,20	7,16	3,20	2,45	-2,50
	5-6	3,591	-3,092	-3,004	-7,954	8,324	3,374	-3,536	-7,496	7,792	3,832	2,66	-2,29
2	1-2	3,092	-3,59	-5,47	-10,42	10,85	5,10	-5,93	-9,89	9,594	5,634	2,29	-2,66
	2-3	3,375	-3,307	-4,633	-9,583	9,633	4,683	-5,133	-9,093	9,133	5,173	2,50	-2,45
	3-4	3,348	-3,348	-4,653	-9,613	9,613	4,653	-5,149	-9,117	9,117	5,149	2,48	-2,48
	4-5	3,307	-3,375	-4,683	-9,633	9,583	4,633	-5,173	-9,133	9,093	5,133	2,45	-2,5
	5-6	3,59	-3,092	-5,102	-10,05	10,42	5,47	-5,63	-9,59	9,89	5,93	2,66	-2,29
1	1-2	3,092	-3,59	-7,227	-12,177	11,807	6,857	-7,685	-11,645	11,349	7,389	2,29	-2,66
	2-3	3,375	-3,307	-5,624	-10,574	10,624	5,674	-6,124	-10,084	10,124	6,164	2,50	-2,45
	3-4	3,348	-3,348	-5,644	-10,604	10,604	5,644	-6,14	-10,108	10,108	6,14	2,48	-2,48
	4-5	3,307	-3,375	-5,674	-10,624	10,574	5,624	-6,164	-10,124	10,084	6,124	2,45	-2,50
	5-6	3,59	-3,092	-6,857	-11,807	12,177	7,227	-7,389	-11,349	11,645	7,685	2,66	-2,29
0	1-2	1,633	-2,012	-5,412	-8,112	7,832	5,132	-5,654	-7,814	7,59	5,43	1,21	-1,49
	2-3	1,849	-1,796	-4,167	-6,867	6,907	4,207	-4,441	-6,601	6,633	4,473	1,37	-1,33
	3-4	1,823	-1,823	-4,187	-6,887	6,887	4,187	-4,457	-6,617	6,617	4,457	1,35	-1,35
	4-5	1,796	-1,849	-4,207	-6,907	6,867	4,167	-4,473	-6,633	6,601	4,441	1,33	-1,37
	5-6	2,012	-1,633	-5,132	-7,832	8,112	5,412	-5,43	-7,59	7,814	5,654	1,49	-1,21

Bloc A : Portique Transversal Intermediaire : Moments dans les poteaux

Sms		1,35G + 1,5QB		G + QB + 1,2FA		G + QB + 1,2FA		0,8G + FA		0,8G + FA		G + QB	
Niv	Pote	Ms	Mi	Ms	Mi	Ms	Mi	Ms	Mi	Ms	Mi	Ms	Mi
5	1	0,00	4,47	3,02	-0,74	-3,02	7,26	2,52	-1,06	-2,51	5,61	0,00	3,26
	2	0,00	-2,79	8,82	-12,81	-8,82	8,75	7,35	-10,38	-7,35	7,59	0,00	-2,034
	3	0,00	-0,27	4,32	-5,03	-4,32	4,64	3,60	-4,17	-3,60	3,89	0,00	-0,200
4	1	4,28	4,82	10,01	-4,07	-3,87	10,97	7,47	-4,36	-4,09	8,16	3,07	3,45
	2	-2,96	-3,32	18,09	-22,57	-22,31	17,82	15,72	-18,08	-17,94	15,58	-2,12	-2,37
	3	-0,30	-0,32	9,69	-10,13	-10,11	9,67	8,14	-8,38	-8,36	8,12	-0,21	-0,23
3	1	4,70	4,70	13,44	-6,72	-6,72	13,44	10,25	-6,55	-6,55	10,25	3,36	3,36
	2	-3,27	-3,27	25,84	-30,51	-30,51	25,84	22,25	-24,71	-24,71	22,25	-2,33	-2,33
	3	-0,32	-0,32	13,58	-14,04	-14,04	13,58	11,38	-11,63	-11,63	11,38	-0,23	-0,23
2	1	4,70	4,70	15,42	-8,70	-8,70	15,42	11,90	-8,20	-8,20	11,90	3,36	3,36
	2	-3,27	-3,27	31,39	-36,05	-36,05	31,39	26,87	-29,33	-29,33	26,87	-2,33	-2,33
	3	-0,32	-0,32	16,29	-16,76	-16,76	16,29	13,64	-13,90	-13,90	13,64	-0,23	-0,23
1	1	4,70	4,70	19,17	-12,44	-12,44	19,17	15,02	-11,32	-11,32	15,02	3,36	3,36
	2	-3,27	-3,27	33,36	-38,02	-38,02	33,36	28,51	-30,96	-30,96	28,51	-2,33	-2,33
	3	-0,32	-0,32	16,56	-17,02	-17,02	16,56	13,86	-14,12	-14,12	13,86	-0,23	-0,23
0	1	0,27	0,95	4,28	-1,91	-3,88	3,31	3,56	-1,61	-3,24	2,73	0,20	0,70
	2	0,62	-0,18	10,24	-7,88	-11,16	7,62	8,55	-6,56	-9,28	6,35	-0,46	-0,13
	3	-0,006	-0,019	4,87	-4,005	-4,88	3,98	4,06	-3,34	-4,07	3,31	-0,005	-0,044

Niv	Pote	1,35G + 1,5QB		G + QB + 1,2FA		G + QB + 1,2FA		0,8G + FA		0,8G + FA		G + QB	
		N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc
5	1	12,89	13,93	7,67	8,43	11,17	11,93	5,11	5,72	8,026	8,64	9,42	10,18
	2	25,77	27,15	15,43	16,45	22,22	23,24	10,31	11,13	15,97	16,79	18,83	19,85
	3	1,50	2,53	6,19	6,95	-4,11	-3,34	4,62	5,24	-3,95	-3,34	1,04	1,81
4	1	12,89	31,62	7,67	16,52	11,17	29,23	5,11	9,06	8,03	19,65	9,42	22,87
	2	25,06	59,42	14,95	30,04	21,75	55,94	10,31	16,17	15,97	37,75	18,35	42,99
	3	1,497	5,364	6,19	23,16	-4,11	-15,44	4,62	18,36	-3,95	-13,82	1,04	3,86
3	1	29,56	50,41	14,99	23,83	27,70	48,37	7,83	10,30	18,43	32,59	21,35	36,6
	2	56,67	89,16	27,99	34,73	53,91	94,13	14,53	15,17	36,13	64,67	40,95	64,43
	3	3,30	10,69	16,64	40,06	-12,34	-23,66	13,14	27,02	-11,04	-22,77	2,33	7,58
2	1	46,26	67,10	20,54	25,46	46,07	71,19	9,07	9,68	30,35	47,78	33,31	48,32
	2	85,02	118,8	32,56	36,66	90,16	135,1	13,46	11,87	61,46	93,86	61,36	85,86
	3	7,60	16,03	36,79	65,31	-26,21	-42,67	28,98	49,98	-24,46	-40,02	5,29	11,31
1	1	62,96	84,83	22,39	26,24	68,12	95,84	7,23	6,92	45,33	64,92	45,26	61,04
	2	113,25	148,76	32,50	33,00	130,89	181,77	8,58	3,84	90,61	127,84	87,71	107,38
	3	11,90	21,37	62,25	97,66	-45,75	-67,58	47,56	75,19	-42,46	-62,51	8,25	15,04
0	1	79,55	87,36	21,62	18,99	92,66	106,83	3,21	0,816	62,39	74,02	57,14	62,91
	2	130,95	152,85	20,24	24,61	169,7	196,2	-0,71	-3,52	123,9	139,5	95,01	110,40
	3	16,20	21,92	93,11	114,4	-70,69	-83,56	71,53	89,16	-64,97	-75,89	11,21	15,44

Efforts Normaux dans les poteaux.

Bloc A, Portique Transversal de Rive : Moments dans les poteaux

Niv.	Pot	1,35G+1,5QB		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		G+QB	
		M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>
5	1	0	2,48	4,28	-1,43	-4,28	5,05	3,56	-1,42	-3,56	3,98	0	1,813
	2	0	-0,73	6,19	-5,59	-6,19	4,53	5,16	-4,59	-5,16	3,85	0	-0,53
	3	0	-0,15	5,65	-4,73	-5,65	4,51	4,71	-3,93	-4,71	3,77	0	-0,11
4	1	2,49	-1,21	9,84	-8,38	-6,25	6,47	7,76	-7,37	-5,64	4,99	1,795	-0,95
	2	-0,88	-1,00	10,97	-12,32	-12,32	10,08	9,30	-10,07	-10,02	9,26	-0,63	-0,72
	3	-0,17	-0,19	10,46	-10,72	-10,71	10,45	8,75	-8,90	-8,90	8,74	-0,13	-0,14
3	1	2,73	2,73	12,75	-8,82	-8,82	12,75	10,15	-7,83	-7,82	10,14	1,97	1,97
	2	-0,99	-0,99	15,47	-16,89	-16,89	15,47	13,08	-13,88	-13,88	13,08	-0,71	-0,71
	3	-0,19	-0,19	14,63	-14,90	-14,90	14,63	12,23	-12,39	-12,39	12,23	-0,14	-0,14
2	1	2,73	2,73	14,87	-10,94	-10,94	14,87	11,91	-9,60	-9,60	11,91	1,97	1,97
	2	-0,99	-0,99	18,65	-20,07	-20,07	18,65	15,73	-16,53	-16,53	15,73	-0,71	-0,71
	3	-0,19	-0,19	17,54	-17,81	-17,81	17,54	14,65	-14,81	-14,81	14,65	-0,14	-0,14
1	1	2,73	2,73	18,30	-14,30	-14,30	18,23	14,71	-12,40	-12,40	14,71	1,97	1,97
	2	-0,99	-0,99	17,07	-18,49	-18,49	17,07	14,42	-15,22	-15,22	14,42	-0,71	-0,71
	3	-0,19	-0,19	17,14	-17,41	-17,41	17,14	14,32	-14,48	-14,48	14,32	-0,14	-0,14
0	1	0,27	0,95	2,76	-3,48	-2,36	4,88	2,29	-2,92	-1,97	4,04	0,2	0,7
	2	-0,096	-0,324	4,18	-5,43	-4,32	4,95	3,48	-4,52	-3,59	4,14	-0,071	-0,24
	3	-0,019	-0,067	4,01	-4,96	-4,04	4,87	3,34	-4,13	-3,36	4,06	-0,014	-0,049

Niv.	Pot	1,35G+1,5QB		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		G+QB	
		N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc
5	1	7,18	8,21	3,88	4,65	6,62	7,38	2,56	3,18	4,84	5,46	5,25	6,014
	2	14,49	15,53	7,55	8,32	13,65	14,41	4,95	5,56	10,03	10,64	10,6	11,37
	3	0,104	1,14	4,49	5,26	-4,34	-3,58	3,73	4,34	-3,63	-3,01	0,076	0,84
4	1	7,18	19,03	3,88	8,84	6,62	17,79	2,56	4,93	4,84	13,20	2,25	13,82
	2	14,50	37,74	7,60	16,23	13,6	38,63	4,99	8,81	9,99	27,47	10,6	27,43
	3	0,104	4,16	4,50	19,04	-4,35	-13,12	3,74	14,88	-3,63	-11,91	0,076	2,96
3	1	16,95	29,87	7,31	10,83	17,25	32,45	3,70	4,81	11,83	22,28	12,28	21,64
	2	35,48	57,20	14,59	17,33	36,91	65,57	7,51	6,46	26,10	46,66	25,75	41,65
	3	0,605	4,35	16,51	33,41	-15,64	-26,17	13,66	27,52	-13,14	-22,79	0,43	3,22
2	1	26,75	40,91	8,41	10,58	30,25	48,62	2,884	2,79	21,08	34,49	19,33	29,6
	2	54,11	67,74	14,43	2,49	63,87	90,81	4,12	-8,88	45,32	64,72	39,15	46,65
	3	1,15	5,91	31,02	56,36	-29,30	-47,58	25,64	46,54	-24,67	-40,16	0,83	41,34
1	1	36,68	52,13	7,45	6,81	45,49	68,59	0,29	-2,14	31,99	49,34	26,47	37,7
	2	72,50	91,43	9,20	2,40	95,60	129,60	-3,48	-12,60	68,52	93,40	52,40	66,00
	3	1,73	7,43	53,26	88,07	-50,78	-77,17	44,06	77,85	-42,64	-64,85	1,24	5,45
0	1	46,37	54,07	3,45	2,37	63,45	76,85	-4,72	-5,82	45,28	56,22	33,45	39,6
	2	85,05	100,64	-4,25	-5,15	127,75	150,85	-14,6	-18,92	95,4	111,1	61,75	72,85
	3	2,09	7,96	79,27	94,17	-76,25	-82,47	65,73	77,92	-63,87	-69,3	1,51	5,85

BLOC A: Portique Longitudinal Intermediaire: Moments et Efforts Normaux dans les poteaux. 53.

Niv	Pot	1,35G + 1,5 Q3				G + Q3 + 1,2 FA				G + Q3 + 1,2 FA				0,8G + FA				0,8G + FA				G + Q3			
		M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc
5	1	0,0	0,36	1,1	2,1	3,91	-2,34	-0,81	-0,04	-3,91	2,88	2,41	3,2	3,26	-1,96	-0,7	-0,1	-3,26	2,39	1,98	2,6	0	0,027	0,8	1,6
	2	0,0	-0,05	2,6	3,0	5,92	-4,88	2,2	3,2	-5,92	4,80	1,6	2,7	4,94	-4,07	1,7	2,5	-4,94	4,00	1,31	2,2	0	-0,042	1,9	2,9
	3	0,0	0,0	2,4	3,8	5,92	-4,84	1,8	2,8	-5,92	4,85	1,8	2,8	4,94	-4,04	1,4	2,3	-4,94	4,04	1,4	2,3	0	0	1,8	2,8
	4	0,0	0,0	2,4	3,8	5,92	-4,84	1,8	2,8	-5,92	4,85	1,8	2,8	4,94	-4,04	1,4	2,3	-4,94	4,04	1,4	2,3	0	0	1,8	2,8
	5	0,0	0,05	2,6	3,0	5,92	-4,80	1,6	2,7	-5,92	4,88	2,2	3,2	4,94	-4,00	1,3	2,1	-4,94	4,08	1,7	2,5	0	0,04	1,9	2,92
	6	0,0	-0,36	1,1	2,1	3,91	-2,88	2,41	3,2	-3,91	2,34	-0,81	-0,04	3,26	-2,39	1,9	2,6	-3,26	1,98	-0,7	-0,1	0	-0,27	0,8	1,56
4	1	0,73	0,81	1,08	6,24	7,92	-5,44	-5,1	-1,12	-6,84	6,64	6,7	10,5	6,58	-4,55	-4,3	-1,2	-5,72	5,51	5,53	8,6	0,54	0,60	0,8	4,62
	2	-0,12	-0,14	2,6	12,3	11,5	-10,8	2,2	9,4	-11,6	10,6	1,6	8,9	9,55	-8,96	1,7	7,5	-9,7	8,80	1,3	7,1	-0,09	-0,1	1,9	9,11
	3	0	0	2,4	11,8	11,5	-10,6	1,78	8,75	-11,5	10,6	1,78	8,75	9,6	-8,8	1,42	7,0	-9,6	8,8	1,42	7,0	0	0	1,78	8,75
	4	0	0	2,4	11,8	11,5	-10,6	1,78	8,75	-11,5	10,6	1,78	8,75	9,6	-8,8	1,42	7,0	-9,6	8,8	1,42	7,0	0	0	1,78	8,75
	5	0,12	0,14	2,6	12,3	11,6	-10,6	1,6	8,9	-11,5	10,8	2,2	9,4	9,6	-8,8	1,3	7,1	-9,6	8,8	1,7	7,5	0,09	0,1	1,9	9,11
	6	-0,73	-0,81	1,08	6,24	6,84	-6,64	6,7	10,5	-7,92	5,44	-5,1	-1,12	5,72	-5,51	5,5	8,6	-6,57	4,55	-4,3	-1,2	-0,54	-0,6	0,8	4,62
3	1	0,80	0,80	4,2	10,4	9,9	-8,77	-9,5	-4,9	-8,77	9,95	15,8	20,3	8,3	-7,3	-8,1	-4,4	-7,3	8,3	13,1	16,7	0,59	0,59	3,09	7,67
	2	-0,13	-0,13	9,5	20,6	15,4	-15,6	8,3	16,5	-15,6	15,4	5,8	14,1	12,8	-12,9	6,7	13,3	-12,9	12,8	4,6	11,2	-0,1	-0,1	7,07	15,29
	3	0	0	9,1	19,8	15,5	-15,5	6,7	14,7	-15,5	15,5	6,7	14,7	12,9	-12,9	5,4	11,8	-12,9	12,9	5,4	11,8	0	0	6,71	14,7
	4	0	0	9,1	19,8	15,5	-15,5	6,7	14,7	-15,5	15,5	6,7	14,7	12,9	-12,9	5,4	11,8	-12,9	12,9	5,4	11,8	0	0	6,71	14,7
	5	0,13	0,13	9,5	20,6	15,6	-15,4	5,8	14,1	-15,4	15,6	8,3	16,5	12,9	-12,8	4,6	11,2	-12,8	12,9	6,7	13,3	0,1	0,1	7,07	15,29
	6	-0,8	-0,8	4,2	10,4	8,77	-9,95	15,8	20,3	-9,9	8,77	-9,6	-4,9	7,3	-8,3	13,1	16,7	-8,3	7,3	-8,1	-4,4	-0,59	-0,59	3,09	7,67
2	1	0,8	0,8	7,3	14,5	11,8	-10,6	-13,4	-13,1	-10,6	11,8	29,2	34,5	9,8	-8,9	-15,5	-11,2	-8,9	9,8	24,1	28,4	0,59	0,59	5,38	10,73
	2	-0,13	-0,13	16,51	28,9	18,4	-18,6	14,2	28,5	-18,6	18,4	10,2	19,5	15,4	-15,5	11,4	18,8	-15,5	15,4	8,1	15,5	-0,1	-0,1	12,23	21,47
	3	0	0	15,7	27,9	18,5	-18,5	11,6	20,6	-18,5	18,5	11,6	20,6	15,43	-15,43	9,3	16,5	-15,4	15,4	9,3	16,5	0	0	11,64	20,64
	4	0	0	15,7	27,9	18,5	-18,5	11,6	20,6	-18,5	18,5	11,6	20,6	15,43	-15,43	9,3	16,5	-15,4	15,4	9,3	16,5	0	0	11,64	20,64
	5	0,13	0,13	16,51	28,9	18,6	-18,4	10,2	19,5	-18,4	18,6	14,2	23,5	15,5	-15,4	8,1	15,5	-15,4	15,5	11,4	18,8	0,1	0,1	12,23	21,47
	6	-0,8	-0,8	7,3	14,5	10,6	-11,8	29,2	34,5	-11,8	10,6	-18,4	-13,1	8,9	-9,8	24,1	28,4	-9,8	8,9	-15,5	-11,2	-0,59	-0,59	5,38	10,73
1	1	0,8	0,8	10,4	18,6	14,2	-12,9	-16,1	-10,0	-12,9	14,2	31,5	37,6	11,8	-10,8	-13,7	-8,8	-10,8	11,8	26,0	30,9	0,59	0,59	7,67	13,78
	2	-0,13	-0,13	23,5	37,3	19,9	-20,1	21,1	31,3	-20,1	19,9	13,7	23,9	16,6	-16,7	16,9	25,2	-16,7	16,6	10,9	19,1	-0,1	-0,1	17,39	27,65
	3	0	0	22,4	35,9	20,0	-20,0	16,6	26,6	-20,0	20,0	16,6	26,6	16,7	-16,7	13,3	21,3	-16,7	16,7	13,3	21,3	0	0	16,57	26,60
	4	0	0	22,4	35,9	20,0	-20,0	16,6	26,6	-20,0	20,0	16,6	26,6	16,7	-16,7	13,3	21,3	-16,7	16,7	13,3	21,3	0	0	16,57	26,60
	5	0,13	0,13	23,5	37,3	20,1	-19,9	13,7	23,9	-19,9	20,1	21,1	31,3	16,7	-16,6	10,9	19,1	-16,6	-16,7	16,9	25,2	0,1	0,1	17,39	27,65
	6	-0,8	-0,8	10,4	18,6	12,9	-14,2	31,5	37,6	-14,2	12,9	-16,1	-10,0	10,8	-11,8	26,0	30,9	-11,8	10,8	-13,7	-8,8	-0,59	-0,59	7,67	13,78
0	1	0,14	0,5	13,4	20,5	3,6	-3,9	-21,8	-16,5	-3,4	4,6	41,7	46,9	3,0	-3,3	-18,5	-14,3	-2,8	3,8	34,4	38,6	0,1	0,34	3,96	15,22
	2	-0,02	-0,07	30,4	41,6	5,3	-6,6	27,5	35,8	-5,4	6,5	15,6	25,8	4,5	-5,5	22,2	28,8	-4,5	5,4	13,9	20,5	-0,01	-0,05	23,55	30,81
	3	0	0	29,0	39,9	5,4	-6,6	21,5	29,6	-5,4	6,6	21,5	29,6	4,5	-5,5	17,2	23,7	-4,5	5,5	17,2	23,7	0	0	21,50	29,58
	4	0	0	29,0	39,9	5,4	-6,6	21,5	29,6	-5,4	6,6	21,5	29,6	4,5	-5,5	17,2	23,7	-4,5	5,5	17,2	23,7	0	0	21,50	29,58
	5	0,02	0,07	30,4	41,6	5,4	-6,5	15,6	25,8	-5,3	6,6	27,5	35,8	4,5	-5,4	13,9	20,5	-4,5	5,5	22,2	28,8	0,01	0,05	24,50	30,81
	6	-0,14	-0,5	13,4	20,5	3,4	-4,6	44,7	46,9	-3,6	3,9	-21,8	-16,5	3,8	-3,8	34,4	38,6	-3,0	3,3	-18,5	-14,3	-0,1	-0,34	3,96	15,22

BLOC B, Portique transversal Intermediaire: Map; M<sub>t</sub>, T (combinaisons) (54)

Map.		1,35G + 1,5 Q <sub>B</sub>		G + Q <sub>B</sub> + F <sub>A</sub>		G + Q <sub>B</sub> + F <sub>A</sub>		0,8G + F <sub>A</sub>		0,8G + F <sub>A</sub>		G + Q <sub>B</sub>	
Niv	tr.	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me
4	1-2	4,418	13,24	6,91	4,76	-0,45	14,577	5,93	1,836	-1,43	11,66	3,23	9,67
	2-3	10,63	10,63	12,67	2,85	2,85	12,67	10,33	0,500	0,51	10,33	7,76	7,76
	3-4	13,24	4,418	14,577	-0,45	4,76	6,91	11,66	-1,43	1,836	5,93	9,67	3,23
3	1-2	9,013	17,227	16,08	-1,17	-3,18	25,83	13,18	-6,71	-6,08	20,30	6,453	12,334
	2-3	11,44	11,44	21,70	-5,31	-5,31	21,70	18,01	-8,99	-8,99	18,01	8,194	8,194
	3-4	17,227	9,013	25,83	-3,18	-1,17	16,08	20,30	-6,08	-6,71	13,18	12,334	6,453
2	1-2	9,30	17,28	23,37	-11,43	-10,05	36,17	20,38	-16,98	-13,04	30,616	6,657	12,37
	2-3	11,27	11,27	31,87	-15,73	-15,73	31,87	28,25	-19,35	-19,35	28,25	8,072	8,072
	3-4	17,28	9,30	36,17	-10,05	-11,43	23,36	30,616	-13,04	-16,98	20,38	12,37	6,657
1	1-2	9,30	17,28	30,08	-19,73	-16,76	44,47	27,09	-25,28	-19,75	38,92	6,66	12,37
	2-3	11,27	11,27	40,17	-24,03	-24,03	40,17	36,55	-27,65	-27,65	36,55	8,072	8,072
	3-4	17,28	9,30	44,47	-16,76	-19,73	30,08	38,92	-19,75	-25,09	27,09	12,37	6,66
0	1-2	1,201	2,306	16,19	-19,63	-14,41	23,05	16,012	-19,97	-14,59	22,71	0,89	1,708
	2-3	1,53	1,53	22,47	-20,21	-20,21	22,47	22,24	-20,44	-20,44	22,24	1,131	1,131
	3-4	2,306	1,201	23,05	-14,41	-19,63	16,19	22,71	-14,59	-19,97	16,01	1,708	0,89

M <sub>t</sub>	l(m)	sms G		G			Me (combinaison)						
		Mw	Me	M <sub>0</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>t</sub> /F <sub>A</sub>	1	2	3	4	5	6	
4	1-2	5,95	2,817	8,433	13,61	1,99	-0,615	15,73	9,36	10,59	5,77	7,00	9,97
	2-3	2,20	6,77	6,77	1,86	0,127	0,00	-3,85	-4,64	-4,64	-3,93	-3,93	-4,64
	3-4	5,95	8,433	2,817	13,61	1,99	+0,615	15,73	10,59	9,36	7,00	5,77	9,97
3	1-2	5,95	4,443	8,493	13,21	5,974	-1,935	20,33	10,78	14,65	3,46	7,33	12,72
	2-3	2,20	5,642	5,642	1,81	0,82	0,00	-1,98	-3,02	-3,02	-3,07	-3,07	-3,02
	3-4	5,95	8,493	4,443	13,21	5,974	1,935	20,33	14,65	10,78	7,33	3,46	12,72
2	1-2	5,95	4,584	8,52	13,21	5,974	-3,355	20,24	9,277	15,99	1,97	8,68	12,63
	2-3	2,20	5,558	5,558	1,81	0,82	0,00	-1,89	-2,94	-2,94	-3,00	-3,00	-2,94
	3-4	5,95	8,52	4,584	13,21	5,974	3,355	20,24	15,99	9,277	8,68	1,97	12,63
1	1-2	5,95	4,584	8,52	13,21	5,974	-4,34	20,24	8,29	19,97	0,98	9,666	12,63
	2-3	2,20	5,558	5,558	1,81	0,82	0,00	-1,89	-2,94	-2,94	-3,00	-3,00	-2,94
	3-4	5,95	8,52	4,584	13,21	5,974	4,34	20,24	16,97	8,29	9,666	0,98	12,63
0	1-2	5,95	0,89	1,708	2,66	0,00	-3,02	2,29	-1,66	4,38	-1,94	4,11	1,36
	2-3	2,20	1,131	1,131	0,363	0,00	0,00	-0,64	-0,77	-0,77	-0,61	-0,61	-0,77
	3-4	5,95	1,708	0,89	2,66	0,00	+3,02	2,29	4,38	-1,66	4,11	-1,94	1,36

T		1,35G + 1,5 Q		G + Q <sub>B</sub> + F <sub>A</sub>		G + Q <sub>B</sub> + F <sub>A</sub>		0,8G + F <sub>A</sub>		0,8G + F <sub>A</sub>		G + Q <sub>B</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>
4	1-2	12,88	-15,84	7,97	-13,01	10,85	-10,13	5,12	-9,52	8,01	-6,63	9,41	-11,57
	2-3	5,31	-5,31	-0,585	-8,341	8,341	0,585	-1,76	-7,17	7,17	1,76	3,88	-3,88
	3-4	15,84	-12,88	10,13	-10,85	13,01	-7,97	6,63	-8,01	9,52	-5,12	11,57	-9,41
3	1-2	16,65	-19,39	8,04	-17,77	15,81	-9,99	2,67	-11,54	10,45	-3,76	11,92	-13,89
	2-3	5,66	-6,66	-7,50	-17,04	17,04	7,50	-9,64	-14,90	14,90	9,64	4,77	-4,77
	3-4	19,39	-16,65	9,99	-15,81	17,77	-8,04	3,76	-10,45	11,54	-2,67	13,89	-11,92
2	1-2	16,67	-19,37	5,19	-20,61	18,68	-7,12	-0,17	-14,38	13,32	-0,89	11,94	-13,87
	2-3	6,66	-6,66	-16,87	-26,41	26,41	16,87	-19,01	-24,26	24,26	19,01	4,77	-4,77
	3-4	19,37	-16,67	7,12	-18,68	20,61	-5,19	0,89	-13,32	14,38	+0,17	13,87	-11,94
1	1-2	16,67	-19,37	2,61	-23,20	21,27	-4,54	-2,76	-16,96	15,91	1,70	11,94	-13,87
	2-3	6,66	-6,66	-24,23	-33,7	33,77	24,23	-26,37	-31,63	31,63	26,37	4,77	-4,77
	3-4	19,37	-16,67	4,535	-21,27	23,20	-2,61	-1,70	-15,91	16,96	2,76	-13,87	-11,94
0	1-2	2,23	-2,59	-4,51	-8,08	7,81	4,24	-4,84	-7,69	7,48	4,62	1,65	-1,92
	2-3	0,891	0,891	-18,74	-20,06	20,06	18,74	-18,87	-19,93	19,93	18,87	0,66	-0,66
	3-4	2,59	-2,23	-4,24	-7,81	8,08	4,51	-4,62	-7,48	7,69	+4,84	1,92	-1,65



Bloc B: Portique longitudinal intermediaire: moments dans les poutres

Sons	1,35G + 1,5 QB			G + QB + $\overrightarrow{FA}$			G + QB + $\overleftarrow{FA}$			0,8G + $\overrightarrow{FA}$			0,8G + $\overleftarrow{FA}$			G + QB			
	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	Mw	Me	Me	
4	1-2	0,364	0,87	0,958	4,80	1,06	-2,74	-4,26	-0,02	4,16	4,75	0,96	-2,88	-4,31	-0,12	4,02	0,27	0,52	0,71
	2-3	0,905	0,73	0,810	4,12	0,38	-2,85	-2,78	0,38	4,05	3,99	0,30	-2,97	-2,92	0,30	3,93	0,67	0,38	0,60
	3-4	0,810	0,76	0,810	4,05	0,41	-2,85	-2,85	0,41	4,05	3,93	0,33	-2,97	-2,97	0,33	3,93	0,60	0,41	0,60
	4-5	0,810	0,73	0,905	4,05	0,38	-2,78	-2,85	0,38	4,12	3,93	0,30	-2,92	-2,97	0,30	3,99	0,60	0,38	0,67
	5-6	0,958	0,87	0,364	4,16	-0,02	-4,26	-2,74	1,06	4,80	4,02	-0,12	-4,31	-2,88	0,96	4,75	0,71	0,52	0,27
3	1-2	1,555	2,18	2,702	11,44	2,06	-6,59	-9,14	0,35	10,59	11,21	1,82	-6,99	-9,37	0,12	10,19	1,152	1,21	2,002
	2-3	2,446	2,03	2,268	10,40	1,04	-6,91	-6,78	1,04	10,27	10,04	0,83	-7,25	-7,14	0,83	9,93	1,812	1,04	1,680
	3-4	2,268	2,08	2,268	10,27	1,10	-6,91	-6,91	1,10	10,27	9,93	0,88	-7,25	-7,25	0,88	9,93	1,680	1,10	1,680
	4-5	2,268	2,03	2,446	10,27	1,04	-6,78	-6,91	1,04	10,40	9,93	0,83	-7,14	-7,25	0,83	10,04	1,680	1,04	1,812
	5-6	2,702	2,18	1,555	10,59	0,35	-9,14	-6,59	2,06	11,44	10,19	0,12	-9,37	-6,99	1,82	11,21	2,002	1,21	1,152
2	1-2	1,595	2,165	2,706	17,89	2,09	-12,92	-15,53	0,29	16,93	17,66	1,85	-13,32	-15,76	0,06	16,52	1,182	1,19	2,005
	2-3	2,442	2,02	2,268	16,73	1,04	-13,24	-13,11	1,04	16,60	16,37	0,83	-13,58	-13,47	0,83	16,26	1,809	1,04	1,680
	3-4	2,268	2,08	2,268	16,60	1,10	-13,24	-13,24	1,10	16,60	16,26	0,88	-13,58	-13,58	0,88	16,26	1,680	1,10	1,680
	4-5	2,268	2,02	2,442	16,60	1,04	-13,11	-13,24	1,04	16,73	16,26	0,83	-13,47	-13,58	0,83	16,37	1,680	1,04	1,709
	5-6	2,706	2,165	1,595	16,93	0,29	-15,53	-12,92	2,09	17,89	16,52	0,06	-15,76	-13,32	1,85	17,66	2,005	1,19	1,182
1	1-2	1,595	2,165	2,706	24,98	3,69	-16,79	-22,62	-1,31	20,80	24,75	3,46	-17,19	-22,85	-1,55	20,39	1,182	1,19	2,005
	2-3	2,442	2,02	2,268	20,59	1,04	-17,11	-16,98	1,04	20,47	20,24	0,83	-17,45	-17,34	0,83	20,13	1,809	1,04	1,680
	3-4	2,268	2,08	2,268	20,47	1,10	-17,11	-17,11	1,10	20,47	20,13	0,88	-17,45	-17,45	0,88	20,13	1,680	1,10	1,680
	4-5	2,268	2,02	2,442	20,47	1,04	-16,98	-17,11	1,04	20,59	20,13	0,83	-17,34	-17,45	0,83	20,24	1,680	1,04	1,809
	5-6	2,706	2,165	1,595	20,80	-1,31	-22,62	-16,79	3,69	24,98	20,39	-1,55	-22,85	-17,19	3,46	24,75	2,005	1,19	1,182
0	1-2	0,594	1,29	1,451	17,61	2,93	-11,77	-16,73	-1,40	13,92	17,52	2,77	-11,98	-16,82	-1,56	13,7	0,44	0,76	1,075
	2-3	1,361	1,09	1,228	13,85	0,56	-11,93	-11,83	0,56	13,75	13,65	0,45	-12,11	-12,03	0,45	13,57	1,008	0,56	0,910
	3-4	1,228	1,14	1,228	13,75	0,61	-11,93	-11,93	0,61	13,75	13,57	0,49	-12,11	-12,11	0,49	13,57	0,91	0,61	0,910
	4-5	1,228	1,09	1,361	13,75	0,56	-11,83	-11,93	0,56	13,85	13,57	0,45	-12,03	-12,11	0,45	13,65	0,91	0,56	1,008
	5-6	1,451	1,29	0,594	13,92	-1,40	-16,73	-11,77	2,93	17,61	13,7	-1,56	-16,82	-11,98	2,77	17,52	1,075	0,76	0,44

55

Bloc B - Efforts tranchants dans les poutres (Portique Longitudinal Intermediaire)

Niv	Etray	1,35G + 1,5 Q <sub>B</sub>		G + Q <sub>B</sub> + F <sub>A</sub>		G + Q <sub>B</sub> + F <sub>A</sub>		0,8G + F <sub>A</sub>		0,8G + F <sub>A</sub>		G + Q <sub>B</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>
4	1-2	1,08	-1,34	-0,64	-2,43	2,24	0,45	-0,80	-2,24	2,08	0,65	0,8	-0,99
	2-3	1,23	-1,19	-3,55	-5,34	5,37	3,58	-5,74	-5,17	5,191	3,76	0,91	-0,88
	3-4	1,22	-1,22	-3,56	-5,36	5,36	3,56	-3,74	-5,18	5,18	3,74	0,90	-0,90
	4-5	1,10	-1,23	-3,58	-5,37	5,34	3,55	-3,76	-5,19	5,17	3,74	0,88	-0,91
	5-6	1,34	-1,08	-0,45	-2,24	2,43	0,64	-0,65	-2,08	2,235	0,803	0,99	-0,80
3	1-2	3,09	-3,59	-1,60	-6,55	6,18	1,23	-2,06	-6,02	5,72	1,76	2,29	-2,66
	2-3	3,39	-3,31	-9,76	-14,72	14,78	9,82	-10,26	-14,23	14,28	10,31	2,51	-2,45
	3-4	3,35	-3,35	-9,79	-14,75	14,75	9,79	-10,29	-14,25	14,25	10,29	2,48	-2,48
	4-5	3,31	-3,39	-9,82	-14,72	14,72	9,76	-10,31	-14,28	14,23	10,26	2,45	-2,51
	5-6	3,59	-3,09	-1,23	-6,18	6,55	1,60	-1,76	-5,72	6,02	2,06	2,66	-2,29
2	1-2	3,09	-3,59	-4,45	-9,40	9,034	4,08	-4,91	-8,87	8,58	4,62	2,29	-2,66
	2-3	3,38	-3,31	-19,14	-24,09	24,14	19,19	-19,64	-23,60	23,64	19,68	2,50	-2,45
	3-4	3,35	-3,35	-19,16	-24,12	24,12	19,16	-19,65	-23,62	23,62	19,65	2,48	-2,48
	4-5	3,31	-3,38	-19,19	-24,14	24,09	19,14	-19,68	-23,64	23,60	19,64	2,45	-2,50
	5-6	3,59	-3,09	-4,08	-9,03	9,40	4,45	-4,62	-8,58	8,87	4,91	2,66	-2,29
1	1-2	3,09	-3,59	-7,04	-11,99	11,62	6,67	-7,50	-11,46	11,16	7,20	2,29	-2,66
	2-3	3,38	-3,31	-26,68	-31,63	31,68	26,73	-27,18	-31,14	31,18	27,22	2,50	-2,45
	3-4	3,35	-3,35	-26,70	-31,66	31,66	26,70	-27,20	-31,17	31,17	27,20	2,48	-2,48
	4-5	3,31	-3,38	-26,73	-31,68	31,63	26,68	-27,22	-31,18	31,14	27,18	2,45	-2,50
	5-6	3,59	-3,09	-6,67	-11,62	11,99	7,04	-7,20	-11,16	11,46	7,50	2,66	-2,29
0	1-2	1,63	-2,01	-4,95	-7,65	7,37	4,67	-5,19	-7,35	7,13	4,97	1,21	-1,49
	2-3	1,85	-1,80	-18,03	-20,73	20,77	18,07	-18,30	-20,46	20,50	18,34	1,37	-1,33
	3-4	1,82	-1,82	-18,05	-20,75	20,75	18,05	-18,32	-20,48	20,48	18,32	1,35	-1,35
	4-5	1,80	-1,85	-18,07	-20,77	20,73	18,03	-18,34	-20,50	20,46	18,30	1,33	-1,37
	5-6	2,01	-1,63	-4,67	-7,37	7,65	4,95	-4,97	-7,13	7,35	5,19	1,49	-1,21

-56-

Bloc B : Portique Transversal Intermediaire : Moments dans les poteaux

Gous		1,35G+1,5QB		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		G+QB	
Niv	Pot.	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>s</sub>	M <sub>I</sub>
4	1	0	4,42	5,129	-0,63	-5,12	7,08	4,26	-0,96	-4,26	5,47	0	3,23
	2	0	-2,165	13,69	-13,13	-13,69	9,27	11,41	-10,67	-11,41	8,01	0	-1,93
	3	0	2,165	13,69	-9,27	-13,69	13,13	11,41	-8,01	-11,41	10,67	0	1,93
	4	0	-4,42	5,12	-7,08	-5,129	0,63	4,26	-5,47	-4,26	0,96	0	-3,23
3	1	4,23	4,77	12,23	-5,19	-6,17	12,02	9,34	-5,29	-5,99	9,05	3,03	3,42
	2	-2,83	-3,18	22,87	-27,16	-26,91	22,62	19,67	-21,95	-21,81	19,53	-2,02	-2,27
	3	2,83	3,18	26,91	-22,62	-22,87	27,16	21,81	-19,53	-19,97	21,95	2,02	2,27
	4	-4,23	-4,77	6,17	-12,02	-12,23	5,19	5,99	-9,05	-9,34	5,29	-3,03	-3,42
2	1	4,65	4,65	15,28	-8,62	-8,62	15,28	11,79	-8,13	-8,13	11,79	3,33	3,33
	2	-3,12	-3,12	30,96	-35,42	-35,42	30,96	26,48	-28,84	-28,84	26,48	-2,23	-2,23
	3	3,12	3,12	35,42	-30,96	-30,96	35,42	28,84	-26,48	-26,48	28,84	2,23	2,23
	4	-4,65	-4,65	8,62	-15,28	-15,28	8,62	8,13	-11,79	-11,79	8,13	-3,33	-3,33
1	1	4,65	4,65	17,35	-10,69	-10,69	17,35	13,51	-9,85	-9,85	13,51	3,33	3,33
	2	-3,12	-3,12	36,29	-40,75	-40,75	36,29	30,92	-33,28	-33,28	30,92	-2,23	-2,23
	3	3,12	3,12	40,75	-36,29	-36,29	40,75	33,28	-30,92	-30,92	33,28	2,23	2,23
	4	-4,65	-4,65	10,69	-17,35	-17,35	10,69	9,85	-13,51	-13,51	9,85	-3,33	-3,33
0		0,27	0,93	2,48	-3,03	-2,08	4,41	2,06	-2,55	-1,74	3,65	0,2	0,69
		-0,18	-0,60	6,63	-9,78	-6,89	8,90	5,53	-8,13	-5,74	7,43	-0,13	-0,44
		0,18	0,60	6,89	-8,90	-6,63	9,78	5,74	-7,43	-5,53	8,13	0,13	0,44
		-0,27	-0,93	2,08	-4,41	-2,48	3,03	1,74	-3,65	-2,06	2,55	-0,2	-0,69

Efforts Normaux dans les poteaux.

Gous		1,35G+1,5QB		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		G+QB+1,2F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		0,8G+F <sub>A</sub>		G+QB	
Niv	Pot.	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc
4	1	12,88	13,92	7,68	8,44	11,14	11,91	5,12	5,73	8,006	8,62	4,41	10,18
	2	21,15	22,52	11,82	12,84	19,07	20,09	7,76	8,57	13,80	14,61	15,45	16,46
	3	21,14	22,52	19,07	20,09	11,82	12,84	13,80	14,61	7,76	8,57	15,44	16,46
	4	12,88	13,92	11,14	11,91	7,68	8,44	8,006	8,62	5,12	5,73	9,41	10,18
3	1	12,88	31,6	7,68	16,47	11,14	29,26	5,12	9,02	8,006	19,68	9,41	22,86
	2	21,14	49,96	11,82	22,46	19,07	49,83	7,76	11,30	13,79	34,09	15,44	36,14
	3	21,14	49,96	19,07	49,83	11,82	22,46	13,79	34,09	7,76	11,30	15,44	36,14
	4	12,88	31,6	11,14	29,26	7,68	16,47	8,006	19,68	5,12	9,02	9,41	22,86
2	1	29,54	49,33	14,94	21,09	27,73	50,06	7,79	9,46	18,45	33,60	21,33	35,58
	2	47,20	77,34	20,42	24,22	47,78	87,34	9,66	7,46	32,46	60,06	34,1	55,8
	3	47,20	77,34	47,78	87,34	20,42	24,22	32,46	60,06	9,66	7,46	34,1	55,8
	4	29,54	49,33	27,73	50,06	14,94	21,09	18,45	33,60	7,79	9,46	21,33	35,58
1	1	46,2	67,05	18,87	22,61	47,67	73,97	7,69	7,32	31,70	50,12	33,27	48,29
	2	73,25	104,7	21,19	19,96	84,31	130,84	5,07	-1,4	57,62	91,1	52,75	75,4
	3	73,25	104,7	84,31	130,84	21,19	19,96	57,62	91,1	-1,4	5,07	52,75	75,4
	4	46,2	67,05	47,67	73,97	18,87	22,61	31,70	50,12	7,69	7,32	33,27	48,29
0	1	62,92	69,6	19,55	17,04	70,91	83,28	4,87	2,162	47,67	57,82	45,23	50,16
	2	99,23	108,63	15,97	7,04	126,73	149,58	-4,57	-12,25	87,72	105,5	71,35	78,31
	3	99,23	108,63	126,73	149,58	15,97	7,04	87,72	106,5	-4,57	-12,25	71,35	78,31
	4	62,92	69,6	70,91	83,28	19,55	17,04	47,67	57,82	4,87	2,162	45,23	50,16

## Bloc B : Portique Transversal de Rive : moment dans les poteaux

Sous		1,35G+1,5QB		G+QB+1,2Fa		G+QB+1,2Fa		0,8G+Fa		0,8G+Fa		G+QB	
Niv	Pot	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>
4	1	0	2,47	5,45	-2,30	-5,45	5,91	4,54	-2,14	-4,54	4,70	0	1,81
	2	0	-0,69	7,56	-6,68	-7,56	5,68	6,30	-5,50	-6,30	4,80	0	-0,51
	3	0	0,69	7,66	-5,68	-7,56	6,68	6,30	-4,80	-6,30	5,5	0	0,51
	4	0	-2,47	5,45	-5,92	-5,45	2,30	4,54	-4,70	-4,54	2,14	0	-1,81
3	1	2,49	2,81	11,74	-7,16	-8,149	11,20	9,34	-6,46	-7,23	8,84	1,80	2,02
	2	-0,84	-0,95	13,14	-14,42	-14,34	13,06	11,10	-11,84	-11,80	11,06	-0,6	-0,68
	3	0,84	0,95	14,34	-13,06	-13,14	14,42	11,80	-11,06	-11,10	11,84	0,6	0,68
	4	-2,49	-2,81	8,149	-11,2	-11,74	7,16	7,23	-8,84	-9,34	6,46	-1,80	-2,02
2	1	2,735	2,735	14,72	-10,79	-10,79	14,72	11,79	-9,47	-9,47	11,79	1,97	1,97
	2	-0,93	-0,93	17,66	-18,99	-18,99	17,66	14,88	-15,66	-15,66	14,88	-0,67	-0,67
	3	0,93	0,93	18,99	-17,66	-17,66	18,99	15,66	-14,88	-14,88	15,66	0,67	0,67
	4	-2,735	-2,735	10,79	-14,72	-14,72	10,79	9,47	-11,79	-11,79	9,47	-1,97	-1,97
1	1	2,735	2,735	16,88	-12,95	-12,95	16,88	13,59	-11,27	-11,27	13,59	1,97	1,97
	2	-0,93	-0,93	18,81	-20,15	-20,15	18,81	15,85	-16,61	-16,61	15,85	-0,67	-0,67
	3	0,93	0,93	20,15	-18,81	-18,81	20,15	16,61	-15,85	-15,85	16,61	0,67	0,67
	4	-2,735	-2,735	12,88	-16,88	-16,88	12,95	11,27	-13,59	-13,59	11,27	-1,97	-1,97
0	1	0,27	0,94	2,66	-3,32	-2,26	4,72	2,21	-2,79	-1,89	3,91	0,2	0,7
	2	-0,09	-0,31	3,91	-5,09	-4,05	4,84	3,26	-4,24	-3,37	3,87	-0,068	-0,23
	3	0,09	0,31	4,05	-4,64	-3,91	5,09	3,37	-3,87	-3,26	4,24	0,068	0,23
	4	-0,27	-0,94	2,26	-4,72	-2,66	3,32	1,09	-3,91	-2,21	2,79	-0,2	-0,7

### Efforts Normaux dans les poteaux

Sous		1,35G+1,5QB		G+QB+1,2Fa		G+QB+1,2Fa		0,8G+Fa		0,8G+Fa		G+QB	
Niv	Pot	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc
4	1	7,17	8,20	3,89	4,66	6,58	7,35	2,57	3,19	4,81	5,43	5,24	6,00
	2	11,68	12,72	6,91	7,68	10,18	10,94	4,67	5,20	7,39	8,01	8,54	9,31
	3	11,68	12,72	10,18	10,94	6,91	7,68	7,39	8,01	4,67	5,20	8,54	9,31
	4	7,17	8,20	6,58	7,35	3,89	4,66	4,81	5,43	2,57	3,19	5,24	6,00
3	1	7,17	18,99	-0,046	8,504	10,08	19,08	-0,71	4,64	8,10	13,45	5,24	13,79
	2	11,68	28,85	0,86	13,26	16,23	28,62	-0,771	7,25	12,44	20,06	8,54	20,94
	3	11,68	28,85	16,23	28,62	0,86	13,26	12,44	20,06	-0,771	7,25	8,54	20,94
	4	7,17	18,99	10,53	19,08	-0,046	8,504	8,10	13,45	-0,71	4,64	5,24	13,79
2	1	16,92	29,81	0,54	9,87	23,98	33,32	-1,95	4,03	17,59	23,57	12,26	21,60
	2	26,99	44,40	11,23	15,51	27,1	49,33	6,47	6,83	18,55	35,05	19,82	32,92
	3	26,99	44,40	27,1	49,33	11,23	15,51	18,55	35,05	6,47	6,83	19,82	32,92
	4	16,92	29,81	23,98	33,32	0,54	9,87	17,59	23,57	-1,95	4,03	12,26	21,60
1	1	26,71	40,61	7,57	9,26	31,02	49,52	2,19	1,77	21,73	35,32	19,30	29,40
	2	41,90	50,33	2,87	8,33	57,68	63,46	-4,88	-1,95	41,7	44,84	30,28	36,21
	3	41,90	50,33	57,68	63,46	2,87	8,33	41,17	44,84	-4,88	-1,95	30,28	36,21
	4	26,71	40,61	31,02	49,52	7,57	9,26	21,73	35,32	2,19	1,77	19,30	29,40
0	1	36,5	43,07	6,17	5,29	46,50	57,13	-0,704	-1,6	32,9	41,6	26,33	31,21
	2	46,18	54,10	5,30	4,68	60,98	73,32	-4,37	-5,08	46,03	52,12	33,14	39,01
	3	46,18	54,10	60,98	73,32	5,30	4,68	42,03	52,12	-4,37	-5,08	33,14	39,01
	4	36,5	43,07	46,50	57,13	6,17	5,29	32,9	41,6	-0,704	-1,6	26,33	31,21

Bloc B: Portique Longitudinal Intermediaire: Moments et Efforts Normaux dans les poteaux

Pdt	1,35G + 1,5QB				G + QB + 1,2FA				G + QB + 1,2FA				0,8G + FA				0,8G + FA				G + QB				
	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	M <sub>S</sub>	M <sub>I</sub>	N	Nc	
4	1	0,0	0,36	1,08	2,11	5,94	-3,37	-1,33	-0,56	-5,94	3,91	2,93	3,69	4,95	-2,82	-1,13	-0,52	-4,95	3,85	2,41	3,03	0	0,24	0,80	1,565
	2	0	-0,06	2,56	3,94	8,9	-7,0	2,19	3,21	-8,9	7,00	1,61	2,63	7,42	-5,90	1,76	2,58	-7,42	5,80	1,28	2,10	0	-0,04	1,90	2,92
	3	0	0	2,4	3,78	8,9	-7,0	1,78	2,8	-8,9	7,00	1,78	2,8	7,42	-5,83	1,42	2,24	-7,42	5,83	1,42	2,24	0	0	1,78	2,80
	4	0	0	2,4	3,78	8,9	-7,0	1,78	2,8	-8,9	7,00	1,78	2,8	7,42	-5,8	1,42	2,24	-7,4	5,8	1,42	2,24	0	0	1,78	2,80
	5	0	0,06	2,56	3,94	8,9	-6,95	1,61	2,63	-8,9	7,04	2,19	3,21	7,42	-5,8	1,28	2,10	-7,42	5,8	1,76	2,58	0	0,04	1,90	2,92
	6	0	-0,26	1,08	2,11	5,94	-3,91	2,93	3,69	-5,94	3,37	-1,33	-0,56	4,95	-3,25	2,41	3,03	-4,95	2,82	-1,13	-0,52	0	-0,24	0,80	1,565
3	1	0,73	0,81	1,08	6,2	9,44	-6,66	-6,4	-2,5	-8,36	7,88	7,96	11,8	7,85	-5,6	-5,3	-2,3	-6,98	6,55	4,6	9,7	0,54	0,6	0,8	4,62
	2	-0,12	-0,14	2,6	12,3	13,9	-15,4	2,6	9,9	-14,1	15,2	1,2	8,4	11,6	-12,8	2,1	7,9	-11,7	12,7	0,9	6,7	-0,09	-0,1	1,9	9,11
	3	0	0	2,4	11,8	13,97	-15,3	1,78	8,75	-13,97	15,3	1,78	8,75	11,6	-12,7	1,42	7,0	-11,6	12,7	1,42	7,0	0	0	1,78	8,75
	4	0	0	2,4	11,8	13,97	-15,3	1,78	8,75	-13,97	15,3	1,78	8,75	11,6	-12,7	1,42	7,0	-11,6	12,7	1,42	7,0	0	0	1,78	8,75
	5	0,12	0,14	2,6	12,3	14,1	15,2	1,2	8,4	-13,9	15,4	2,6	9,9	11,7	-12,7	0,9	6,7	-11,6	12,8	2,1	7,9	0,09	0,1	1,90	9,11
	6	-0,73	-0,81	1,08	6,2	8,36	-7,88	7,96	11,8	-9,44	6,66	-6,4	-2,5	6,98	-6,55	6,6	9,7	-7,85	5,6	-5,3	-2,3	-0,54	-0,6	0,80	4,62
2	1	0,79	0,79	4,2	10,4	11,9	-9,9	-12,5	-7,9	-10,7	11,1	18,7	23,3	9,92	-8,2	-10,5	-6,9	-8,97	9,2	15,5	19,1	0,59	0,59	3,09	7,675
	2	-0,13	-0,13	9,5	20,6	17,9	-17,2	8,3	16,6	-18,2	17,9	5,9	14,1	15,0	-15,2	6,7	13,2	-15,2	15,0	4,6	11,2	-0,1	-0,1	7,07	15,29
	3	0	0	9,1	19,8	18,1	-18,1	6,7	14,7	-18,1	18,1	6,7	14,7	15,1	-15,1	5,4	11,8	-15,1	15,1	5,4	11,8	0	0	6,71	14,7
	4	0	0	9,1	19,8	18,1	-18,1	6,7	14,7	-18,1	18,1	6,7	14,7	15,1	-15,1	5,4	11,8	-15,1	15,1	5,4	11,8	0	0	6,71	14,7
	5	0,13	0,13	9,5	20,6	18,2	-17,9	5,9	14,1	-17,9	18,2	8,3	16,6	15,2	-15,0	4,6	11,2	-15,0	15,2	6,7	13,1	0,1	0,1	7,07	15,29
	6	-0,79	-0,79	4,2	10,4	10,7	11,1	18,7	23,3	-11,9	9,9	-12,5	-7,9	8,97	-9,2	15,5	19,1	-9,92	8,2	-10,5	-6,9	-0,59	-0,59	3,09	7,675
1	1	0,79	0,79	7,3	14,5	14,3	-13,1	-21,6	-16,2	-13,1	14,3	32,3	37,7	11,9	-10,9	-18,1	-13,9	-10,9	11,9	24,8	31,0	0,59	0,59	5,38	10,73
	2	-0,13	-0,13	16,5	29,0	20,2	-20,4	14,8	24,0	-20,4	20,2	0,7	18,9	46,8	-17,0	11,9	19,3	-17,0	16,8	7,6	15,0	-0,1	-0,1	12,23	21,47
	3	0	0	15,7	27,9	20,3	-20,3	11,6	20,6	-20,3	20,3	11,6	20,6	16,9	-16,9	9,3	16,5	-16,9	16,9	9,3	16,5	0	0	11,64	20,65
	4	0	0	15,7	27,9	20,3	-20,3	11,6	20,6	-20,3	20,3	11,6	20,6	16,9	-16,9	9,3	16,5	-16,9	16,9	9,3	16,5	0	0	11,64	20,65
	5	0,13	0,13	16,5	29,0	20,4	-20,2	9,7	18,9	-20,2	20,4	14,8	24,0	17,0	-16,8	7,6	15,0	-16,8	16,9	11,9	19,3	0,1	0,1	12,23	21,47
	6	-0,79	-0,79	7,3	14,5	13,1	-14,3	32,3	37,7	-14,3	13,1	-21,6	-16,2	10,9	-11,9	28,8	31,0	-11,9	10,9	-18,1	-13,9	-0,59	-0,59	5,38	10,73
0	1	0,14	0,46	10,3	16,4	3,3	-3,9	-18,9	-14,4	-3,1	4,6	34,2	38,7	2,8	-3,3	-15,9	-12,4	-2,6	3,8	28,3	31,9	0,1	0,34	7,67	12,17
	2	-0,02	-0,07	23,5	33,3	5,1	-6,3	21,1	28,3	-5,1	6,3	13,7	20,9	4,3	-5,3	17,0	22,8	-4,3	5,2	10,8	16,6	-0,015	-0,052	17,39	24,63
	3	0	0	22,4	31,9	5,1	-6,3	16,6	23,6	-5,1	6,3	16,6	23,6	4,3	-5,2	13,3	18,9	-4,3	5,2	13,3	18,9	0	0	16,57	23,63
	4	0	0	22,4	31,9	5,1	-6,3	16,6	23,6	-5,1	6,3	16,6	23,6	4,3	-5,2	13,3	18,9	-4,3	5,2	13,3	18,9	0	0	16,57	23,63
	5	0,02	0,07	23,5	33,3	5,1	-6,2	13,7	20,9	-5,1	6,3	21,1	28,3	4,3	-5,2	10,8	16,6	-4,3	5,3	17,0	22,8	0,015	0,052	17,39	24,63
	6	-0,14	-0,46	10,3	16,4	3,1	-4,6	34,2	38,7	-3,3	3,9	-18,9	-14,4	2,6	-3,8	28,3	31,9	-2,8	3,3	-15,9	-12,4	-0,1	-0,34	7,67	12,17

59

Ferrailage

# Ferrailage des Poutres

Conformément à l'article B-6 des Regles B.A.E.L 80, il ne sera fait état dans des calculs des efforts normaux dans les poutres.

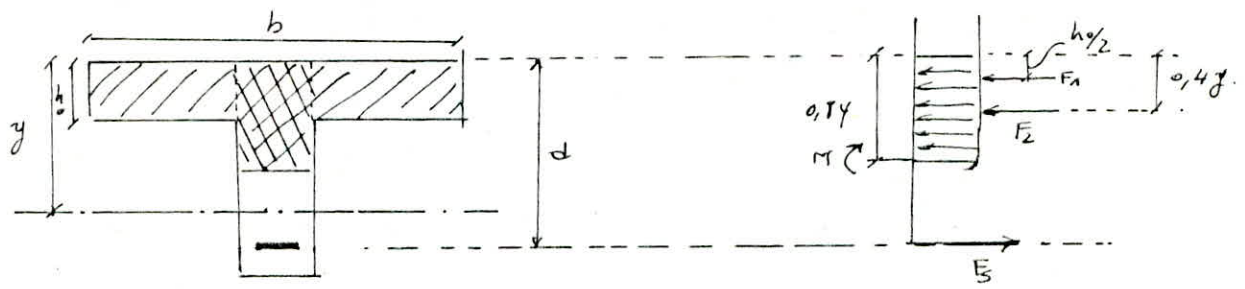
Donc les poutres seraient ferrillées en flexion simple. Nous calculerons la section d'acier sous  $S P_1$  et sous la plus défavorable des sollicitations  $S P_2$ , puis on prendra la plus grande.

Méthode de calcul: on utilisera le diagramme de contrainte rectangulaire pour le béton au lieu du diagramme parabole-rectangulaire. Pour les portiques de rive, les poutres ont des sections rectangulaires de largeur  $b$  et de hauteur  $h$ .

Pour les portiques intermédiaire, nous avons eu travée des sections en  $T_e$ , et aux appuis des sections rectangulaires.

La méthode est exposée largement dans le Règlement, nous en donnerons donc un résumé.

## 1) cas des sections en travée ( $T_e$ ).



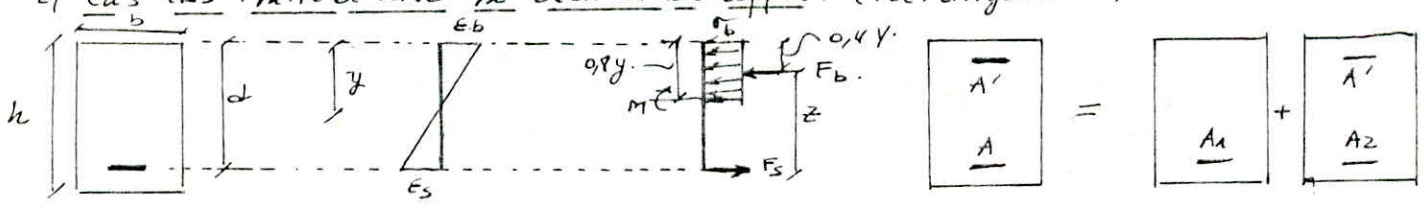
$M_0 = \bar{\sigma}_b \cdot b \cdot h_0 \cdot (d - \frac{h_0}{2})$  ; si  $M \leq M_0$  la table reprend les efforts de compression.

si  $M > M_0$  une partie de la nervure est sollicitée.

$F_1 = \bar{\sigma}_b \cdot (b - b_0) \cdot h_0$  ;  $M_n = M - \bar{\sigma}_b \cdot (b - b_0) \cdot h_0 \cdot (d - \frac{h_0}{2})$  ;  $\mu = \frac{M}{\bar{\sigma}_b \cdot b_0 \cdot d^2}$

$\mu$  connue d'où  $\beta, 1000 E_s (\sigma_s)$ ,  $t_b \cdot \gamma$  (Annexe).  $A = \frac{M_n / \beta d + \bar{\sigma}_b \cdot (b - b_0) \cdot h_0}{\sigma_s}$ .

## 2) cas des Poutres de Rive ou section en appui: (rectangulaires).



### 1°) Procédé de calcul.

- ou calcul  $\bar{\sigma}_b = \frac{0.87 \cdot f_{c28}}{\gamma_b}$

$f_{c28} = 250 b$ .  $\left\{ \begin{array}{l} \gamma_b = 1.5 \text{ pour le 1}^\circ \text{ genre (SP1)} \\ \gamma_b = 1.15 \text{ pour le 2}^\circ \text{ genre (SP2)} \end{array} \right.$

- calcul de  $\mu = \frac{M}{\bar{\sigma}_b \cdot b \cdot d^2} \rightarrow M_e, d = (0.87)^{-1} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2\mu})$ ;  $y = d \cdot \beta$

$\beta = 1 - 0.4 d$  ;  $z = \beta \cdot d$ .

d'après le type d'acier choisi on a  $\mu_e, \beta_e, d_e, 1000 E_e$ .

Acier FeE40 type 1 :  $f_e \approx 4000$  b. ;  $\mu_1 = 0,392$  ;  $\beta_1 = 0,733$  ;  $d_1 \leq 0,668$  ;  $\sigma_s \approx 3480$  b.

si  $\mu \leq \mu_e \rightarrow M < M_e \rightarrow A' = 0$ .  $\bar{\sigma}_s = \frac{f_e}{\sigma_s} < \begin{cases} \bar{\sigma}_s = 1,15 \text{ pour le 1}^\circ \text{ genre (SP1).} \\ \bar{\sigma}_s = 1 \text{ pour le 2}^\circ \text{ genre (SP2).} \end{cases}$

$$A = \frac{M}{\beta_1 \cdot d \cdot \bar{\sigma}_s} ; A' = 0.$$

si  $\mu > \mu_e \rightarrow M > M_e \rightarrow A' \neq 0$  ; on choisit donc  $s'$  pour des  $\bar{\sigma}_s$  inférieurs aux valeurs citées dans le tableau donné en II.B. et ce pour tenir  $\bar{\sigma}'_s = \bar{\sigma}_s = f_e / \sigma_s$ .

on calcul  $M_{f1} = \mu_e \cdot \bar{\sigma}_b \cdot d^2$  ;  $M_{f2} = M - M_{f1}$ .

d'où  $A' = \frac{M_{f2}}{(d - s' \cdot d) \bar{\sigma}'_s}$  et  $A = \frac{M_{f2}}{\beta_1 \cdot d \cdot \bar{\sigma}_s} + A' \frac{\sigma'_s}{\sigma_s}$ .

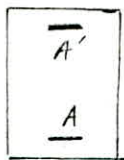
Seulement dans le cas des appuis on a des sections sollicitées par 2 moments antagonistes suivant le sens de séisme choisi ; Alors calculera les sections suivant les 2 moments.

On prendra le moment positif en appui et on calculera  $A'$ . puis ayant ces armatures comprimées, on calculera  $A$  avec le second moment.

la section  $A'$  pouvant équilibrer un moment  $M_{f2} = A' (d - s' \cdot d) \bar{\sigma}'_s$  ;  $M_{f1} = M - M_{f2}$

$A'$  connue ; on calcul  $A_1 = \frac{M_{f1}}{\beta_1 \cdot d \cdot \bar{\sigma}_s}$

$M_{f1} = M - M_{f2}$  ;  $\mu_1 = \frac{M_{f1}}{\bar{\sigma}_b \cdot b \cdot d^2} \rightarrow \beta_1, \bar{\sigma}_s$ .



si  $\mu_1 > \mu_e$  d'où renforcement de la section.

$0,186 \leq \mu_1 \leq \mu_e$  ce qui est toujours le cas (car  $M$  important) ; Alors nous

donnons dans le pivot B. d'où  $A = A_1 + A' \cdot \frac{\sigma'_s}{\sigma_s}$

Et les résultats sont récapitulés dans les tableaux qui suivront : calcul de  $A'$  avec  $\mu, \alpha, \beta$ . et de  $A$  après avoir connu  $A'$ .

$A \geq A_{min} = 0,23 b \cdot d \cdot f_{t28} / f_e$ .

Verifications des contraintes : (Art. A.4.5. B. A-E-L).

• Contrainte maximale du béton  $\sigma_b \leq 0,6 f_{c28}$ .

• Etat limite des déformations (Art. B, 6,5,1).

si  $\frac{k}{e} \geq 1/46$  ;  $\frac{h_e}{e} \geq \frac{1}{10} \frac{M_e}{M_0}$  et  $\frac{A}{b \cdot d} \leq \frac{412}{f_e}$  y'a pas lieu de vérifier la flèche.



BOC A : Portique Transversal Intermediaire : Armatures en travées et aux appuis sous  $S_{P1}$  et  $S_{P2}$ .

Arm. en travées sous  $S_{P1}$

Arm. en travées sous  $S_{P2}$

Arm. adoptée max ( $S_{P1}, S_{P2}$ ).

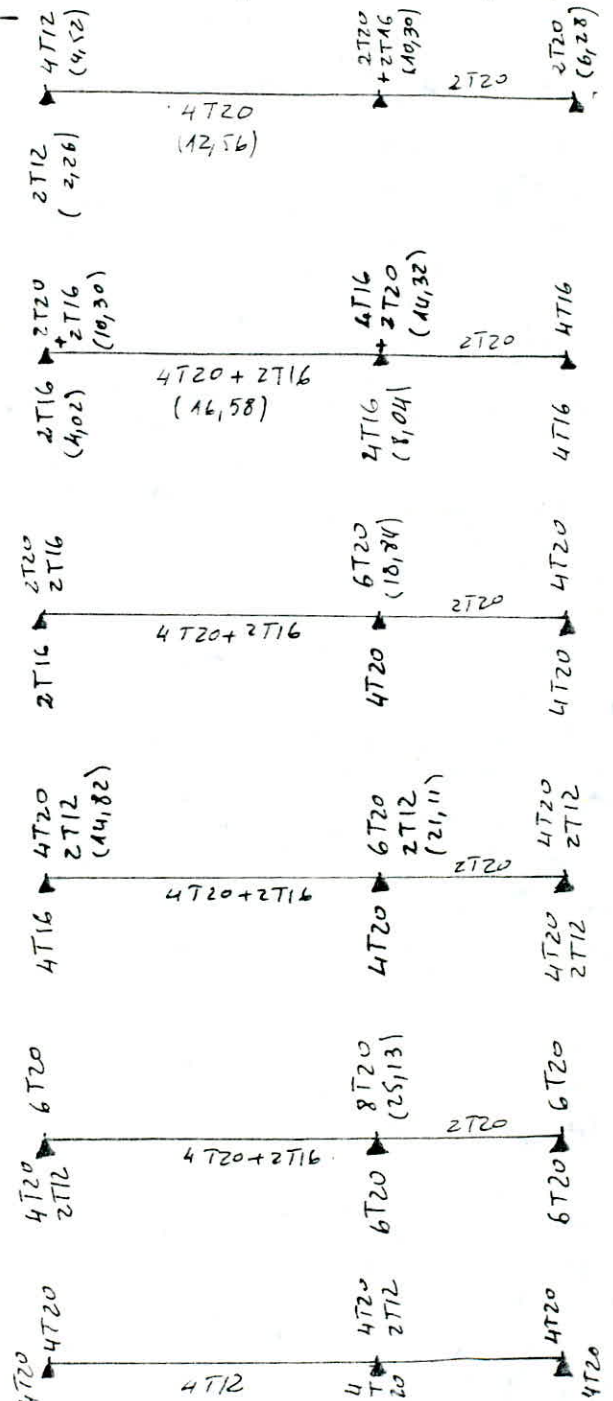
niv	trav	$M_{u1}$	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	$A_{sup}$	$A_{inf}$	$M_{u2}$	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	$A_{sup}$	$A_{inf}$
5	1	15,90	0,2	0,28	0,78	—	12,00	1	10,80	0,13	0,94	—	6,65
	2	-0,50	0,006	0,007	1,0	0,33	—	2	-1,58	0,015	0,02	0,99	0,93
4	1	20,29	0,25	0,38	0,74	—	16,00	1	14,47	0,14	0,92	—	9,11
	2	0,72	0,009	0,01	0,99	0,50	—	2	-1,14	0,011	0,013	0,99	0,66
3	1	20,20	0,25	0,37	0,74	—	15,92	1	18,40	0,17	0,24	0,9	11,88
	2	0,75	0,009	0,011	0,99	0,51	—	2	-1,35	0,013	0,014	0,99	0,70
2	1	20,20	0,25	0,37	0,74	—	15,92	1	15,89	0,15	0,21	0,91	10,10
	2	0,75	0,009	0,011	0,99	0,51	—	2	-1,35	0,013	0,016	0,99	0,80
1	1	20,20	0,26	0,37	0,74	—	15,92	1	15,84	0,15	0,21	0,91	10,10
	2	0,75	0,009	0,011	0,99	0,51	—	2	-1,39	0,013	0,016	0,99	0,80
0	1	2,277	0,03	0,04	0,98	—	1,545	1	3,23	0,03	0,04	0,98	1,91
	2	-0,098	0,001	0,001	0,99	0,062	—	2	-0,55	0,005	0,007	0,99	0,32

$k_t = 50$ ;  $d = 45$ ;  $\delta' = 0,11$   $\rightarrow$   $F_c = 40$   $\rightarrow$   $\mu_c = 0,392$ ;  $\alpha_c = 0,668$ ;  $\beta_c = 0,733$ .

Armatures aux appuis sous  $S_{P1}$

Arma. aux appuis sous  $S_{P2}$

niv	app	$M_{u1}$	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	$A_{sup}$	$A_{inf}$	$M_{u2}$	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	$A_{sup}$	$A_{inf}$
5	1	3,98	0,05	0,04	0,97	2,73	—	1	6,6/-1,7	0,064	0,08	0,96	3,79
	2	13,23	0,16	0,23	0,90	9,75	—	2	14,6	0,14	0,19	0,92	9,20
	3	0,27	0,004	0,004	0,99	0,18	—	3	4,57/-4,3	0,05	0,06	0,97	2,84
4	1	9,09	0,11	0,15	0,93	6,48	—	1	16,7/-6	0,053	0,07	0,97	9,54
	2	17,28	0,21	0,31	0,87	13,21	—	2	23/-8,7	0,077	0,1	0,95	13,02
	3	0,63	0,008	0,01	0,99	0,42	—	3	13/-13,2	0,12	0,17	0,93	8,10
3	1	9,39	0,11	0,15	0,93	6,71	—	1	16,7/-6	0,05	0,07	0,97	9,54
	2	17,34	0,22	0,31	0,87	13,23	—	2	31/-14	0,13	0,18	0,92	17,70
	3	0,65	0,008	0,01	0,99	0,44	—	3	20/-19	0,16	0,22	0,90	12,06
2	1	9,39	0,11	0,15	0,93	6,71	—	1	24/-15	0,13	0,17	0,92	14,64
	2	17,34	0,21	0,31	0,87	13,23	—	2	34/-21	0,17	0,24	0,90	21,09
	3	0,69	0,008	0,01	0,99	0,44	—	3	23,5/-23	0,2	0,29	0,88	14,90
1	1	9,39	0,11	0,15	0,93	6,71	—	1	30/-22,9	0,2	0,28	0,88	18,61
	2	17,34	0,21	0,31	0,87	13,23	—	2	40/-28,5	0,22	0,32	0,86	25,17
	3	0,65	0,008	0,01	0,99	0,44	—	3	28,1/-28	0,24	0,36	0,85	18,95
0	1	1,215	0,05	0,02	0,99	0,81	—	1	17,8/-16,2	0,14	0,20	0,93	11,08
	2	2,313	0,03	0,04	0,98	1,67	—	2	22,3/-19	0,16	0,23	0,90	13,90
	3	0,085	0,001	0,001	0,99	0,06	—	3	19,8/-19,8	0,17	0,24	0,90	12,38

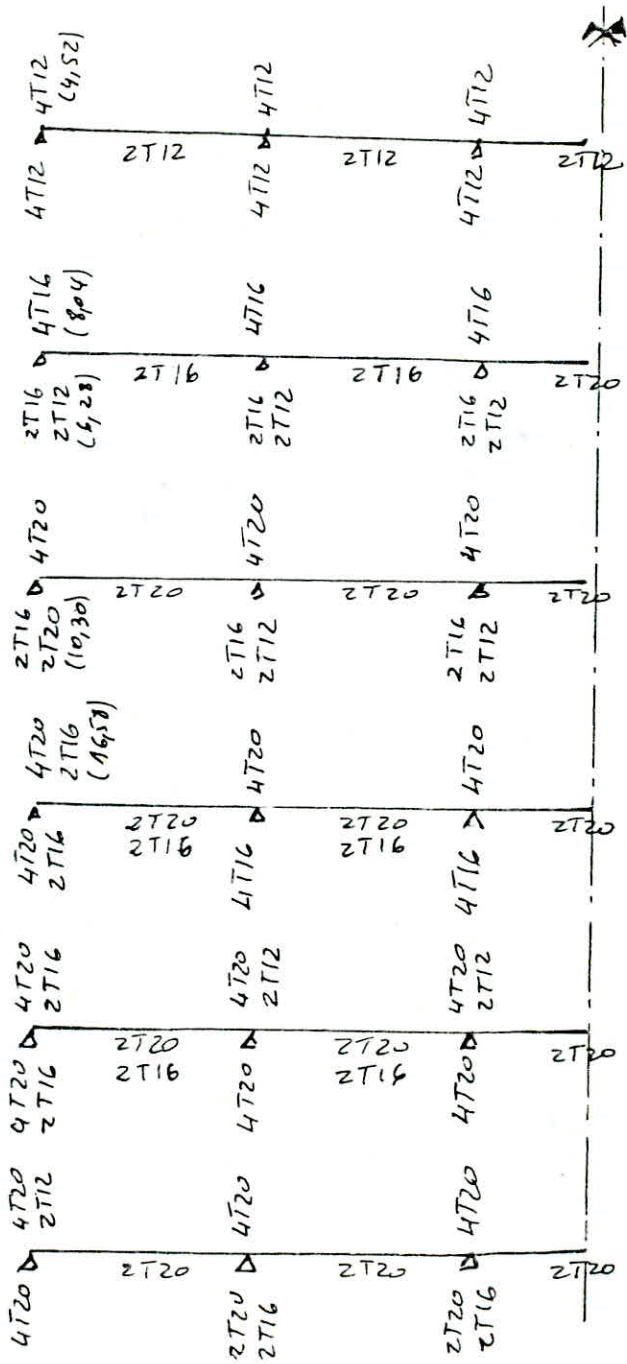


Bloc A: Armatures en travées et aux appuis sous  $SP_1/SP_2$ ; Portique longitudinal du 1<sup>er</sup> étage.  
 $h=40\text{cm}; b=30\text{cm}; d=35\text{cm}; S' = \frac{S}{S_2} = 0,113 < 0,33 \rightarrow FeE40 \text{ type 1.} \rightarrow \sigma_s = \sigma_{s2} = \frac{4}{6}$ ; Armatures adoptées.

$\mu = 0,302; \alpha_e = 0,668; \beta_e = 0,733$

- 59 -

NIV	ÉTAG	Mx (kN)	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Ainf.	APP	Mx (kN)	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Asup.	Ainf.
5	1'	0,77	0,016	0,021	0,99	0,72	5	0,37	0,087	0,09	0,99	0,30	---
		1,00	0,014	0,02	0,99	0,71		$\pm 3,71$	0,054	0,07	0,97	2,73	2,73
	2'	0,73	0,014	0,017	0,99	0,60		0,91	0,017	0,02	0,99	0,79	---
		0,38	0,006	0,007	0,99	0,27		$\pm 3,22$	0,047	0,06	0,97	2,36	2,36
	3'	0,76	0,014	0,017	0,97	0,61		0,81	0,015	0,02	0,99	0,65	---
		0,44	0,006	0,007	0,99	0,29		$\pm 3,15$	0,046	0,06	0,97	2,30	2,30
4	1'	2,18	0,041	0,053	0,97	1,83	4	1,55	0,03	0,04	0,98	1,30	---
		2,012	0,03	0,04	0,98	1,52		9/7	0,10	0,13	0,94	7,30	5,30
	2'	2,013	0,04	0,05	0,97	1,43		2,71	0,05	0,06	0,97	2,30	---
		1,04	0,02	0,026	0,98	1,01		9/8	0,11	0,15	0,93	7,09	6,09
	3'	2,08	0,04	0,05	0,97	1,43		2,27	0,043	0,05	0,97	1,00	---
		1,11	0,016	0,02	0,99	0,80		8,8/6	0,088	0,11	0,95	7,50	4,50
3	1'	2,17	0,041	0,053	0,97	1,82	3	1,60	0,03	0,04	0,98	1,36	---
		2,23	0,032	0,041	0,98	1,62		15/13	0,19	0,26	0,89	12,40	10,40
	2'	2,02	0,04	0,05	0,97	1,43		2,71	0,05	0,06	0,97	3,30	---
		1,04	0,02	0,026	0,98	1,01		13,3/10	0,14	0,20	0,91	11,76	7,76
	3'	2,08	0,04	0,05	0,97	1,43		2,27	0,043	0,05	0,97	1,90	---
		1,10	0,016	0,02	0,99	0,80		14/10	0,14	0,20	0,91	11,76	7,76
2	1'	2,17	0,041	0,053	0,97	1,82	2	1,60	0,03	0,04	0,98	1,36	---
		2,41	0,04	0,05	0,98	1,93		20/18	0,26	0,39	0,84	15,25	15,26
	2'	2,02	0,04	0,05	0,97	1,43		2,71	0,05	0,06	0,97	2,30	---
		1,04	0,02	0,026	0,98	1,01		18/14	0,20	0,29	0,88	14,32	11,32
	3'	2,08	0,04	0,05	0,97	1,43		2,27	0,043	0,05	0,97	1,90	---
		1,10	0,016	0,02	0,99	0,80		18/14	0,20	0,29	0,88	14,32	11,32
1	1'	2,17	0,041	0,05	0,97	1,82	1	2,71	0,05	0,06	0,91	2,30	---
		4,32	0,064	0,08	0,96	3,21		20/16	0,23	0,34	0,86	16,23	13,23
	2'	2,02	0,04	0,05	0,97	1,43		2,71	0,05	0,06	0,91	2,30	---
		1,04	0,02	0,026	0,98	1,01		20/16	0,23	0,34	0,86	16,23	13,23
	3'	2,08	0,04	0,05	0,97	1,43		2,27	0,043	0,05	0,97	1,90	---
		1,10	0,016	0,02	0,99	0,80		20/16	0,23	0,34	0,86	16,23	13,23
0	1'	1,30	0,020	0,024	0,99	1,03	0	0,60	0,016	0,021	0,99	0,72	---
		3,20	0,047	0,06	0,97	2,34		17/12	0,20	0,24	0,88	14,32	11,32
	2'	1,09	0,02	0,026	0,98	0,90		1,45	0,021	0,027	0,99	0,94	---
		0,56	0,008	0,01	0,99	0,40		14/12	0,17	0,24	0,90	11,50	9,50
	3'	1,14	0,021	0,027	0,98	0,94		1,3	0,022	0,028	0,99	0,93	---
		0,61	0,01	0,01	0,99	0,50		14/12	0,17	0,24	0,90	11,50	9,50



Bloc B Portique Transversal Intermédiaire; Armature en travées et aux appuis dans les poutres.

Armatures en travées sous SP1

Arm. travées sous SP2

NIV	Etat	Mx	$\mu$	d	$\beta$	A <sub>sup</sub>	A <sub>inf.</sub>	Mx	$\mu$	d	$\beta$	A <sub>sup</sub>	A <sub>inf.</sub>	
4	1'	15,73	0,2	0,28	0,88	—	11,85	1'	10,59	0,1	0,13	0,84	—	6,51
	2'	-3,85	0,048	0,062	0,97	2,64	—	2'	-4,64	0,045	0,06	0,97	2,76	—
3	1'	20,33	0,25	0,38	0,84	—	16,04	1'	14,65	0,14	0,19	0,92	—	9,23
	2'	-1,98	0,025	0,03	0,98	1,34	—	2'	-3,07	0,03	0,04	0,98	1,81	—
2	1'	20,33	0,25	0,38	0,84	—	16,04	1'	15,99	0,15	0,21	0,91	—	10,16
	2'	-1,98	0,025	0,03	0,98	1,34	—	2'	-3,00	0,03	0,037	0,98	1,77	—
1	1'	20,33	0,25	0,38	0,84	—	16,04	1'	19,97	0,19	0,27	0,89	—	13,04
	2'	-1,98	0,025	0,03	0,98	1,34	—	2'	-3,00	0,03	0,037	0,98	1,77	—
0	1'	2,29	0,029	0,036	0,98	—	1,55	1'	4,38	0,042	0,04	0,97	—	2,60
	2'	-0,24	0,003	0,004	0,99	0,99	—	2'	-0,77	0,001	0,001	0,99	0,06	—

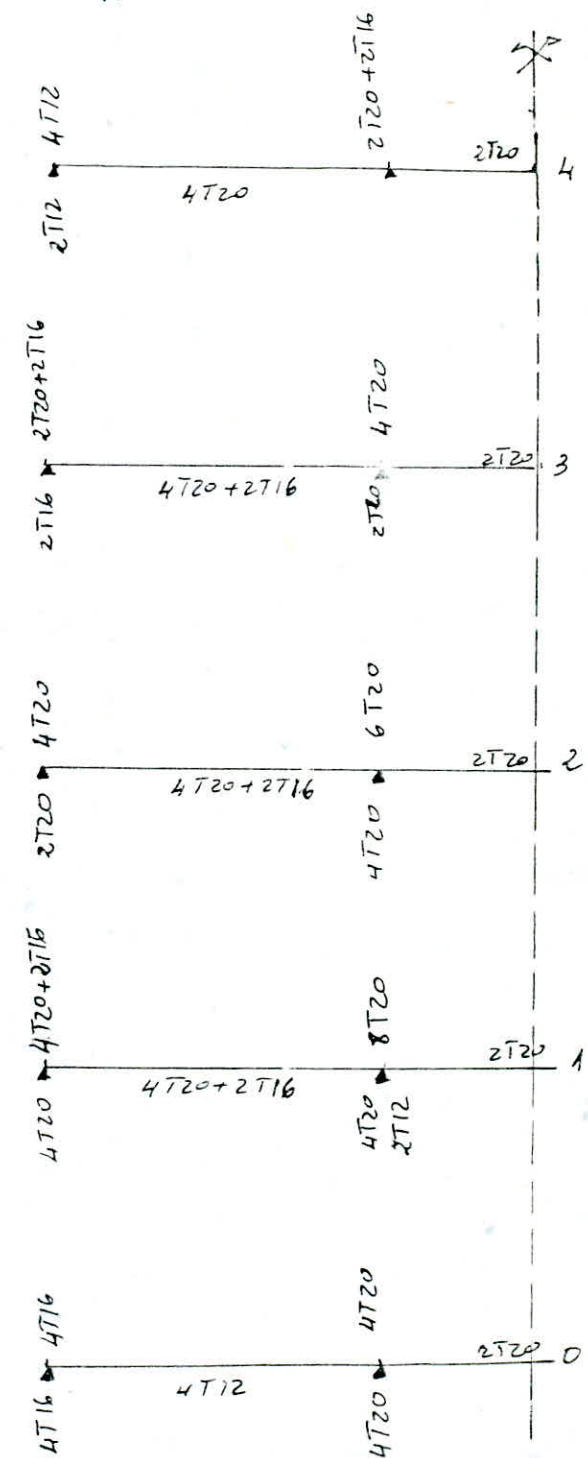
-119

$h_t = 50$  ;  $d = 45$  ;  $\delta' = 0,11 < 0,27 \rightarrow \sigma'_s = \sigma_s = \frac{f_c}{\gamma_s}$  ; Aus Fe E40 type 1 ;  $\epsilon_b II: A,5 \rightarrow$   
 $\rightarrow 1000 E_s = 1,739$  ;  $\mu = 0,392$  ;  $\alpha = 0,668$  ;  $\beta = 0,733$ .

Arm aux appuis sous SP1

Arm. aux appuis sous SP2

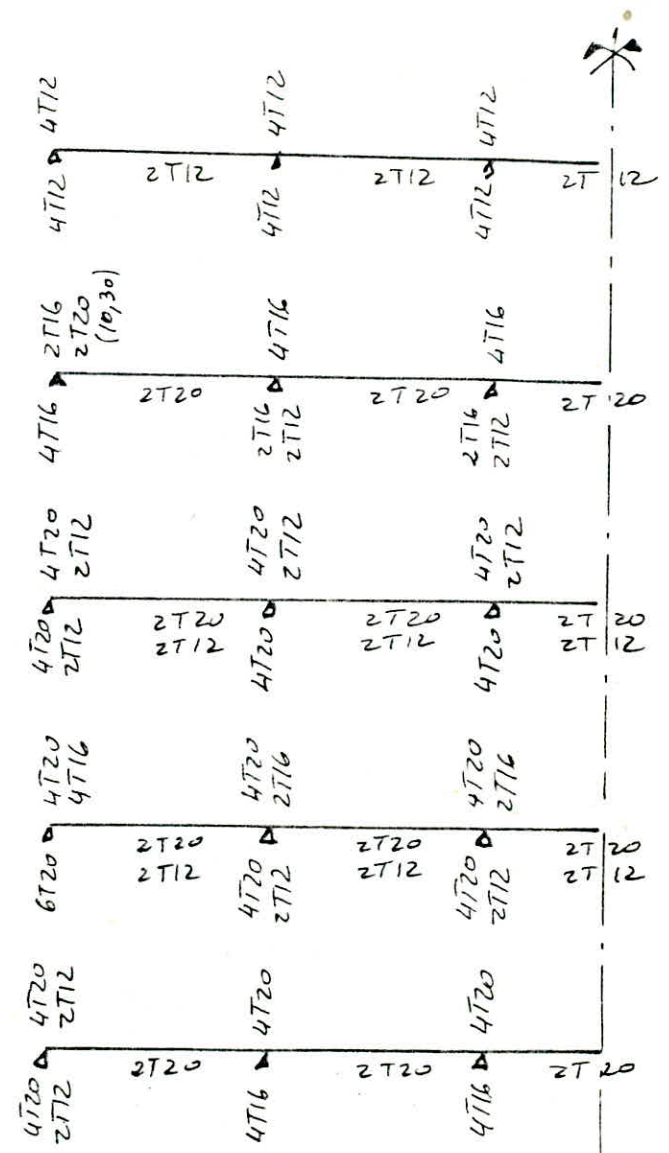
NIV	App	Mx t.m	$\mu$	d	$\beta$	A <sub>sup</sub>	A <sub>inf.</sub>	Mx	$\mu$	d	$\beta$	A <sub>sup</sub>	A <sub>inf.</sub>	
4	1	4,42	0,051	0,065	0,97	2,90	—	1	6,9/-1,5	0,013	0,016	0,99	3,95	0,83
	2	13,24	0,15	0,21	0,91	9,24	—	2	14,57	0,14	0,19	0,92	9,20	0,46
3	1	9,013	0,1	0,13	0,94	6,086	—	1	16/-6	0,05	0,07	0,97	9,43	3,43
	2	17,23	0,2	0,28	0,88	12,41	—	2	21/-7	0,06	0,08	0,96	12,38	4,02
2	1	9,30	0,1	0,14	0,94	6,30	—	1	26/11,7	0,1	0,13	0,94	12,17	6,88
	2	17,28	0,2	0,28	0,88	12,45	—	2	30/16	0,14	0,2	0,92	18,41	9,63
1	1	9,30	0,1	0,14	0,94	6,30	—	1	25/16	0,14	0,2	0,92	15,40	9,63
	2	17,28	0,2	0,28	0,88	12,45	—	2	37/23	0,2	0,28	0,88	23,17	14,45
0	1	1,22	0,014	0,02	0,99	0,78	—	1	14/11,8	0,1	0,13	0,94	8,64	6,94
	2	2,306	0,03	0,03	0,98	1,49	—	2	19,3/-18	0,16	0,21	0,91	12,34	10,96



BLOC B: Armatures en travées et aux appuis sous  $S_{P1} / S_{P2}$   
 $h_t = 40 \text{ cm}; b = 30 \text{ cm}; d = 35 \text{ cm}; \delta' = \frac{5}{35} = 0,143 < 0,33 \rightarrow \text{FeE40 type 1} \rightarrow \sigma_s = \sigma_s' = f_{t\delta_s}; \mu = 0,392; d_e = 0,668; \beta_0 = 0,733$

Portique Longitudinal Intermed.  
 Armatures adoptées.

htx	trav	M <sub>at</sub> (kNm)	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	A <sub>inf</sub>	app	M <sub>tr</sub> (kNm)	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	A <sub>sup</sub>	A <sub>inf</sub>
5	1'	0,87	0,016	0,021	0,99	0,72	1	0,364	0,007	0,09	0,99	0,30	—
		1,06	0,014	0,02	0,99	0,72		±4,80	0,07	0,091	0,06	3,60	3,60
	2'	0,73	0,014	0,014	0,99	0,60	2	0,96	0,017	0,02	0,99	0,79	—
		0,38	0,002	0,007	0,99	0,27		4,2/-3	0,044	0,056	0,97	3,34	2,19
	3'	0,76	0,014	0,017	0,99	0,61	3	0,81	0,015	0,02	0,99	0,65	—
		0,41	0,006	0,007	0,99	0,29		2,1/-3	0,044	0,056	0,97	3,34	2,19
4	1'	2,18	0,041	0,053	0,97	1,83	1	1,56	0,03	0,04	0,98	1,30	—
		2,06	0,03	0,04	0,98	1,52		11,4/-9,2	0,13	0,18	0,92	9,32	7,09
	2'	2,013	0,04	0,05	0,97	1,43	2	2,7	0,05	0,06	0,97	2,30	—
		1,04	0,02	0,026	0,98	1,01		10,6/-7,2	0,1	0,14	0,94	8,52	5,45
	3'	2,08	0,04	0,05	0,97	1,43	3	2,27	0,043	0,05	0,97	1,90	—
		1,10	0,014	0,02	0,99	0,80		10,3/-7,2	0,1	0,14	0,94	8,52	5,45
3	1'	2,17	0,041	0,053	0,97	1,82	1	1,60	0,03	0,04	0,98	1,36	—
		2,09	0,04	0,05	0,97	1,63		18,1/-16	0,23	0,34	0,86	14,97	13,24
	2'	2,02	0,04	0,05	0,97	1,43	2	2,71	0,05	0,06	0,97	2,30	—
		1,04	0,02	0,026	0,98	1,01		17,1/-13,5	0,19	0,27	0,88	14,05	10,86
	3'	2,08	0,04	0,05	0,97	1,43	3	2,27	0,043	0,05	0,97	1,90	—
		1,10	0,016	0,02	0,99	0,80		17,1/-13,5	0,19	0,27	0,88	14,05	10,86
2	1'	2,17	0,041	0,053	0,97	1,82	1	1,6	0,03	0,04	0,98	1,36	—
		3,7	0,054	0,07	0,97	2,73		25,1/-22,8	0,3	0,46	0,81	19,80	17,99
	2'	2,02	0,04	0,05	0,97	1,43	2	2,71	0,05	0,06	0,97	2,30	—
		1,04	0,02	0,026	0,98	1,01		20,4/-17	0,23	0,34	0,86	16,13	13,38
	3'	2,08	0,04	0,05	0,97	1,43	3	2,27	0,043	0,05	0,97	1,90	—
		1,10	0,016	0,02	0,99	0,80		20,5/-17	0,23	0,34	0,86	16,13	13,38
1	1'	1,29	0,02	0,021	0,99	1,03	1'	0,60	0,016	0,04	0,99	0,72	—
		2,95	0,043	0,05	0,97	2,16		18,1/-17	0,23	0,34	0,86	14,98	13,38
	2'	1,09	0,02	0,026	0,98	0,90	2'	1,45	0,02	0,027	0,99	0,94	—
		0,56	0,008	0,01	0,99	0,40		14,1/-12	0,16	0,22	0,91	11,01	8,62
	3'	1,14	0,021	0,027	0,98	0,94	3'	1,3	0,022	0,028	0,99	0,99	—
		0,61	0,007	0,01	0,99	0,50		14,1/-12	0,16	0,22	0,91	11,01	8,62



~65~

Etant donné que les poutres longitudinales ne sont pas porteuses de charges verticales et ne sont sollicitées que par les forces sismiques elle doivent avoir des armatures en appuis plus ou moins symétriques. Aussi les armatures en travées sont faibles, alors on adoptera le minimum prévu par le R.P.A (Art. 4.3.2), à savoir la moitié des armatures en appuis calculées sous  $S_{P2}$  [ $A_r(S_{P2}) > A_r(S_{P1})$ ]. les vérifications sont  $S_{P2}$  (service).

• nivo: les longrines seront calculées selon le R.P.A sous 1/10 (sd meuble) et on prendra le maximum.

Verifications diverses:

Toutes les verifications seront faites à l'aide de la sollicitation  $SP_3$

1<sup>re</sup> etat limite de compression du beton: Afin d'éviter la formation des fissures; la contrainte de compression du beton est limitée à  $0,6 f_{cj}$   
 Cette verification devient inutile si l'on a:

$$p \leq 2\% \text{ avec } p = \frac{A_s}{b.d.}$$

Pour les sections rectangulaires en flexion simple et dont les armatures sont en acier Fe40 on admet que la verification suivante nous dispense de la première:

$$\alpha = \frac{\gamma_u}{d} \leq \frac{M_u/M_{ser} - 1}{2} + \frac{f_{cj}}{100}$$

•  $\gamma = M_u/M_{ser} - 1 \rightarrow \alpha \leq 8/2 = 0,25$  ;  $\sigma_b \leq 0,6 f_{c28} = 150 \text{ b.}$

2<sup>re</sup> Verification à l'etat limite d'ouverture des fissures (A. 4.5.3, BAEL)

• fissuration préjudiciable:

\* la contrainte de traction des armatures est limitée à  $\min(\frac{2}{3} f_e; 150 \text{ b.})$

FeE40  $\rightarrow f_e = 400 \text{ b.}$  ;  $\eta$  - coefficient de fissuration = 1,6 (H.A).

$\phi_f > 6 \text{ mm.}$

\* si  $\phi_f > 20$  l'écartement entre elles dans le sens horizontale doit  $< 4 \phi_f$ .

• donc  $\sigma_s \leq \min(2493 \text{ b.}, 2400 \text{ b.}) \rightarrow \sigma_s \leq 2400 \text{ b.}$

3<sup>re</sup> Verification à l'etat limite de service vis-a-vis des deformations

Si les 2 inégalités suivantes sont vérifiées, le calcul des fleches est inutile.

$$\frac{A}{b.d} \leq \frac{42}{f_e} ; \frac{h}{d} \geq \frac{1}{16} ; \frac{h}{l} \geq \frac{1}{10} \frac{M_E}{M_0} ; \text{Poutre } 30 \times 50 ; \text{Poutre } 30 \times 40.$$

Poutre  $30 \times 40$  ;  $l = 480 \text{ cm.} \rightarrow h/l = 0,083 > 0,0625$

Poutre  $30 \times 50$  ;  $l = 625 \text{ cm.} \rightarrow h/l = 0,08 > 0,0625$

Reste à vérifier.  $A \leq 1216 \text{ cm}^2$  pour les poutres longitudinales (ce qui est toujours vérifié). non chargées.

$A \leq 15,75 \text{ cm}^2$  pour les poutres transversales

4<sup>re</sup> condition de non fragilité :  $p = \frac{A_s}{b.d} \geq 0,23 \frac{f_{cj}}{f_e} = 1,29 \cdot 10^{-3}$

5<sup>o</sup> état ultime du béton de l'âme.

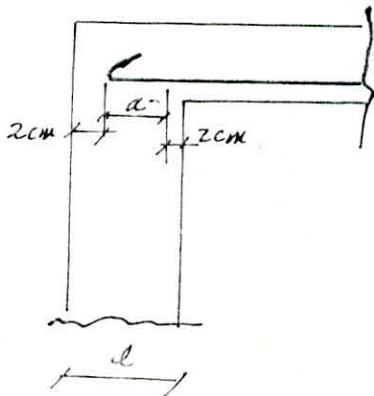
Lorsque la fissuration est jugée préjudiciable, la contrainte  $\bar{\epsilon}_u$  est limitée par  $\bar{\epsilon}_u \leq \min(0,10 f_{cj}, 30b)$ .

$$\bar{\epsilon}_u \leq \min(25b, 30b) \rightarrow \bar{\epsilon}_u \leq 25 \text{ bars.}$$

$$\bar{\epsilon}_u = \frac{V_u}{bd} \quad V_u - \text{Effort tranchant de service. } (Q_B + G).$$

6<sup>o</sup> Condition aux appuis (A.5.1, 313 B.A.E.L).

ou doit vérifier que :  $\frac{2V_u}{b \cdot a} \leq 0,8 f_{cj} / \sigma_b$ .



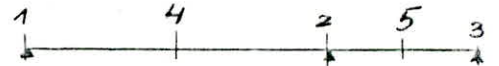
$$a \leq 0,9d \quad ; \quad a = l - 4 \quad \left\{ \begin{array}{l} 30 - 4 = 26 \text{ cm} \\ 40 - 4 = 36 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$V_u \leq \frac{1}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 250 \cdot 30 \cdot 26}{1,5}$$

$$V_u \leq 52 \text{ t.}$$

sections 1, 2, 3 sous max  $S_P$   
sections 2, 3 sous max  $S_H$ .

Portique Transversal Intermediaire du BLOCA.



Vérifications diverses citées ci-dessus  $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6$ . ( $b=30$ ;  $h_t=50$ ).

$F_1$ : Etat limite de compression du béton.  $\rho < 2\%$ . (c'est vérifié à tous les niveaux)

niv	sect	As	P%	niv	As	P%	niv	As	P%	niv	As	P%
5	1	6,78	0,5	4	14,32	0,9	3	14,32	0,9	2	22,86	1,5
	2	10,33	0,6		22,36	1,39		31,14	1,8		33,8	1,9
	3	6,28	0,4		16,08	1,1		25,12	1,5		29,9	1,85
	4	12,56	0,8		16,58	1,1		16,58	1,1		15,56	1,0
	5	12,56	0,8		12,56	0,84		12,56	0,84		12,56	0,84
										1	33,8	1,9
											43,96	2,01
											37,68	1,96
											16,58	1,1
											12,56	0,84

$F_2$ : Vérification à l'état limite d'ouverture des fissures:

NV	sect	Mserv	$\rho_A$	$\rho_A$	$k_A$	$\sigma_b$	$\sigma_s$	As	Vérifications requises
5	4	9,97	0,93	0,864	0,046	93,91	2041,4	12,56	$\sigma_b < 150b$ ; $\bar{\sigma}_a < 2400b$
	5	-4,64	0,46	0,896	0,030	54,97	1834,5	6,28	
4	4	12,72	1,23	0,85	0,055	110,3	2005,7	16,58	$\sigma_a < 2400b$
	5	-3,03	0,46	0,896	0,030	35,90	1196,6	6,28	
3	4	12,63	1,23	0,85	0,055	109,5	1991,5	16,58	$\sigma_a < 2400b$
	5	-2,94	0,46	0,896	0,030	34,83	1161,1	6,28	
2	4	12,63	1,23	0,85	0,055	109,5	1991,5	16,58	$\sigma_a < 2400b$
	5	-2,94	0,46	0,886	0,030	34,83	1161,1	6,28	
1	4	12,63	1,23	0,85	0,055	109,5	1991,5	16,58	$\sigma_a < 2400b$
	5	-2,94	0,46	0,896	0,030	34,83	1161,1	6,28	

même vérifications pour les appuis.

Vu que les appuis ont été ferrillés sous  $\sigma_p$  - toutes les contraintes sont vérifiées

Niv.	sect	$M_s$	A	A'	$A_n$	$d_n$	$\rho_A$	$\rho_{A'}$	$\gamma_A$	$I \cdot 10^4$	K	$\sigma_b$	$\sigma'_s$	$\sigma_s$
5	1	3,23	4,52	2,26	6,78	31,6	0,71	0,878	11,6	9,14	3,53	40,92	349	1769
	2	3,67	10,30	—	A	45	0,76	0,874	—	—	0,041	97,7	—	2380
	3	0,195	6,28	—	A	45	0,46	0,896	—	—	0,03	2,3	—	77,0
4	1	6,515	10,3	4,02	14,32	33,8	1,41	0,842	16,0	17,2	3,80	60,83	627,5	16529
	2	12,42	14,32	8,04	22,4	39,62	2,434	0,812	17,3	21,8	5,69	98,31	1047	2368
	3	0,47	6,28	—	A	45	0,46	0,896	—	—	0,03	5,57	—	187,6
3	1	6,74	10,3	4,02	14,32	33,8	1,41	0,896	16,0	17,2	3,80	60,83	627,5	16529
	2	12,42	18,84	12,56	31,4	29	3,61	0,789	18,4	26,5	4,68	86,04	939,1	1873,2
	3	0,47	12,56	—	A	45	0,93	0,864	—	—	0,046	4,42	—	96,24
2	1	6,74	14,82	8,04	22,9	30,93	2,463	0,81	17,6	22,3	3,02	63,32	673,0	1241,7
	2	12,42	21,11	12,56	33,67	30,08	3,73	0,787	19,2	28,4	4,37	84,02	932,4	1690,4
	3	0,47	12,56	—	A	45	0,93	0,864	—	—	0,046	4,42	—	96,24
1.	1	6,74	18,84	12,56	31,4	29	3,61	0,789	18,4	26,5	2,54	46,69	509,6	1016
	2	12,42	25,13	18,84	43,97	27,86	5,26	0,769	19,31	32,5	3,82	73,82	820,6	1473
	3	0,47	25,13	—	A	45	1,86	0,828	—	—	0,072	3,61	—	50,26

A tous les niveaux  $\sigma_s < 2400$ ;  $\sigma'_s < 2400$  et  $\sigma'_b < 1506$ .

•  $F_3$ : vérification à l'état limite de service des déformations.

Nous avons vérifié que  $h/e$  restait supérieure à  $1/16 = 0,0625$ . ( $h/e = 0,08$ )

En travée nous avons chaque fois:  $4720 + 2716$  ( $16,01$ )  $\approx 15,75 \text{ cm}^2$   
on peut dire que c'est tout juste la limite et à tous les niveaux.

•  $F_4$ : La condition de fragilité en travée est vérifiée car.

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0,46 \cdot 10^{-2} \cdot 1,29 \cdot 10^{-3} = 0,23 \frac{f_{tj}}{f_e}$$

•  $F_5$ : Justification d'une section emrante:  $\epsilon_u \leq 25b$ . (comme prévu).

$\epsilon_u = \frac{\gamma_u}{b \cdot d}$ ; Donc la justification est vérifiée pour la contrainte tangentielle et aussi la condition aux abut. (Appuis)

NIV	$T_s(\text{max})$	verif	$\epsilon_u$	verif.
5	11,55	$< 52t$	8,55	$< 25b$
4	13,88	$< 52t$	10,28	$< 25b$
3	13,85	$< 52t$	10,20	$< 25b$
2	13,85	$< 52t$	10,20	$< 25b$
1	13,85	$< 52t$	10,20	$< 25b$

$F_6$ . Condition aux appuis.

$$\frac{2\gamma_u}{b \cdot a} \leq 0,8 \frac{f_{tj}}{\sigma_b} \quad ; \quad a \leq 0,9d$$

$a_c = 36 \text{ cm}$   
 $a = d - 4 \text{ cm}$

$$\gamma_u > \frac{1}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 250 \cdot 30 \cdot 26}{1,5} \quad a_r = 30 - 4 = 26 \text{ cm}$$

$\gamma_u < 52t$  ce qui est vérifié.

## Armatures d'Ame.

1. contrainte tangente:  $\tau_u = \frac{V_u}{b_0 d} \leq \bar{\tau}_u = \min(0,13 f_{c8}, 40 b)$

$V_u$  effort tranchant maximal sous ( $SP_1, SP_2$ ).

2. Armature transversale  $\phi_t \leq \min\left(\frac{h_t}{3}, \phi_{\text{mix}}, \frac{b_0}{10}\right) \rightarrow \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

3. Espacement des armatures transversales:

$7 \bar{a} \leq s_t \leq \min(0,9d, 40cm) \rightarrow 8 \leq s_t \leq 40cm$ .

4. Section minimal d'armatures d'ame:  $\frac{A_t \cdot f_e}{b_0 \cdot s_t} \geq 4b$ .

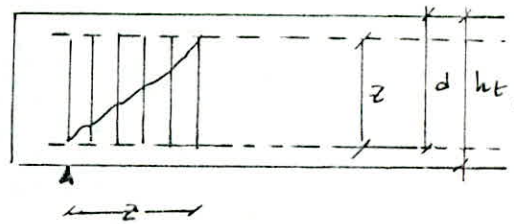
5. Section resistente:  $u A_t = \frac{A_v \cdot z}{s_t}$

elle doit resister à  $V_u$  sans que  $\sigma_s$  ne depasse la contrainte  $f_e/\gamma_s$ .

$\gamma_s = 1,15$ .

$\rightarrow \frac{A_t \cdot z}{s_t} \times \frac{f_e}{1,15} \geq V_u = \tau_u \cdot b_0 d$ .

( $z = 0,9d$ )  $\rightarrow \frac{A_t}{b_0 \cdot s_t} \geq \frac{\tau_u}{0,8 f_e}$   $E_u$  definitive  $s_t \leq \frac{0,8 f_e \cdot A_t}{b_0 (\tau_u - 0,3 f_{c8})}$ .



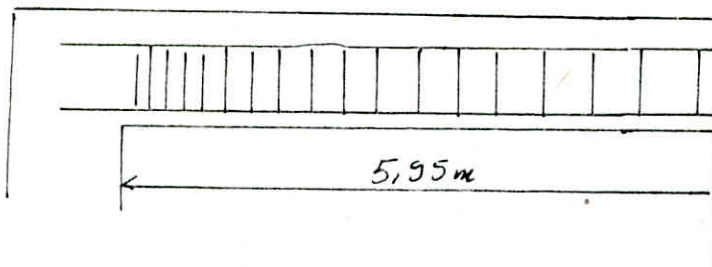
On prend des Armatures droites: 2 cadres soit  $\phi_8$ ; soit  $\phi_{10}$

Amin a determiner;  $s_t \leq \frac{0,8 f_e A_t}{b_0 (\tau_u - 5)}$ .

$T = \max SP_1/SP_2 \quad A_t = 3,14 \text{ cm}^2 > 1,53 \text{ cm}^2$  (2 cadre  $\phi_{10}$ ).

niv	$V_u (t)$	$\tau_u$	$A_{t \text{ min}}$	$s_t$	niv	$l_0/2 + \text{serie de caquot} \cdot \frac{l}{z} = \frac{6,25}{2} = 3,12$
5	15,84	11,73	1,53	26,67	5	
4	19,39	14,36	1,53	19,1	4	$6 + 3 \times 13 + 3 \times 16 + 3 \times 20 + 3 \times 25 + 3 \times 30$
3	26,04	19,30	1,53	12,82	3	
2	32,1	24,80	1,53	9,63	2	$2 + 3 \times 8 + 3 \times 9 + 3 \times 11 + 3 \times 13 + 3 \times 16 + 3 \times 20$
1	37,2	28,40	1,53	8,04	1	$+ 3 \times 25$

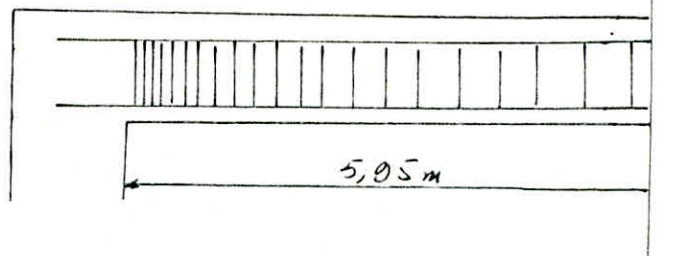
niv. 5, 4, 3.



$6 + 3 \times 13 + 3 \times 16 + 3 \times 20 + 3 \times 25 + 3 \times 30$



niv 2, 1.



$2 + 3 \times 8 + 3 \times 9 + 3 \times 11 + 3 \times 13 + 3 \times 16 + 3 \times 20 + 3 \times 25$



# Ferrailage des Poteaux.

Chaque poteau est soumis à un effort normal  $N$  et des moments de flexion en tête et à la base; et cela dans le sens transversal et dans le sens longitudinal. Les poteaux sont calculés en flexion composée. On déterminera des armatures sous les sollicitations de l'état limite ultime à savoir  $S_{R1}$  et  $S_{R2}$ . Et nous adopterons la plus grande des Armatures. Les vérifications sont faites sous l'état limite de service. Les moments pouvant se renverser on prévoit des armatures symétriques par rapport au centre de gravité de la section ( $A_s = A'_s$ ).

• Méthode de calcul:

L'Article A4.3.5 du B.A.E.L 80 modifié sous la version 83.

•  $\lambda = \frac{l_f}{i}$  avec  $l_f = 0,7 l_0$ ;  $l_f$  - longueur de flambement;  $l_0$  - long. libre.  
 $i$  - Rayon de giration.

• si  $\lambda \leq 50$  (cas le plus courant).

- on introduit une excentricité accidentelle  $e_a = e_1 + e_2 + e_3$ .

$$\frac{l_f}{h} \leq \max(15, 20 \cdot \frac{e_1}{h}); \quad e_1 = 0 \rightarrow \frac{0,7 \times 3,40}{0,13} < 15$$

$$\rightarrow e_a = \max(2 \text{ cm}, \frac{l_0}{250}) = \max(2 \text{ cm}, \frac{340}{250}) = \max(2; 1,36) = 2 \text{ cm.}$$

$$\rightarrow e_2 = \frac{3 l_f^2}{10^4 h} (2 + 2 \alpha \phi); \quad \alpha = \frac{M_u^G}{M_u^G + Q}; \quad \phi: \text{rapport de deform.}$$

$$e_2 = \frac{3 \cdot (0,7 \cdot 3,40)^2}{10^4 \cdot 30} \cdot (2 + 0) = 1,3 \text{ cm.}$$

$$e'_a = e_1 + e_2 + e_a = 2 + 1,3 + 0 = 3,3 \text{ cm.}$$

• On calcul. les coefficients de pondérations des sollicitations.

$$\gamma_u = 1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2 \text{ si } \frac{e}{h} \leq 1.$$

$h$  - hauteur de la section

$e$  - excentricité de la résultante normale avant l'application de  $e_a$ .

$$\gamma_u = 1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2 \cdot \frac{h}{e} \text{ si } \frac{e}{h} > 1.$$

$$e = \frac{M}{N}$$

• Pour la compression simple:  $N^* = \gamma_u \cdot N$  et  $M^* = N^* \cdot e_a$ .

• Pour la compression excentrée;  $N^* = \gamma_u \cdot N$  et  $M^* = \gamma_u \cdot M + N^* \cdot e_a$ .

donc. Après détermination des sollicitations de calcul  $M^*$  et  $N^*$

1) on ramène le moment au centre de gravité  $M^* = M_G^* + N^* \left(\frac{h}{2} - d\right)$

2) calcul de la section en flexion simple avec  $M^*$ .

d'où  $A'_1$  et  $A_1$ . Puis si  $N$  est de compression:  $A' = A'_1$  et  $A = A_1 - \frac{N}{\sigma_s}$

• Si  $N$  est de traction donc;  $A' = A'_1$  et  $A = A_1 + \frac{N}{\sigma_s}$

3) si  $A'$  est connue on procède comme pour la flexion simple. puis on recapitule.

Bloc A : Portique Transversal Intermediaire : Arm. ds les poteaux sous SA.  
 Rives: pot (30x30) ; Centraux : (30x40) ;

niv	Pot	M	N	e	M*	N*	Mf.s	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Af.s	Af.c	A'ch.iss	
5	1	4,47	13,93	32,0	5,115	15,49	2,73	0,094	0,2	0,95	7,67	3,30	4T12	
	2	2,79	27,15	10,27	3,134	30,41	2,38	0,063	0,082	0,96	6,83	<0	4T12	
	3	0,27	2,53	10,67	0,31	2,84	-2,97	0,09	0,12	0,95	1,10	0,41	4T12	
4	1	4,82	31,62	15,24	5,41	35,41	5,21	0,189	0,28	0,88	10,79	1,18	4T12	
	2	3,32	59,42	5,59	3,74	66,55	9,12	0,16	0,23	0,90	12,40	<0	4T12	
	3	0,32	5,364	5,96	0,36	6,007	-2,53	0,09	0,11	0,95	1,66	<0	4T12	
3	1	4,70	50,41	9,33	5,281	55,45	7,93	0,24	0,41	0,83	14,74	<0	4T12	
	2	3,27	89,16	3,67	3,69	99,86	14,01	0,26	0,38	0,84	17,85	<0	4T12	
	3	0,32	10,69	2,99	0,362	11,97	-1,88	0,065	0,084	0,96	2,43	<0	4T12	
2	1	4,70	67,10	7,00	5,29	75,15	9,99	0,34	0,56	0,77	18,37	<0	4T12	
	2	3,27	118,8	4,75	3,71	133,06	Sect. entier. comprimée							
	3	0,32	16,03	1,99	0,36	17,95	-1,22	0,04	0,05	0,97	3,18	<0	4T12	
1	1	4,70	84,83	5,54	5,29	95,00	10,0	0,37	0,63	0,74	21,8	<0	4T12	
	2	3,27	148,76	2,19	3,711	166,6	Sect. entier. comprimée							
	3	0,32	21,37	1,49	0,3654	23,94	-0,56	0,019	0,24	0,99	3,91	<0	4T12	
0	1	0,95	87,36	1,08	1,093	97,84	8,30	Sect. Entier. comp.				4T20	4T20	
	2	0,62	152,85	0,4	0,745	171,2	Sect. Entier. comprimée							
	3	0,1	21,92	0,45	0,119	24,55	-0,745	0,025	0,032	0,98	3,71	<0	4T12	

Portique Transversal de Rive : Arm. dans les poteaux sous SA.

niv	Pot	M	N	e	M*	N*	Mf.s	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Af.s	Af.c	A'ch.	
5	1	2,48	8,21	30,21	2,860	9,19	0,31	0,01	0,013	0,99	4,86	2,29	4T12	
	2	0,73	15,53	4,7	0,823	17,39	-1,57	0,03	0,036	0,98	3,28	<0	4T12	
	3	0,15	1,14	13,16	0,168	1,28	-3,25	0,11	0,15	0,93	0,80	0,44	4T12	
4	1	2,49	19,03	13,08	2,7895	21,31	1,58	0,05	0,07	0,97	6,27	0,31	4T12	
	2	1,00	37,74	2,81	1,13	42,27	2,72	0,05	0,063	0,97	6,69	<0	4T12	
	3	0,19	4,16	4,56	0,21	4,56	-2,83	0,098	0,12	0,94	1,31	0,007	4T12	
3	1	2,73	29,87	9,14	3,07	33,45	3,19	0,11	0,14	0,94	8,16	<0	4T12	
	2	0,99	57,20	1,73	1,13	64,064	6,21	0,11	0,14	0,94	9,64	<0	4T12	
	3	0,19	4,39	4,33	0,21	4,98	-2,81	0,097	0,12	0,94	1,34	<0	4T12	
2	1	2,73	40,91	6,67	3,071	45,82	4,55	0,15	0,21	0,91	9,88	<0	4T12	
	2	0,94	64,74	1,53	1,13	72,51	7,56	0,13	0,18	0,92	10,86	<0	4T12	
	3	0,19	5,91	3,21	0,215	6,62	-2,61	0,091	0,11	0,95	1,57	<0	4T12	
1	1	2,73	52,13	5,24	3,075	58,14	5,94	0,2	0,29	0,88	11,75	<0	4T12	
	2	0,99	91,43	1,09	1,14	102,41	12,03	0,22	0,32	0,87	15,52	<0	4T12	
	3	0,19	7,43	2,55	0,1215	8,32	-2,43	0,084	0,11	0,95	1,79	<0	4T12	
0	1	0,95	54,67	1,74	1,082	61,23	4,26	0,14	0,2	0,91	9,50	<0	4T12	
	2	0,33	100,64	0,32	0,41	112,72	Sect. Ent. comprimée							
	3	0,07	7,96	0,87	0,081	8,915	-2,44	0,086	0,11	0,95	1,76	<0	4T12	

Bloc A: Portique Transversal Intermédiaire: Armatures dans les poteaux sous S<sub>2</sub>

Pot Int 2: Niv 5,4: section 30x40 ; Niv 3,2: 35x40 ; Niv 1,0: 40x40 →

Pot Rive: 1,3: Niv 5,4: section 30x30 ; Niv 3,2: 30x35 ; Niv 1,0: 30x40.

Niv	Pot	M <sub>max</sub>	N <sub>corr</sub>	e	M <sup>*</sup> <sub>max</sub>	N <sup>*</sup> <sub>corr</sub>	Mf.s	μ	α	β	Af.s	Afc	
5	1	7,26	11,93	60,8	7,813	12,64	3,63	0,097	0,12	0,94	9,73	6,16	4T14
	2	12,81	16,45	77,8	13,06	17,46	5,97	0,071	0,091	0,96	12,23	7,987	4T16
	3	6,03	6,95	86,7	6,35	7,24	1,58	0,042	0,055	0,97	7,66	5,91	4T14
4	1	10,97	29,23	37,1	12,0	32,033	8,77	0,22	0,32	0,86	17,27	9,048	4T16
	2	20,57	30,04	68,6	22,13	32,145	16,03	0,20	0,28	0,88	20,89	13,08	4T20
	3	10,13	23,16	43,7	11,02	25,07	6,68	0,17	0,24	0,90	14,97	8,088	4T16
3	1	13,44	48,37	27,8	15,06	54,17	12,97	0,23	0,34	0,86	19,32	6,79	4T16
	2	26,51	53,91	49,2	29,15	59,17	17,013	0,21	0,30	0,87	29,88	15,49	2T20+2T25
	3	14,04	40,06	35,09	16,02	44,86	12,88	0,22	0,33	0,86	19,60	8,07	4T16
2	1	14,42	71,19	20,25	15,91	74,732	18,11	0,31	0,49	0,80	25,11	6,138	4T16
	2	32,05	90,16	35,5	30,13	100,98	26,02	0,31	0,48	0,80	41,52	17,02	4T25
	3	15,76	65,31	24,13	17,10	72,80	18,98	0,32	0,51	0,79	25,01	8,131	4T16
1	1	17,77	95,34	18,8	19,06	106,78	26,03	0,36	0,60	0,75	26,27	5,66	4T16
	2	36,02	116,9	27,4	35,01	130,93	31,12	0,32	0,51	0,79	40,90	14,07	4T25
	3	17,02	97,66	17,7	19,01	109,38	25,1	0,36	0,58	0,76	30,09	4,51	4T16
0	1	4,28	21,62	19,80	4,80	24,21	2,724	0,324	0,05	0,98	6,89	0,51	4T12
	2	11,16	169,7	6,57	12,13	190,06	37,08	0,38	0,53	0,73	35,9	<0	4T16
	3	4,87	114,4	4,26	5,49	128,13	20,0	0,27	0,41	0,83	20,77	<	4T12

Niv	Pot	M <sub>corr</sub>	N <sub>min</sub>	e	M <sup>*</sup> <sub>corr</sub>	N <sup>*</sup> <sub>min</sub>	Mf.s	μ	α	ρ	Af.s	Afc	A'chrisie
5	1	2,52	5,11	49,31	2,76	5,48	-2,21	0,06	0,07	0,96	4,02	2,69	4T14
	2	10,35	11,35	91,19	11,02	11,95	4,82	0,06	0,074	0,97	10,09	6,60	4T14
	3	4,65	-3,34	13,9	5,21	-3,74	-0,77	0,02	0,08	0,98	5,42	6,31	4T14
4	1	7,97	9,06	87,9	9,39	9,43	2,15	0,057	0,073	0,97	19,11	7,82	4T16
	2	18,08	16,17	111,8	19,12	16,86	5,18	0,061	0,079	0,96	16,17	12,07	4T20
	3	10,11	-15,44	65,5	11,0	-17,29	-1,95	0,05	0,066	0,97	10,36	12,18	4T20
3	1	10,25	10,30	99,57	10,11	10,67	2,86	0,05	0,065	0,97	10,32	7,71	4T16
	2	24,71	15,17	162,8	25,13	15,62	6,89	0,082	0,1	0,95	20,96	17,018	2T20+2T25
	3	14,04	-23,66	59,34	15,02	-25,76	-7,13	0,12	0,16	0,93	10,39	16,083	2T20+2T25
2	1	11,90	9,68	122,9	12,04	10,012	-0,818	0,05	0,07	0,99	11,94	9,51	4T20
	2	29,53	11,87	247,11	30,11	12,1	10,03	0,072	0,11	0,96	23,9	20,09	4T25
	3	16,76	-42,67	39,3	17,93	-47,79	-11,3	0,19	0,27	0,89	10,03	20,03	4T25
1	1	16,02	6,92	231	16,38	7,095	1,08	0,014	0,07	0,99	13,25	11,53	4T20
	2	30,96	3,84	806	31,12	3,82	0,98	0,07	0,09	0,99	24,1	23,16	4T25+2T1
	3	17,02	-67,58	25,4	19,15	-75,04	-21,02	0,3	0,46	0,81	3,78	22,03	4T25+2T12
0	1	3,56	9,82	434	3,61	0,830	-2,21	0,03	0,04	0,98	3,504	2,80	4T16
	2	8,55	-3,52	242	9,57	-3,94	-1,99	0,017	0,021	0,99	6,57	7,83	4T14
	3	4,88	-83,69	5,83	5,44	-93,73	-26,0	0,36	0,59	0,76	-10,6	12,21	4T20

Bloc A: Portique Transversal de Rive; Arm. dans les poteaux sous S<sub>2</sub>  
 Pot 20x30 pour niv 5, 4 et 30x35 pour niv. 3, 2, 1, 0

niv	Pot	M <sub>max</sub>	N <sub>corr</sub>	e	M <sup>*</sup> <sub>max</sub>	N <sup>*</sup> <sub>corr</sub>	M <sub>f.s</sub>	μ	α	β	A <sub>f.s</sub>	A <sub>f.c</sub>	A' chisic
5	1	5,05	7,38	68,4	5,39	7,77	1,41	0,038	0,052	0,98	7,71	5,53	4T14
	2	6,19	14,32	43,23	6,85	15,5/3	3,12	0,08	0,10	0,95	10,45	6,11	4T14
	3	5,65	5,26	107,4	5,89	5,44	1,05	0,044	0,034	0,98	7,98	5,46	4T14
4	1	9,84	17,84	55,16	10,01	19,004	5,48	0,14	0,19	0,98	13,61	8,08	4T16
	2	12,32	28,63	43,1	12,98	31,025	7,73	0,2	0,29	0,88	18,49	10,34	2T16+2T20
	3	10,72	19,04	56,3	11,03	20,26	4,51	0,12	0,16	0,93	14,8	9,88	2T16+2T20
3	1	12,75	32,45	39,3	13,98	35,92	10,01	0,17	0,21	0,90	16,67	7,94	4T16
	2	16,89	45,57	37,06	19,04	50,74	14,11	0,25	0,37	0,85	23,3	10,91	2T16+2T20
	3	14,90	33,41	44,6	15,99	36,56	10,01	0,17	0,23	0,90	18,61	9,72	2T16+2T20
2	1	14,84	48,62	30,6	16,12	54,45	15,07	0,26	0,38	0,84	21,7	8,45	4T16
	2	20,07	60,81	33,0	21,98	68,107	17,03	0,30	0,47	0,81	29,16	12,6	4T20
	3	17,81	43,70	35,8	20,11	55,53	14,1	0,24	0,34	0,86	24,7	11,23	4T20
1	1	18,30	65,58	27,9	20,01	73,45	18,98	0,23	0,32	0,78	28,7	10,8	2T20+2T16
	2	18,49	90,12	29,5	19,89	100,94	20,78	0,36	0,54	0,78	33,28	8,74	4T20
	3	17,41	68,07	25,57	19,02	76,24	16,11	0,27	0,41	0,83	27,11	8,59	4T20.
0	1	4,89	76,83	6,36	5,51	86,05	8,98	0,15	0,20	0,91	15,37	<0	4T16
	2	5,43	120,75	4,54	6,121	135,211	16,02	0,29	0,43	0,82	23,45	<0	4T16
	3	4,96	87,17	5,84	5,58	94,27	10,01	0,17	0,24	0,90	16,57	<0	4T16

niv	Pot	M <sub>max</sub>	N <sub>corr</sub>	e	M <sup>*</sup> <sub>corr</sub>	N <sup>*</sup> <sub>min</sub>	M <sub>f.s</sub>	μ	α	β	A <sub>f.s</sub>	A <sub>f.c</sub>	A' chisic
5	1	3,56	3,18	111,4	3,71	3,28	-0,02	0,001	0,001	0,99	4,50	3,70	4T12
	2	5,16	5,56	92,81	5,42	5,78	0,487	0,012	0,016	0,99	6,61	5,21	4T14
	3	5,65	-3,01	187,7	6,33	-3,37	-0,47	0,012	0,015	0,99	6,65	7,41	2T14+2T16
4	1	7,76	4,93	157,4	7,99	5,04	1,27	0,033	0,042	0,98	9,24	8,01	4T16
	2	5,16	8,81	58,6	5,57	9,35	1,03	0,027	0,034	0,98	7,13	5,13	4T14
	3	8,90	-11,91	74,73	9,96	-13,34	-2,87	0,076	0,1	0,96	9,76	13,00	4T20
3	1	10,15	4,81	211,0	9,98	4,96	1,71	0,03	0,037	0,98	9,33	8,14	4T16
	2	13,08	6,46	202	13,01	6,60	2,33	0,04	0,05	0,97	12,3	10,4	2T20+2T16
	3	12,23	-22,79	53,6	12,99	-25,54	-9,02	0,15	0,21	0,91	8,74	14,94	2T25+2T20
2	1	11,76	2,79	42	11,03	2,82	0,25	0,004	0,005	0,99	10,48	9,80	2T16+2T20
	2	15,63	-8,08	176	16,47	-9,95	-2,87	0,048	0,062	0,97	13,9	16,3	2T20+2T25
	3	14,85	-34,67	42	16,0	-38,83	-12,0	0,21	0,3	0,87	9,04	18,48	4T25
1	1	12,40	-2,14	579	13,01	-2,396	-1,20	0,02	0,025	0,98	11,65	12,24	4T20
	2	14,42	-12,60	114,4	15,78	-1,41	-4,85	0,022	0,1	0,95	12,81	15,74	2T20+2T25
	3	14,32	-44,05	31,9	16,01	-80,23	-14,01	0,24	0,34	0,85	6,92	19,13	4T25
0	1	4,04	-5,82	69,4	4,52	-6,52	-5,88	0,1	0,13	0,94	3,39	4,97	4T16
	2	4,14	-18,92	21,9	4,63	-21,19	-7,97	0,13	0,18	0,92	1,60	6,45	4T16
	3	4,06	-60,31	6,73	4,53	-67,58	-20,0	0,34	0,55	0,77	-7,05	9,36	4T20.

Bloc A, Portique Longitudinal Intermediaire, Armatures dans les poteaux sous S<sub>3</sub>

Niv	Pot	M <sub>max</sub>	N <sub>corr</sub>	e	M* <sub>max</sub>	N* <sub>corr</sub>	Mf.s	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Af.s	Af.c	A'choisie
5	1-6	3,91	3,20	122	4,06	3,29	-1,14	0,03	0,04	0,98	5,06	4,26	4T14
	2-5	5,92	3,20	185	6,068	3,26	0,86	0,07	0,061	0,99	6,06	6,17	4T14
	3-4	5,92	2,80	211	6,049	2,85	0,797	0,015	0,02	0,99	6,90	6,20	4T14
4	1-6	4,92	10,5	75,4	8,41	11,00	2,34	0,062	0,06	0,96	10,3	7,63	4T16
	2-5	11,50	9,45	121	11,02	9,73	5,73	0,11	0,15	0,93	13,1	11,3	2T16+2T20
	3-4	11,50	9,6	119	11,12	9,89	3,71	0,074	0,14	0,96	13,9	11,5	2T16+2T20
3	1-6	9,95	20,30	49,0	10,03	21,79	6,01	0,16	0,21	0,91	14,20	8,09	4T16
	2-5	15,6	16,5	94,5	15,98	17,128	6,88	0,13	0,18	0,92	19,50	12,71	4T20
	3-4	15,5	14,7	105	16,01	15,201	6,48	0,12	0,17	0,93	19,07	12,40	4T20
2	1-6	11,80	24,50	48,16	11,98	26,33	8,55	0,22	0,32	0,86	17,25	8,84	2(T16+T20)
	2-5	18,60	23,50	86,1	19,03	24,57	4,62	0,092	0,12	0,95	24,17	18,20	4T25
	3-4	18,50	20,50	90,28	18,97	21,32	4,03	0,08	0,1	0,95	23,56	18,37	4T25
1	1-6	14,20	37,6	37,7	15,11	41,18	11,13	0,29	0,45	0,81	23,04	13,04	2T25+2T16
	2-5	20,10	31,3	64,2	21,01	33,05	7,42	0,14	0,20	0,91	27,17	19,14	4T25
	3-4	20,00	26,6	75,2	20,98	27,87	6,53	0,13	0,17	0,92	26,19	19,43	4T25
0	1-6	4,60	46,9	3,8	5,17	52,53	1,62	0,043	0,05	0,97	11,85	<0	2T25
	2-5	6,60	35,8	18,4	7,41	40,09	4,54	0,09	0,11	0,95	12,39	2,75	4T16
	3-4	6,60	29,6	23,3	7,41	33,15	3,77	0,075	0,098	0,96	11,71	3,65	4T16

Niv	Pot	M <sub>max</sub>	N <sub>min</sub>	e	M* <sub>corr</sub>	N* <sub>min</sub>	Mf.s	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Af.s	Af.c	A'choisie
5	1-6	3,26	-9,1	3260	3,65	-0,12	-1,93	0,05	0,06	0,97	4,90	4,30	4T14
	2-5	4,94	2,2	224	5,042	2,235	-1,09	0,04	0,05	0,97	6,14	5,60	4T14
	3-4	4,94	2,3	214	5,046	2,338	-1,97	0,04	0,05	0,97	6,15	5,58	4T14
4	1-6	7,92	-1,20	660	8,87	-1,344	1,445	0,038	0,05	0,98	9,42	9,74	4T16
	2-5	9,70	7,10	136	9,89	7,29	1,51	0,03	0,038	0,98	11,73	9,96	2T16+2T20
	3-4	9,60	7,00	137	9,92	7,18	1,39	0,017	0,035	0,98	11,62	9,87	2T16+2T20
3	1-6	9,90	-4,90	202	11,01	-5,49	1,161	0,03	0,04	0,98	11,40	12,1	4T20
	2-5	14,8	11,20	114	12,97	11,55	5,27	0,1	0,13	0,94	15,51	12,7	2T16+2T20
	3-4	12,90	11,80	90,07	12,98	-14,67	-2,97	0,08	0,1	0,95	13,19	16,26	2T20+2T25
2	1-6	11,80	-13,1	30,07	12,98	-14,67	-2,97	0,08	0,1	0,95	13,19	16,26	2T20+2T25
	2-5	15,5	15,5	100	16,01	16,06	3,41	0,068	0,088	0,96	19,41	15,50	2T20+2T25
	3-4	15,43	15,50	99,5	16,0	16,06	3,34	0,066	0,086	0,96	19,34	15,43	2T20+2T25
1	1-6	14,2	-10,0	142	15,01	-11,20	-3,09	0,082	0,1	0,95	16,6	19,32	4T25
	2-5	16,70	19,10	37,4	17,3	19,88	5,20	0,1	0,13	0,94	21,24	16,41	2T20+2T25
	3-4	16,70	21,30	38,4	17,3	22,28	5,56	0,11	0,14	0,94	21,63	16,21	2T20+2T25
0	1-6	3,90	-15,0	24,4	4,36	-17,92	-5,11	0,13	0,17	0,92	3,13	7,48	4T16
	2-5	5,40	20,50	26,3	6,05	22,96	1,31	0,026	0,033	0,98	9,27	3,69	4T16
	3-4	5,50	23,70	23,2	6,17	26,54	1,88	0,036	0,046	0,98	9,76	3,31	4T16

~74~

BLOC B : Portique Transversal Intermediaire.

Armatures dans les poteaux sous S1.

Niv	Pot	M	N	e	M*	N*	M1	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	A.S.S	A.f.c	A'châssie
4	1	4,42	13,92	31,75	5,065	15,50	2,68	0,071	0,092	0,96	7,121	3,35	4T12
	2	2,65	22,52	11,77	2,07	25,22	1,06	0,014	0,018	0,99	5,24	<0	4T12
3	1	4,77	31,60	15,04	5,135	35,40	5,155	0,13	0,18	0,92	9,54	1,12	4T12
	2	3,18	49,96	6,36	3,58	55,92	6,58	0,091	0,12	0,95	9,19	<0	4T12
2	1	4,65	49,33	9,43	5,23	55,25	7,21	0,19	0,26	0,89	12,07	<0	4T12
	2	3,12	77,34	4,03	3,52	86,62	11,43	0,15	0,21	0,91	12,07	<0	4T12
1	1	4,65	67,05	6,94	5,63	75,09	9,399	0,25	0,36	0,85	14,82	<0	4T12
	2	3,12	104,7	2,98	3,53	117,26	16,34	0,22	0,32	0,86	17,21	<0	4T12
0	1	0,93	69,6	1,33	1,06	77,95	5,55	0,14	0,2	0,91	10,16	<0	4T12
	2	0,60	108,63	0,55	0,70	121,66	14,22	0,19	0,27	0,88	15,33	<0	4T12

Sous S2 : Mmax  $\rightarrow$  Ncorr.

Niv	Pot	Mmax	Ncorr	e	M*max	N*corr.	M1	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	A.S.S	A.f.c	A'châssie
4	1	7,08	11,91	59,45	7,63	12,63	3,45	0,092	0,12	0,95	9,54	6,45	4T14
	2	13,63	20,09	67,8	14,01	21,51	7,66	0,1	0,14	0,94	13,52	8,29	4T16
3	1	12,23	29,26	41,1	12,98	31,75	7,75	0,12	0,29	0,88	18,3	10,79	2T16+2T20
	2	26,62	49,83	53,4	29,01	54,31	15,32	0,12	0,29	0,88	24,3	11,81	4T20
2	1	15,28	45,06	33,9	17,02	50,47	11,88	0,21	0,3	0,87	21,3	8,79	2T16+2T20
	2	30,96	69,78	44,4	33,97	76,18	21,02	0,29	0,45	0,81	33,51	15,02	2T20+2T25
1	1	17,35	63,97	27,1	18,78	71,646	18,03	0,3	0,47	0,80	27,03	9,65	2T20+2T16
	2	33,30	109,84	30,27	36,02	122,08	30,02	0,32	0,5	0,79	45,53	15,86	4T25
0	1	4,41	78,28	5,63	4,96	87,67	6,039	0,1	0,13	0,94	15,07	<0	2T20+2T16
	2	8,90	130,78	6,80	10,03	145,6	16,11	0,17	0,24	0,91	25,1	<0	2T20+2T16

Sous S2 : Nmin  $\rightarrow$  Mcorr.

Niv	Pot	Mcorr	Nmin	e	M*corr	N*min	M1.S	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	A.S.S	A.f.c	A'châssie
4	1	4,26	5,73	44,3	4,53	6,007	-0,38	0,01	0,12	0,99	5,79	4,33	4T14
	2	11,41	8,57	133	11,03	8,878	2,74	0,04	0,05	0,98	8,49	7,77	4T16
3	1	9,34	9,02	103,5	9,76	9,33	1,46	0,039	0,049	0,98	11,69	9,43	2T20+2T16
	2	19,53	11,30	172	20,11	11,613	5,51	0,076	0,1	0,96	16,43	12,61	4T20
2	1	11,79	9,46	124	12,2	9,78	1,675	0,03	0,036	0,98	11,57	9,19	2T20+2T16
	2	26,46	7,46	333,7	25,92	7,91	6,52	0,074	0,1	0,95	20,09	17,12	2T20+2T16
1	1	13,51	7,32	184	13,01	7,486	2,94	0,05	0,064	0,97	12,55	10,43	2T20+2T16
	2	30,90	-1,4	2207	34,01	-1,57	13,012	0,13	0,18	0,92	25,67	20,30	4T25
0	1	3,65	2,62	139	3,787	2,90	-0,78	0,13	0,18	0,92	3,94	3,28	2T20+T16
	2	8,13	-12,25	86,1	9,11	-13,72	-18,1	0,19	0,27	0,88	5,24	8,57	4T20

Bloc B: Portique transversal de rive : Armatures dans les poteaux.

Sous S1

niv	Pot	M	N	e	M*	N*	Mf.s	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Af.s	Af.c.	A'chrisie
5	1	2,47	8,20	3,12	2,71	9,18	-0,23	0,006	0,007	0,99	4,31	2,071	4T12
	2	0,69	12,72	5,42	0,44	14,25	-3,22	0,085	0,11	0,95	2,99	<0	4T12
4	1	2,81	18,99	14,8	3,153	21,26	1,41	0,037	0,047	0,98	5,856	0,68	4T12
	2	0,95	28,85	3,29	1,074	32,31	0,53	0,014	0,02	0,99	5,03	<0	4T12
2	1	2,74	29,81	9,19	3,08	33,39	2,66	0,07	0,092	0,96	7,10	<0	4T12
	2	0,93	44,40	2,09	1,06	49,43	2,435	0,064	0,084	0,96	6,876	<0	4T12
1	1	2,74	40,61	6,76	3,08	45,37	3,982	0,1	0,14	0,94	8,64	<0	4T12
	2	0,93	50,33	1,84	1,06	56,37	3,17	0,084	0,11	0,95	7,62	<0	4T12
0	1	0,94	43,07	2,18	1,07	48,16	2,27	0,06	0,078	0,96	6,719	<0	4T12
	2	0,31	53,10	0,58	0,36	59,47	2,82	0,075	0,097	0,96	7,27	<0	4T12

Sous S2 : Mmax → Ncorr.

niv	Pot	M <sub>max</sub>	N <sub>corr</sub>	e	M* <sub>max</sub>	N* <sub>corr</sub>	Mf.s	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Af.s	Af.c.	A'chrisie
4	1	5,91	4,66	127	6,136	4,79	1,096	0,029	0,04	0,98	7,19	6,02	4T14
	2	7,56	7,68	37,14	7,92	8,07	3,24	0,086	0,11	0,95	9,32	7,03	4T14
3	1	11,74	19,08	61,5	12,01	20,14	5,52	0,14	0,20	0,91	15,91	11,0	2T20+2T16
	2	13,14	28,62	45,9	13,95	30,84	8,53	0,22	0,32	0,86	10,22	10,98	2T20+2T16
2	1	14,72	23,33	63,1	15,11	24,66	4,87	0,083	0,1	0,95	16,35	10,41	4T20.
	2	17,66	49,32	36,04	20,01	54,71	13,02	0,23	0,33	0,86	24,4	11,11	4T20.
1	1	16,88	49,52	34,4	17,79	54,88	10,98	0,15	0,21	0,91	20,8	7,46	4T20.
	2	18,81	63,46	29,6	21,12	71,07	15,01	0,22	0,37	0,87	24,87	7,62	4T20
0	1	4,76	57,32	7,93	5,08	63,84	-1,24	0,017	0,021	0,99	11,71	<0	4T20
	2	5,09	73,32	6,94	5,74	82,12	2,32	0,032	0,041	0,98	14,16	<0	4T20

Sous S2 Nmin → Mcorr

niv	Pot	M <sub>corr</sub>	N <sub>min</sub>	e	M* <sub>corr</sub>	N* <sub>min</sub>	Mf.s	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Af.s	Af.c.	A'chrisie
4	1	4,54	3,19	85,8	4,785	5,51	-0,75	0,005	0,006	0,99	5,97	4,64	4T14
	2	6,30	5,29	119	6,55	5,45	1,57	0,04	0,05	0,97	7,65	6,33	4T14
3	1	9,34	4,64	201	9,55	4,72	2,79	0,074	0,097	0,96	10,76	8,61	4T16
	2	11,10	7,25	153	11,0	7,42	4,97	0,11	0,17	0,92	13,1	11,24	2T20+2T6
2	1	11,79	4,03	292	11,11	4,079	1,057	0,03	0,035	0,98	13,56	12,57	4T20
	2	14,88	6,83	213	14,97	7,097	4,62	0,12	0,16	0,93	15,45	13,63	4T20
1	1	13,59	1,77	7,68	14,98	1,78	-2,7	0,055	0,045	0,98	10,18	10,36	4T20
	2	15,85	-1,05	312	17,11	-2,18	0,8,66	0,012	0,15	0,94	13,14	13,67	4T20
0	1	2,21	-1,6	138	2,47	-1,79	-14,0	0,19	0,28	0,88	1,64	2,08	4T20
	2	3,26	-5,08	64,2	3,65	-5,69	-14,1	0,19	0,26	0,89	2,12	3,51	4T20

Bloc B : Portique Longitudinal : Armature dans les poteaux

Sous S1

Niv	Pat	M <sub>max</sub>	N <sub>corr</sub>	e	M <sub>max</sub> *	N <sub>cor</sub>	M <sub>f.s</sub>	μ	d	β	A <sub>f.s</sub>	A <sub>f.c.</sub>	A'chisier
4	1	0,36	2,11	17	0,14	2,36	-3,43	0,009	0,12	0,95	1,20	0,57	4T12
	2	0,06	3,94	1,52	0,07	4,34	-3,54	0,094	0,12	0,95	1,04	<0	4T12
	3	0	3,78	0	0,012	4,23	-0,52	0,018	0,02	0,99	0,58	<0	4T12
3	1	0,81	6,2	13,0	0,90	6,944	1,67	0,06	0,07	0,96	1,91	<0	4T12
	2	0,14	12,3	1,14	0,16	13,78	1,68	0,06	0,075	0,96	1,91	<0	4T12
	3	0	11,8	0	0,004	13,22	1,46	0,05	0,065	0,97	1,65	<0	4T12
2	1	0,79	10,4	7,59	0,88	11,65	2,17	0,075	0,098	0,96	2,49	<0	4T12
	2	0,113	20,6	0,63	0,15	23,07	2,69	0,093	0,12	0,95	3,13	<0	4T12
	3	0	19,8	0	0,065	22,18	2,45	0,085	0,11	0,95	2,83	<0	4T12
1	1	0,79	14,5	5,45	0,88	16,24	2,67	0,093	0,12	0,96	3,111	<0	4T12
	2	0,13	29,0	0,44	0,16	32,5	3,73	0,12	0,17	0,93	4,43	<0	4T12
	3	0	27,9	0	0,093	31,25	3,45	0,11	0,16	0,93	4,07	<0	4T12
0	1	0,46	16,4	2,80	0,52	18,37	2,54	0,09	0,11	0,95	2,94	<0	4T12
	2	0,07	33,3	0,21	0,09	37,30	4,20	0,14	0,19	0,92	5,03	<0	4T12
	3	0	31,9	0	0,01	35,73	3,94	0,13	0,18	0,92	4,71	<0	4T12
4	1	5,94	-0,56	1060	6,653	-0,63	2,98	0,004	0,005	0,99	7,24	7,40	2T14+2T16
	2	8,9	3,21	277	9,05	3,252	2,13	0,056	0,073	0,97	10,09	9,30	4T16
	3	8,9	2,80	317	9,06	2,84	-1,07	0,014	0,018	0,99	7,31	6,64	4T16
3	1	9,44	-2,58	366	9,98	-2,89	0,932	0,024	0,031	0,98	10,88	11,03	2T20+2T16
	2	15,4	9,9	155	15,10	10,205	4,051	0,056	0,072	0,97	13,11	10,23	2T20+2T16
	3	15,3	8,75	175	15,02	8,99	3,69	0,051	0,065	0,97	12,86	10,17	2T20+2T16
2	1	11,9	-7,6	156	13,0	-8,52	-6,83	0,11	0,15	0,93	10,65	12,73	2T25+2T25
	2	18,2	16,6	109,6	18,89	17,33	5,41	0,071	0,097	0,96	16,35	12,15	4T20
	3	18,1	14,7	123,2	18,03	15,27	4,856	0,067	0,087	0,96	15,96	12,25	4T20
1	1	14,3	-16,2	87,7	15,79	-18,26	-5,60	0,095	0,12	0,94	11,68	16,12	2T25+2T20
	2	20,4	24,0	85,0	21,12	25,36	9,32	0,12	0,17	0,93	18,36	13,01	4T20
	3	20,3	20,6	98,5	21,0	21,61	8,42	0,11	0,15	0,93	17,62	12,937	4T20
0	1	3,9	-14,4	27,1	4,36	-16,13	-16,0	0,28	0,43	0,83	7,4	4,66	2T25+2T20
	2	6,3	28,3	22,3	7,065	31,696	-4,40	0,061	0,079	0,96	9,49	1,78	4T20
	3	6,3	23,6	26,7	7,064	26,43	-5,24	0,072	0,094	0,96	8,88	2,45	4T20
4	1	5,94	-0,56	1060	6,653	-0,63	2,98	0,004	0,005	0,99	7,24	7,40	2T14+2T16
	2	7,42	2,10	353,3	7,54	2,13	-2,71	0,037	0,047	0,98	6,18	5,66	4T16
	3	7,42	2,42	346,1	7,57	2,61	-2,63	0,037	0,046	0,98	6,12	5,43	4T16
3	1	9,44	-2,58	366	9,98	-2,89	0,932	0,024	0,031	0,98	10,88	11,03	2T20+2T16
	2	12,7	6,7	189,5	12,91	6,92	0,63	0,009	0,011	0,99	10,72	9,05	2T20+2T16
	3	12,7	7,0	181,4	13,01	7,19	0,697	0,009	0,012	0,99	10,77	9,017	2T20+2T16
2	1	11,9	-7,9	156	13,0	-8,52	-6,83	0,11	0,15	0,93	10,65	12,73	2T25+2T20
	2	15,2	11,2	135,7	15,11	11,596	-0,51	0,007	0,009	0,99	13,67	10,67	2T25+2T16
	3	15,1	11,8	127,9	15,01	12,24	-0,47	0,006	0,008	0,99	13,52	10,54	2T25+2T16
1	1	14,3	-16,2	87,7	15,79	-18,26	-5,60	0,095	0,12	0,94	11,68	16,12	2T20+2T25
	2	17,0	15,0	113,3	17,21	15,63	2,16	0,03	0,038	0,98	15,32	11,52	2T25+2T16
	3	16,5	16,5	100,0	17,01	17,29	2,10	0,028	0,035	0,98	15,22	11,01	2T25+2T16
0	1	3,9	-14,4	27,1	4,363	-16,13	-16,0	0,22	0,32	0,86	10,56	4,97	2T25+2T16
	2	5,2	16,6	31,3	5,83	18,60	-9,41	0,13	0,17	0,92	7,000	2,48	2T25+2T16
	3	5,2	18,9	27,5	5,85	21,11	-8,99	0,12	0,16	0,93	7,33	2,17	2T25+2T16

Sous S2  
N<sub>min</sub>  
N<sub>corr</sub>



finallement nous arrivons aux resultat suivants :

pour le bloc A.

niv	pot	Sens transv	Sens. Longit	A totale
5-6	A	2 x 4 T14	2 x 4 T14	12 T14
	C	2 x (2T16+14)	2 x (T14+2T16)	8T14+4T16
	B	2.(2T16+2T14)	2 x (T16+2T14)	8T14+4T16
4-5	A	2.(4.T16)	2 x 4 T16	12 T16
	C	2.(2T20+2T16)	2.(2T20+2T16)	4T20+8T16
	B	2.(2T20+2T16)	2.(2T20+2T16)	4T20+8T16
3-4	A	2.(2T20+2T16)	2.(2T20+2T16)	4T20+8T16
	C	2.(4T20)	2.(4T20)	12.T20
	B	2(4T20)	2.(4T20)	12.T20
2-3	A	2.4T20	2(2T20+2T16)	8T20+4T16
	C	2.(2T25+2T20)	2.(2T25+2T16)	4T25+8T20
	B	2(2T25+2T20)	2.(2T25+2T16)	4T25+8T20
0-1 1-2	A	2(T25+2T20)	2.(2T25+2T20)	4T25+8T20
	C	2(4T25)	2.(4T25)	12T25
	B	2(4T25)	2.(4T25)	12T25

Bloc B

niv	pot	Sens. Tr.	Sens Lon.	A totale.
4-5	A	2.(2.T16+2T14)	2(2T16+2T14)	4T16+8T14
	C	2(2T16+2T14)	2(2T16+2T14)	4T16+8T14
	B	2.(4T16)	2(4T16)	12 T16
3-4	A	2(2T20+2T16)	2(2T20+2T16)	4T20+8T16
	C	2(2T20+2T16)	2(2T20+2T16)	4T20+8T16
	B	2(4T20)	2(2T20+2T16)	8T20+4T16
2-3	A	2(2T20+2T16)	2(4T20)	8T20+4T16
	C	2(2T20+2T16)	2(4T20)	8T20+4T16
	B	2(4T20)	2(T25+T20)	4(25+20+16)
0-1 1-2	A	2(T25+T16)	2(T25+T20)	4(25+20+16)
	B	2(T25+T16)	2(T25+T20)	4(25+20+16)
	C	2(4T25)	2(T25+T16)	8T25+4T16

typec; type A : section 30x30  
type B : section 30x40.

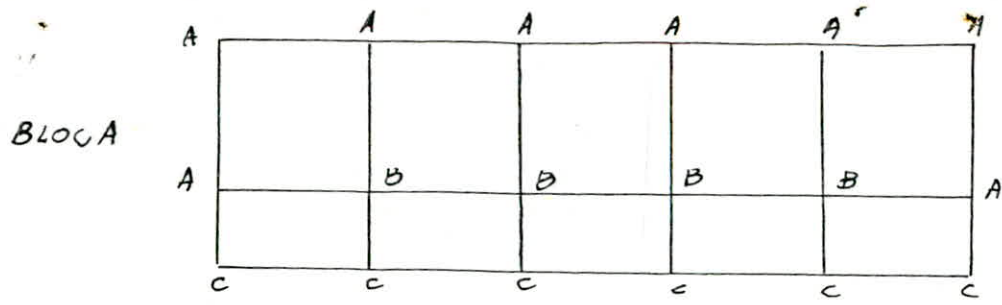
R: Vu la quantité d'aciers dans les premiers et second niveau, on devra augmenter les sections de poteaux et ce pour respecter le pourcentage minimum d'acier et aussi le pourcentage maximum d'enrobage qui est de 4% pour les poteaux. Les sections de beton seront donc de niveau en niveau comme suit:

niv	type A, c	type B.
5-6 4-5	30x30	30x40
3-4 2-3	30x35	35x40
1-2 0-1	30x40	40x40

Ainsi nous recalculerons les sections d'acier dans ces sections et nous aurons

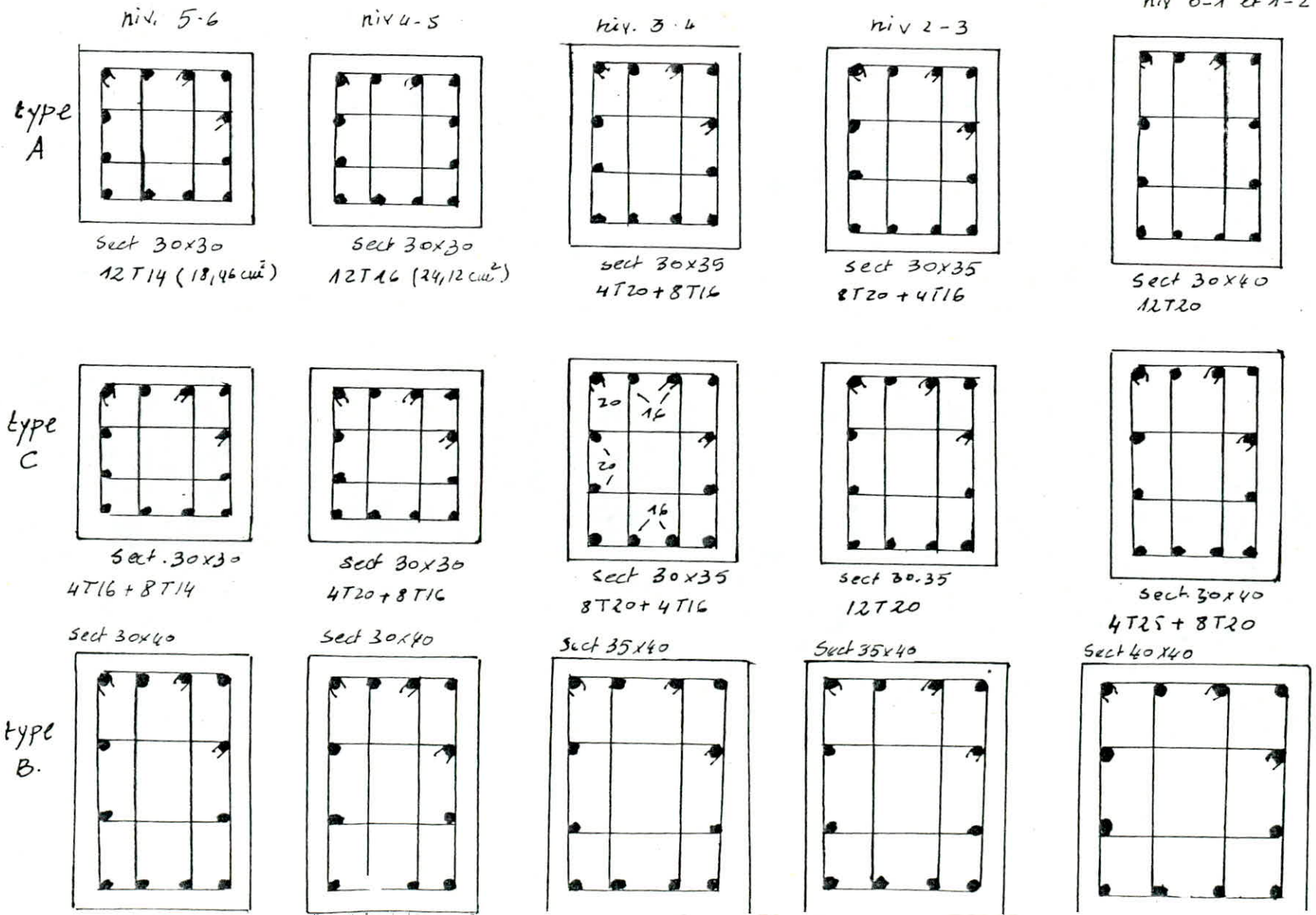
les resultats representés sur les 2 pages qui suivent pour le bloc A et le bloc B.

on essayera d'uniformiser par niveau les aciers obtenus.



Ferrailage adopté pour les poteaux

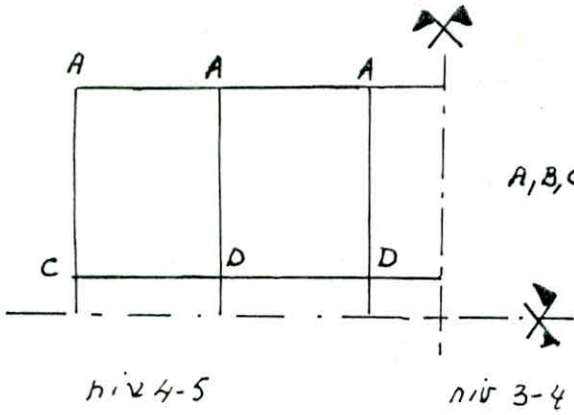
le calcul a été mené avec les sections de départ 30x30 (A,C) et 30x40 (B). Vu la quantité d'armatures, on a procédé à un agrandissement des sections.



# Bloc B

## ferroillage adopté

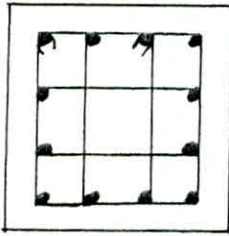
de même afin de respecter le maximum de 4% du R.P.A (Art. 4.2.3.1), on a augmenté les sections de béton du niveau 1 et 2



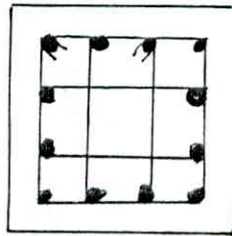
A, B, C {  
 1: (30x30)  
 2: (30x35)  
 3: (30x40)

Type D {  
 1. 30x40  
 2. 35x40  
 3. 40x40

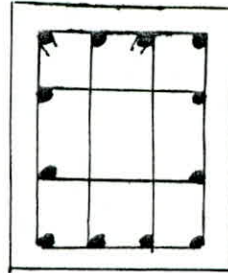
Type C, A



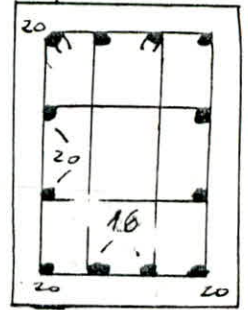
Sect 30x30  
 4T16 + 8T14



Sect 30x30  
 4T20 + 8T16

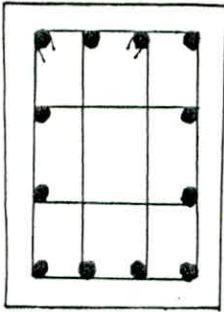


Sect 30x35  
 4T20 + 8T16

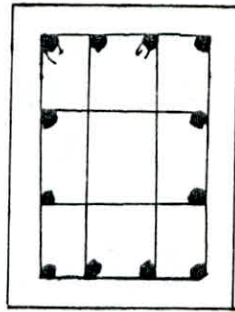


Sect 30x40  
 8T20 + 4T16

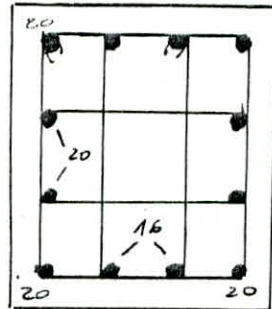
Type B



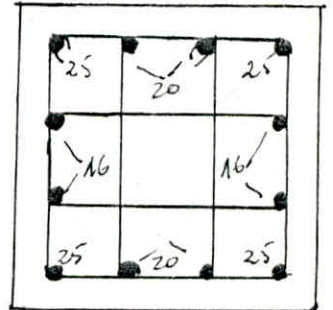
Sect 30x40  
 12T16



Sect 30x40  
 4T20 + 8T16



Sect 35x40  
 8T20 + 4T16



Sect 40x40  
 (2T25 + 2T20 + 2T16) x 2

Détermination des armatures transversales : les armatures longitudinales ne sont prises en compte dans les calculs de résistances que si elles sont entourées ou ligaturées tous les E (espacement maximum) ou plus par des armatures transversales (Art. A 4.1.2)

Le R.P.A préconise pour les armatures transversales les conditions suivantes :

$$\frac{A_t}{s} = \frac{125T}{h_{gen}}$$

T effort tranchant

s - espacement entre 2 cours successifs.

\* zone courante :  $s \leq 12 \phi_{min}$

\* zone nodale :  $s = \min(10\phi, 15cm)$

$$A_{tmin} = 9004 \cdot s \cdot b_1 \quad (\text{Zone II})$$

$$R.P.A \rightarrow s = A_e \cdot \frac{h_1 \cdot \bar{\sigma}_{eu}}{1,25 T} \quad (4.1) ; \bar{s} = 12 \Phi_{\min}$$

Eandis que le B.A.E.L impose aussi :

- espacement minimal  $t \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 15 \Phi_{\min} \\ a + 10 \text{ cm} \\ 40 \text{ cm} \end{array} \right.$  petit coté de la section.  $a = 30 \text{ cm}$ .
- le diamètre minimal des armatures transversales est  $\Phi_t \equiv \frac{1}{3} \Phi_{\max} \approx \frac{1}{3} 25$  on choisira des  $\Phi 8$  ou  $\Phi 10$  qui conviennent bien.
- longueur de recouvrement (Art 1.61, 22) :  $l_s = \frac{\Phi_t}{4} \cdot \frac{f_e}{\bar{\sigma}_s}$   
 $\bar{\sigma}_s = 0,6 \cdot \Phi_s^2 \cdot f_{tj} ; f_{tj} = 216 ; \Psi_s = 1,5 \rightarrow \bar{\sigma}_s = 28,3$
- Zone de recouvrement : le nombre de cours des  $A_t$  est  $\nu \geq 3$ .
- Pour les poteaux on prend  $l_{is} = 0,6 l_s$  (Art 1.61, 24) en pratique on prend  $l_{is} = 24 \Phi_{\max}$ .
- dans les zone de recouvrement on utilisera un espacement  $t_1 = \frac{l_d}{\nu} \leq \bar{t}$ .

R.P.A :  $12 \Phi_{\min}$ .

Niv	$\Phi_{\min}$	$\bar{E}$	$\Phi_{\max}$	$\Phi_t$	$\bar{\sigma}_s$	$l_{is}$	$\nu$	$t_1$
5-6	1,4	18,	1,6	1,0	28,3	40	3	13
4-5	1,6	20,0	2,0	1,0	28,3	48	3	16
3-4	1,6	20,0	2,0	1,0	28,3	48	3	16
2-3	2,0	24	2,5	1,0	28,3	60	3	20
1-2	2,5	30	2,5	1,0	28,3	60	3	20
0-1	2,5	30	2,5	1,0	28,3	60	3	20

- détermination des armatures transversales nécessaires pour reprendre l'effort tranchant au séisme. ( $V_u$ ).  
on doit vérifier selon le B.A.E.L  $\frac{A_t f_e}{b \cdot t} \geq \max \left[ \frac{\tau_u}{2}, 4 \text{ bars} \right]$ . avec  $\tau_u = \frac{V_u}{b \cdot d}$
- $A_t = 2 \text{ cadres } \Phi 10 = 3,14 \text{ cm}^2 ; F_{eE24} \rightarrow f_e = 2400 \text{ Kg/cm}^2 ; t \leq \bar{E}$
- l'article 2, 3/2-2 recommande de réduire l'espacement des  $A_t$  de  $4/5$  de l'espacement maximum admis de part et d'autre des noeuds sur une longueur égale au  $1/6$  de la hauteur libre du poteau soit sur  $l = 1/6 \cdot 365 = 60 \text{ cm}$ .

	Bloc A (niv. 10 + sollicité)								Bloc B (niv. 10 + sollicité)							
	Post. T.R	Post. T.I	Post. L.R	Post. L.I	Post. T.R	Post. T.I	Post. L.R	Post. L.I	Post. T.R	Post. T.I	Post. L.R	Post. L.I	Post. T.R	Post. T.I	Post. L.R	Post. L.I
$T = V_u (t)$	7,5	8,2	6,2	13,5	6,8	7,91	6,27	9,26	6,9	9,02	5,24	14,4	7,0	7,97	6,53	9,68
$1,25 T (t)$	9,37	10,25	7,75	16,9	8,5	9,89	7,84	11,57	8,62	11,27	6,55	18	8,75	9,96	8,16	12,1
$s (R.P.A)$	32,2	29,4	38,9	17,7	35,5	31,0	38,5	26,1	35,0	26,13	46,02	16,74	34,45	30,25	36,92	24,91
$\tau_u$	6,21	6,83	5,17	8,44	5,67	6,6	5,23	5,8	5,15	6,51	4,36	9	5,83	6,64	5,44	6,05
$\max [ \tau_u / 2, 4 ]$	6,25	6,83	5,17	8,44	5,67	6,6	5,23	5,8	5,15	6,51	4,36	9	5,83	6,64	5,44	6,05
$t (B.A.E.L)$	40,2	36,8	48,7	22,4	44,3	39,1	48,1	32,6	43,7	33,41	57,52	20,35	43,06	37,82	46,16	31,14
$\min (t, s)$	40,2	37	49	22,4	44,3	40,0	48,1	33	44	44	58	21	43	38	46	32
$\bar{E}$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$t (3 \text{ cour.})$	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$t (3 \text{ recvr.})$	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$\nu = l_d / t_1$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Post	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I

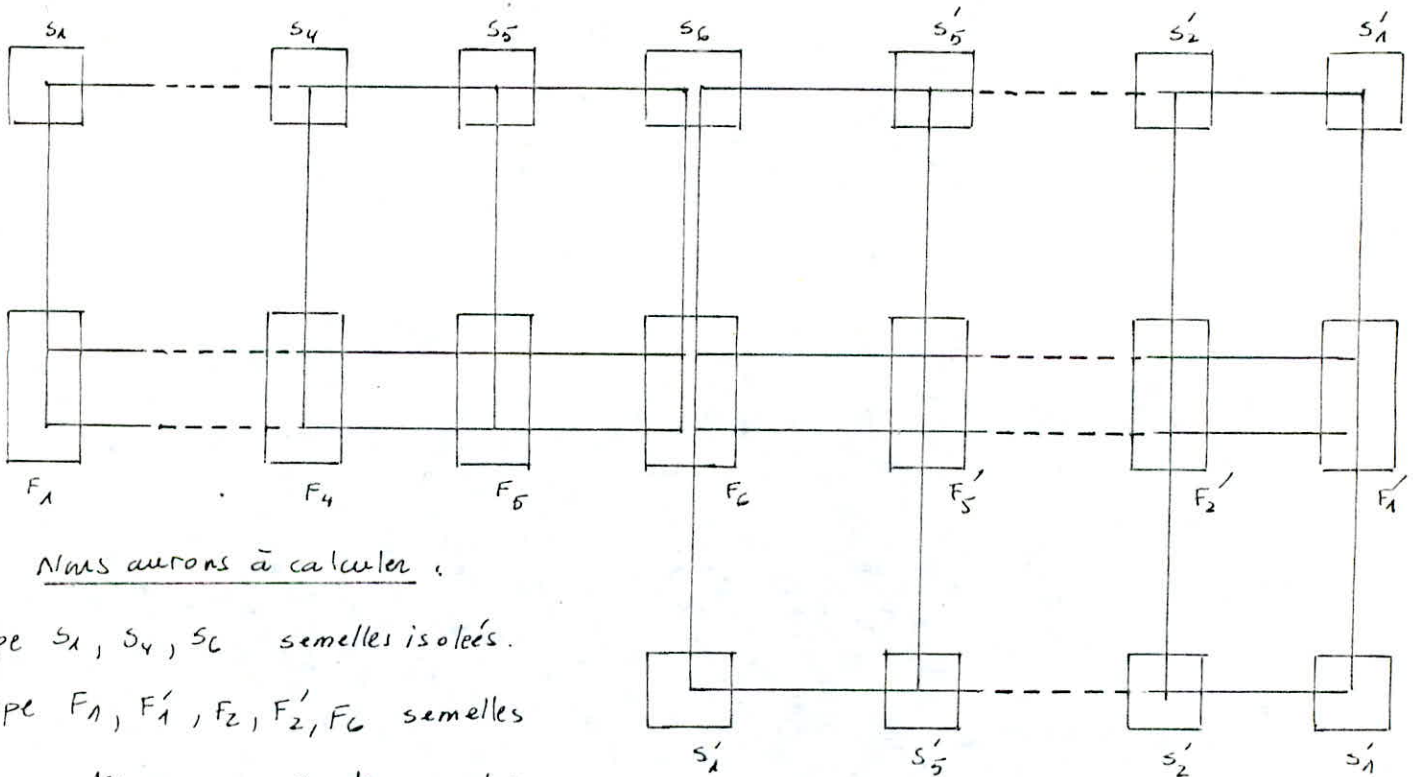
*Fondations*

# CALCUL DES FONDATIONS

- 1: caractéristique:
- Nous avons des fondations superficielles.
  - Nous disposerons au dessous de chaque semelle un béton de propreté de 10cm d'épaisseur.
  - les semelles sont soumises à un effort normal de compression et un moment de flexion.
  - la contrainte admissible du sol est  $\bar{\sigma}_s = 2 \text{ bars}$ .

Notre choix de ce système de fondations qui est fonction du terrain d'assise et de la superstructure relève de l'espacement entre les poteaux qui est assez grand; et la contrainte du sol est arbitraire vu le manque de renseignements sur la nature du sol. Alors on l'a estimée à 2 bars déjà prise pour une autre structure déjà étudiée pour l'école.

Vue en plan des fondations.



Nous aurons à calculer :

type  $S_1, S_4, S_6$  semelles isolées.

type  $F_1, F'_1, F_2, F'_2, F_6$  semelles

continues sous 2 poteaux et 4 poteaux sous  $F_6$ .

## 2. Calcul des semelles :

a/ Dimensionnement des semelles; ces semelles constituent un trou de pyramides

Notation: -  $N$  = charge en kg à transmettre au sol.

•  $\bar{\sigma}_s$  = contrainte admissible du sol ( $\text{kg/cm}^2$ ).

•  $b_x$  - grand côté du pilier;  $b_y$  - petit côté du pilier.

•  $B_x$  - côté parallèle à  $b_x$  de la semelle.

•  $B_y$  - côté parallèle à  $b_y$  de la semelle.

calcul des semelles isolées sous poteaux avec N et M.

$N_1, M_1$  : effet normal et moment sous la sollicitation du 1<sup>er</sup> genre.  
conformément à l'article D.9.2, la combinaison d'action à considérer est  $1,35G + 1,5Q_B$ .

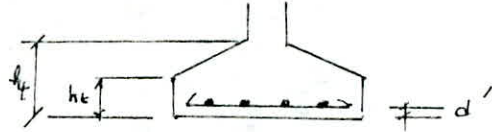
$N_2, M_2$  : effet normal et moment sous les sollicitations du 2<sup>o</sup> genre

la semelle adoptée sera centrée sur le poteau ; la réaction du sol sera trapezoidale ou triangulaire.

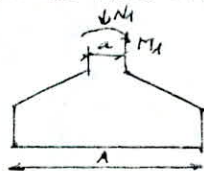
Dimensionnement :

-  $l_x = \frac{h_t}{2}$  à  $\frac{h_t}{3}$  avec  $h_t \geq 6\phi + 6$ .

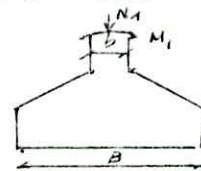
-  $h_t - d' \geq \begin{cases} \frac{B-b}{4} \\ \frac{A-a}{4} \end{cases}$



- Verification de la stabilité et des contraintes dans le sol sous les sollicitations du 1<sup>o</sup> genre.



stabilité :  $A \geq 6e_1 = 6 \frac{M_1}{N_1}$



stabilité :  $B \geq 6e_1 = 6 \frac{M_1}{N_1}$

Verification des

contraintes du sol  $B \geq \frac{N_1}{\sigma_s} \cdot \frac{1}{A} \cdot \left(1 + \frac{3e_1}{A}\right)$ .

Verif. des  
cont. sol

$A \geq \frac{N_1}{\sigma_s \cdot B} \cdot \left(1 + \frac{3e_1}{B}\right)$ .

- Verification sous le second genre :  $N_2 = N_G + 1,2 N_Q \pm N_E$  pour la verif. ds ct du sol.  
 $M_2 = 0, N_G \pm N_E$  (de meme pour M).

stabilité  $e_2 = \frac{M_2}{N_2} < \frac{A}{4}$

stabilité  $e_2 = \frac{M_2}{N_2} \leq \frac{B}{4}$

1<sup>o</sup> cas si on prend  $A \geq 6e_2$

1<sup>o</sup> cas :  $B \geq 6e_2$

verif. ctes  $B \geq \frac{N_2}{1,15 \sigma_s} \cdot \frac{1}{A} \cdot \left(1 + \frac{3e_2}{A}\right)$ .

verif.  $A \geq \frac{N_2}{1,15 \sigma_s} \cdot \frac{1}{B} \cdot \left(1 + \frac{3e_2}{B}\right)$

2<sup>o</sup> cas si on prend  $4e_2 \leq A \leq 6e_2$

2<sup>o</sup> cas :  $4e_2 \leq B \leq 6e_2$

verif. cte  $B \geq \frac{2 N_2}{3(A/2 - e_2)} \cdot \frac{1}{1,15 \sigma_s}$

verif.  $A \geq \frac{2 N_2}{3(B/2 - e_2)} \cdot \frac{1}{1,15 \sigma_s}$

Ferraillage : - sous les sollicitations du 1<sup>o</sup> genre le diagramme des reactions du sol est trapezoidale, à la limite triangulaire.  
On utilise la methode des boîtes.

$\sigma_1 = \frac{N_1}{A \cdot B} \cdot \left(1 + \frac{6e_1}{B}\right)$  ;  $\sigma_2 = \frac{N_1}{A \cdot B} \left(1 - \frac{6e_1}{B}\right)$  ;  $\sigma_m = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4}$

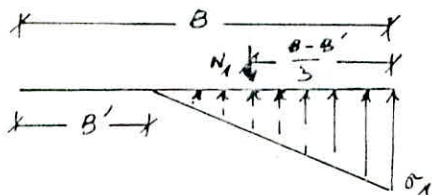
$N_1^* = \sigma_m \cdot A \cdot B \rightarrow A_x = \frac{N_1^* \cdot (B-b)}{8(h_t - d') \cdot \sigma_{ax}}$

$A_y = \frac{N_1^* \cdot (A-a)}{8(h_t - d') \cdot \sigma_{ay}}$

dans les sollicitations du 2<sup>o</sup> genre:

1<sup>o</sup> cas /  $e_2 = \frac{M_2}{N_2} < B/6$  (A/6) ou a un diagramme triangulaire.  
 Alors on utilise les formules relatives au 1<sup>o</sup> genre en remplaçant  $N_1, M_1, \bar{\sigma}_a$  par  $N_2, M_2, \bar{\sigma}_a \times 1,5$ .

2<sup>o</sup> cas / ( $\frac{A}{4}$ )  $\frac{B}{4} \leq e_2 \leq B/6$  (A/6) diagramme semi triangulaire.



$$B - B' = 3 \cdot \left( \frac{B}{2} - e_2 \right).$$

$$\bar{\sigma}_1 = \frac{2N_2}{3 \left( \frac{B}{2} - e_2 \right) \cdot A} \quad ; \quad \text{on utilisera la methode des consoles pour ce cas.}$$

Dimensionnement des semelles.

A. Semelle SA: (BLOC A).

→ sous  $SP_1$ :  $N_1 = 54,67 + 20,5 = 75,17^t$  ;  $M_1 = 0,95 \text{ tm}$ .  $a = 30 \text{ cm}$  ;  $b = 40 \text{ cm}$ .

$$e_1 = \frac{M_1}{N_1} = 1,26 \ll A/6.$$

- Surface de la semelle  $\frac{a}{b} = \frac{A}{B} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{A}{B} \rightarrow A = \frac{3}{4} B$  ;  $B_3 = 2b$ .

-  $\bar{\sigma}_s \geq \frac{N_1}{A \cdot B} \cdot \left( 1 + \frac{3e_1}{A} \right) = \frac{75,17 \cdot 10^3}{\frac{4}{3} \cdot A^2} \cdot \left( 1 + \frac{3e_1}{A} \right)$ . on trouve :  $A = 165$  ;  $B = 220 \text{ cm}$

→ Verification de la stabilité sous  $SP_2$  :  $N_2 = 74,02$  ;  $M_2 = 2,731$ .

on adoptera donc :  $A = 180 \text{ cm}$  ;  $B = 240 \text{ cm}$  ;  $h_a \geq 6\phi + 6$  et  $h_{t/3} \leq h_a \leq h_{t/2}$

$h \geq \max \left\{ \frac{A-a}{4} ; \frac{B-b}{4} \right\} = 50 \text{ cm}$  ;  $h_t = h + 5 = 55 \text{ cm}$  ;  $h_1 = 20 \text{ cm}$ .

• Poids des terres  $N_s = \rho(A \cdot B - ab) \cdot (D - h) = 1,8(1,8 \cdot 2,4 - 0,3 \times 0,4) \cdot (1,15 - 0,15) = 7,56^t$

• Poids de la Semelle  $N_s = 2,5(A \cdot B \cdot h_t) = 2,5 \times (2,4 \times 1,8) \times 0,55 = 5,94^t$ .

•  $N_{\text{tot}} = 74,02 + 7,56 + 5,94^t = 87,52^t$  ;  $M = 2,73 \text{ tm}$ .

$$e'_2 = \frac{M_2}{N_2} = \frac{2,73 \cdot 10^5}{87,5 \cdot 10^3} = 3,14 \text{ cm} \quad ; \quad 4 \cdot e_2 = 12,56 \ll A \text{ m D.}$$

La stabilité est vérifiée (R.P. A 81).

→ Verification des contraintes sous  $SP_2$ :

$$M_2 = 3,31 \text{ tm} \quad ; \quad N_2 = 116,8^t \rightarrow e_2 = 2,85 \text{ cm} \rightarrow 6e_2 = 17,4 \ll 45 = \frac{A}{4} \left( \frac{B}{4} \right)$$

$$\rightarrow B \geq \frac{N_2}{1,5 \bar{\sigma}_s \cdot A} \cdot \left( 1 + \frac{3e_2}{A} \right) \quad \text{on trouve } B \geq 240 \text{ pour } A = 170.$$

notre cas :  $B \geq 225$  pour  $A = 180$

$B \geq 233$  pour  $A = 175$

on pourra prendre 240, 170. (B, A)

ou 180, 230. (A, B)

→ Verification de la condition de non poinçonnement:

$$\frac{1,15(Q - F)}{P.c. \cdot h_t} \leq 1,2 \bar{\sigma}_b$$

$$F = (a + h_t) \cdot (b + h_t) \bar{\sigma}_3 = 16,15^t.$$

$$P.c. = 2(a + b + h_t) = 360 \text{ cm} ; \quad N = 75,17.$$

$$4,43 \leq 1,2 \bar{\sigma}_b \quad (\text{vérifié}).$$



Calcul du ferrailage:  $N_1 = 75,1^t$ ;  $M_1 = 0,95 \text{ tm}$   $\rightarrow e_1 = 1,26 \text{ cm}$

$\sigma_1 = \frac{N_1}{A \cdot B} \cdot \left(1 + \frac{6e_1}{B}\right) = 1,79$

$A_x = \frac{N^* \cdot (B - b)}{8(h_t - d')} \cdot \bar{\sigma}_a = 10,62 \text{ cm}^2$

$\sigma_2 = \frac{N_2}{A \cdot B} \left(1 - \frac{6e_1}{B}\right) = 1,79$

$A_y = \frac{N^* \cdot (A - a)}{8(h_t - d')} \cdot \bar{\sigma}_a = 7,98 \text{ cm}^2$

$\sigma_m = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = 1,76$

$N^* = \sigma_m \times A \cdot B = 76,28$

2/ Ferrailage des autres semelles isolées;  $s_2 \equiv s_3 \equiv s_4 \equiv s_5$  (Dimensionnée et vérif. à la stabilité et vérification des cout sous  $S_1$  et  $S_2$ ; Ferrailage sous  $S_1$   $\bar{\sigma}_s = 2b$ .

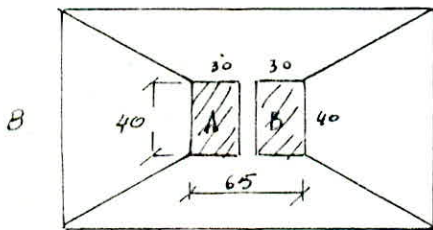
sem.	$N_1$	$M_1$	a	b	A	B	$h_t$	$h$	e	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_m$	$N^*$	$A_x$	$A_x \text{ adm.}$	$A_y$	$A_y \text{ adm.}$
$S_1$	75,1	0,95	30	40	180	240	55	50	20	1,79	1,79	1,76	76,28	10,62	7T14	7,98	6T14
$S_2$	128,9	0,95	30	40	220	295	85	80	20	2,01	2,01	2,01	135,52	14,9	10T14	11,18	8T14
$S'_1$	59,4	0,94	30	40	160	215	50	45	20	1,80	1,80	1,79	60,71	8,22	6T14	6,11	4T14
$S'_2$	102,9	0,94	30	40	200	270	65	60	20	1,95	1,94	1,94	103,94	14,5	10T14	10,7	7T14

$1,5\bar{\sigma}_s = 3b$

Ferrailage sous  $S_2$

sem.	$N_1$	$M_1$	a	b	A	B	$h_t$	$h$	e	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_m$	$N^*$	$A_x$	$A_x \text{ adm.}$	$A_y$	$A_y \text{ adm.}$
$S_1$	123	4,8	30	40	180	240	55	50	20	3,16	2,56	2,98	129,05	17,9	12T14	13,5	9T14
$S_2$	142,6	4,6	30	40	220	295	85	80	20	2,34	2,05	2,26	147,3	16,34	11T14	12,2	8T14
$S'_1$	95	4,72	30	40	160	215	50	45	20	3,01	2,21	2,95	101,88	13,75	9T14	10,22	7T14
$S'_2$	112,0	6,2	30	40	200	270	65	60	20	2,33	1,81	2,20	118,9	15,87	11T14	11,73	8T14

3.1 semelle  $S_6$ : comme cette semelle se situe au niveau du joint, elle sera commu pour un poteau du Bloc A et un poteau du Bloc B.



sous  $SP_1$ :

$N_A = 75,1^t$      $M_A = 0,95 \text{ tm}$   
 $N_B = 59,4^t$      $M_B = 0,94 \text{ tm}$

$N_1 = 75,1 + 59,4 = 134,5^t$   
 $M_1 = 0,94 + 2,72 \text{ tm} = 3,6^t$

sous  $SP_2$

$N_A = 123^t$      $M_A = 4,8 \text{ tm}$   
 $N_B = 95^t$      $M_B = 4,72 \text{ tm}$

$N_2 = 218^t$   
 $M_2 = 4,8 + 4,76 = 9,5 \text{ tm}$

Surface de la semelle

sous  $SP_1$ :

$N = 134,5^t$   
 $M_1 = 3,6 \text{ tm}$

$\frac{a}{b} = \frac{A}{B} \rightarrow \frac{65}{40} = \frac{A}{B} \rightarrow A = 1,625 \cdot B$

$e = \frac{M_1}{N_1} = 2,576 \text{ cm}$

$\bar{\sigma}_s \geq \frac{N}{1,625 B^2} \cdot \left(1 + \frac{3e_1}{1,625 \cdot B}\right)$

Pour  $B = 210 \text{ cm}$ ;  $A = 340 \text{ cm} \rightarrow \bar{\sigma}_s \geq 1,94$  et  $A \geq 332$  pour  $B = 210$ .

Verification sous  $SP_2$ .

$N_2 = 218^t$   $\rightarrow h \geq \max \left\{ \frac{A \cdot a}{4}, \frac{B \cdot b}{4} \right\} = 68,75 \sim h = 70 \text{ cm}$ ;  $h_t = 75 \text{ cm}$   
 $M_2 = 9,5 \text{ tm}$   $\sim 83 \sim$

~ Poids des terres  $N_0 = 1,8 (A \cdot B - a \cdot b) (D - h) = 9,29 \text{ t}$ .

~ Poids de la semelle :  $N_s = 2,5 (A \cdot B \cdot h) = 13,88 \text{ t}$

~  $N_0 = N_0 + N_s + N = 9,29 + 13,88 + 218 = 240,67 \text{ t}$ .

~  $e_2' = \frac{M}{N} = 3,96 \text{ cm} < A/4 = 54,5 \text{ cm}$ . donc la stabilité est vérifiée sous  $SP_1$  et  $SP_2$ .

donc :  $A = 210 \text{ cm}$  ;  $B = 340 \text{ cm}$  ;  $h = 70 \text{ cm}$  ;  $h_t = 75 \text{ cm}$ .

• Vérification des contraintes et ferrailage.

~ Sous les sollicitations  $SP_1$ .

$N = 134,5 \text{ t}$  ou trape  $\sigma_1 = 2,03 \text{ kg/cm}^2$   $\sigma_2 = 1,74 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \sigma_m = 1,96 \text{ kg/cm}^2 < 2b$ .  $A_x = 11,8 \text{ cm}^2$   
 $M = 3,6 \text{ t.m}$   $\rightarrow \sigma_m = 1,96 \text{ kg/cm}^2 < 2b$ .  $A_y = 21,5 \text{ cm}^2$

ou adoptera des  $\phi 16$  au maximum.  $\rightarrow e = 20 \text{ cm}$  convient ( $2,6 \neq +6$ )

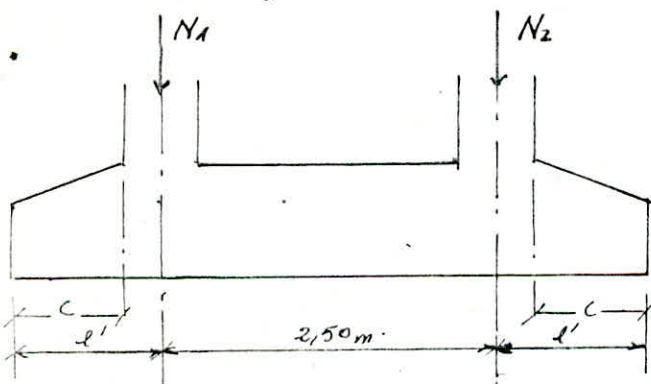
~ Sous les sollicitations  $SP_2$ .

$N = 218 \text{ t}$  ou trape  $\sigma_1 = 3,23$   $\rightarrow \sigma_m = 3,04 \text{ kg/cm}^2 \leq 3b = 1,5 \bar{0}_5$   
 $M = 9,5 \text{ t.m}$   $\sigma_2 = 2,47$

$A_x = 17,5 \text{ cm}^2$  ou adoptera.  
 $A_y = 31,05 \text{ cm}^2$

$A_x = 12 \text{ T} 14$	sur	$A = 210 \text{ cm}$
$A_y = 20 \text{ T} 14$	sur	$B = 340 \text{ cm}$
$e = 20 \text{ cm}$ .		

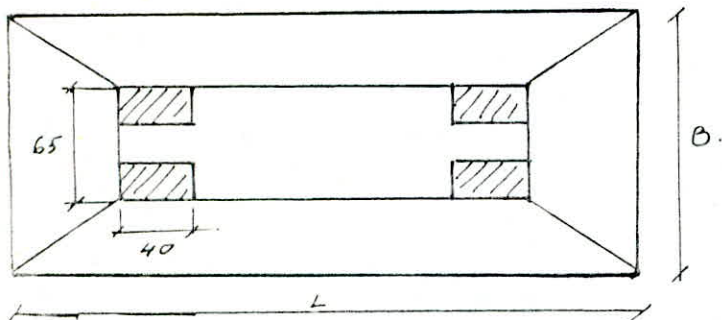
Ferrailage et dimensionnement des semelles filantes  $F_1, F_2, F_1', F_2', F_6$



3.1 semelle  $F_6$ .

le fonctionnement de cette semelle, qui doit être assez rigide se fait dans 2 directions après vérification de la condition de raideur de la semelle.

• transversalement: Elle agit comme une semelle sous poteau (rectangulaire). Soit la distance  $B$  entre 2 axes et  $A$  largeur de la semelle.



• Longitudinalement: Elle agit comme poutre renversée d'où les Armatures supérieures (Moment positif en travée) et des Armatures inférieures aux appuis (moments négatifs).

$h_t = \frac{l}{6}$  (rigide).

ou prend  $B = 340 \text{ cm}$ ;  $h_t = 60 \text{ cm}$ .

~ on étudiera la raideur d'une semelle continue sous poteau; ou calculera en premier lieu  $l_e$ .

$$l_s = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E \cdot I}{k \cdot b}}$$

I - inertie de la semelle ( $h = 60 \text{ cm}$ ).

E - module d'elasticite du beton ( $2,04 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$ ).

b - Largeur de la semelle.

k - coefficient de raideur de sol.

$$l_s = 2,45 \text{ m.}$$

$K = 4,08$  car on a un sol meuble moyen ( $\bar{\sigma}_s = 2b$ ).

→ les charges sont transmises à la poutre par l'intermediaire de poteaux de largeur  $65 \text{ cm}$ ; l'entre axe des poteaux est inferieur à la valeur:

$$\frac{\pi}{2} \cdot l_s + a = \frac{\pi}{2} \cdot 2,45 + 0,65 = 3,85 + 0,65 = 4,50 \text{ m}; \text{ l'entre axe} = 2,5 \ll 4,50 \text{ m.}$$

• Donc la poutre se calcule comme une poutre renversée dans le sens longitudinal, avec une repartition lineaire de la reaction du sol.

•  $l_s = 2,45 \text{ m}$ ;  $\frac{\pi}{2} \cdot l_s + a = 4,50 \text{ m}$  → les debords seront de:  $\frac{4,50 - 2,5}{2} = 1 \text{ m.}$

• on prendra donc en premier lieu  $L = 4,50 \text{ m}$ ;  $B = 3,40 \text{ m}$ ;  $h_t = 0,60 \text{ m}$  ou ramène les efforts au centre de gravite'.

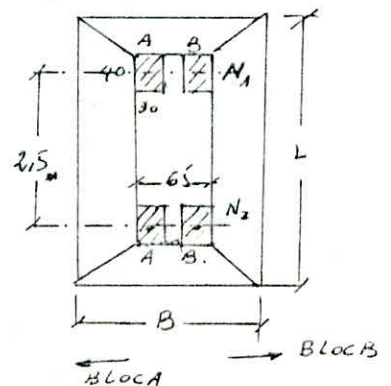
$$\begin{aligned} N_1 &= N_1^A + N_1^B = 190,64 \text{ t} \\ N_2 &= N_2^A + N_2^B = 117,96 \text{ t} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} N &= N_1 + N_2 = 298,6 \text{ t} \\ M &= (90 - 117) \cdot \frac{2,5}{2} = 91,2 \text{ t.m.} \end{aligned} \right\}$$

• Vu le moment assez important on prendra

$$L = 2,5 \text{ m} + 0,40 + 2 \text{ m} = 4,90 \text{ m} \rightarrow L = 5,00 \text{ m.}$$

$$B = 4,60 \text{ cm.}$$

$$\text{Verification } L \geq \frac{N}{B \cdot \bar{\sigma}_s} = \frac{298,6 \cdot 10^3}{465 \cdot 2} = 330 \text{ cm} < 4,5 \text{ m.}$$



• Poids approximatif de la semelle:  $N_s = 2,5 \times 4,9 \times 3,65 \times 0,60 = 26,8 \text{ t}$

• Poids des terres:  $N_o = 1,8 (4,90 - 3,65 - 0,65 \times 0,40) (1,5 - 0,6) = 28,6 \text{ t}$

•  $N_t = 354 \text{ t} \rightarrow \frac{N}{B \cdot L} = \frac{554 \cdot 10^3}{500 \times 365} = 1,93 < \bar{\sigma}_s = 2b.$

$$\begin{aligned} N &= 298,6 \text{ t} \\ N_t &= 353,95 \text{ t} \end{aligned}$$

• Determination des efforts: avec  $N = 354$ ;  $A = 3,85 \text{ m}$  et  $L = 5,20 \text{ m}$  et  $h_t = 75 \text{ cm}$

$$\text{Vu que } N_B < N_A \rightarrow M/G = 91,2 \text{ t.m.} \rightarrow \sigma_{1,2} = \frac{R}{A \cdot B} \pm \frac{M/G}{I} \cdot \frac{B}{2}$$

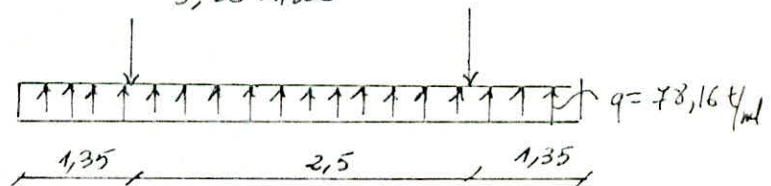
$$\sigma_1 = 3,29 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 1,24 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_m = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = 203 \cdot \text{kg/cm}^2$$

Nous renversons la poutre et nous l'etudierons, sous:

$$q = \frac{2103 \times 3,85 \times 530}{5,20 \cdot 1000} = 78,16 \text{ t/ml.}$$

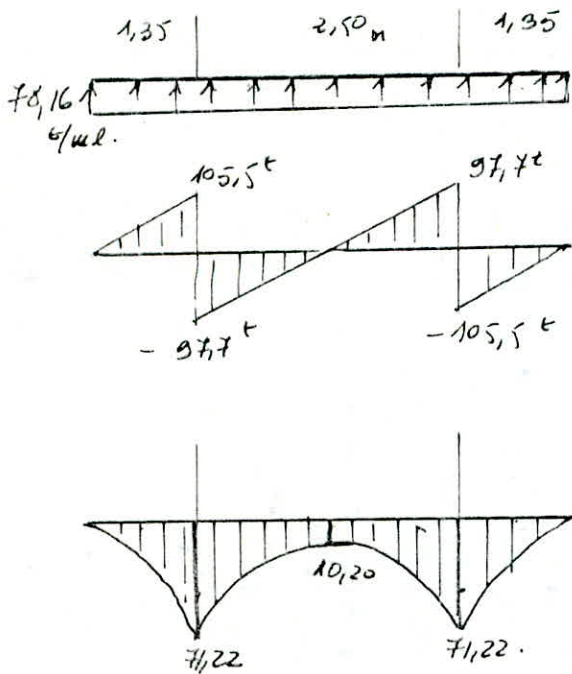


• Extraction dans la semelle.

$$T = \frac{q \cdot (A - a)}{8 h} = \frac{78,16 \times 10^3 \times (385 - 65)}{8 \times (75 - 5)} = 44,66 \text{ t.}$$

Armatures transversales

$$A_t = \frac{T}{\bar{\sigma}_s} = \frac{44,66 \cdot 10^3}{3590} = 12,44 \text{ cm}^2. \quad (\text{sur } B = \text{distance entre axe } 2,5 \text{ m}).$$



• Efforts tranchant :

$$T_{A_1} = q \times a = 78,16 \times 1,35 = 105,5 \text{ t}$$

$$T_{A_2} = q \frac{l}{2} = 78,16 \times \frac{2,5}{2} = 97,7 \text{ t}$$

• Moment :

$$-M_A = M_{A'} = q \cdot \frac{a^2}{2} = 78,16 \cdot \frac{(1,35)^2}{2} = 71,22 \text{ t.m}$$

$$-M_t = \frac{q l^2}{2} \left( \frac{1}{4} - \frac{a^2}{l^2} \right) = 78,16 \cdot \frac{2,5^2}{2} \left( \frac{1}{4} - \left( \frac{1,35}{2,5} \right)^2 \right)$$

$$M_t = 244,3 (0,25 - 0,29) = -10,20 \text{ t.m}$$

• Armature sous poteaux :  $M = -71,22 \text{ t.m}$ . section rectangulaire :  $b = 75 \text{ cm}$ .

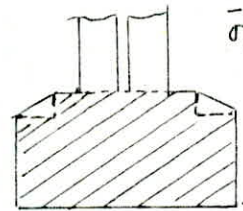
$$h_t = 75 \text{ cm}$$

$$h_t = 75 \rightarrow d = h_t - d_n = 75 - 5 = 70 \text{ cm}$$

• moment limite.

$$M_e = \mu_e \cdot b d^2 \cdot f_b = 0,392 \times 0,75 \times 0,70^2 \times \left( 0,85 \times \frac{250}{1,5} \right)$$

$$M_e = 204,0 \text{ t.m} > 71,22 \text{ t.m} \quad A' = 0$$



$$\bar{\sigma}_b = 0,85 \cdot \frac{250}{1,5}$$

$$\bar{\sigma}_b = 142 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\mu = \frac{71,22 \cdot 10^5}{75 \times 70^2 \times 142} = 0,13 < 0,186 \text{ pivot A}$$

$$\alpha = 1,25 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,13}) = 0,18, \quad \beta = 1 - 0,4 \alpha = 0,92$$

$$\epsilon_s = \frac{10}{1800} \text{ car on est en pivot A ; } \epsilon_{st} = 10\%$$

$$\sigma_{st} = 3592 \text{ kg/cm}^2 \text{ ou peut } \bar{\sigma}_{st} = 3480 = \frac{\sigma_{cu}}{1,15}$$

$$A = \frac{M}{\beta d \cdot \bar{\sigma}_s} = \frac{71,22 \cdot 10^5}{0,92 \cdot 70 \cdot 3592} = 396 \text{ cm}^2$$

• Armature en travée :  $M = -10,20 \text{ t.m}$ .

$$\mu = 0,019 ; \alpha = 0,024, \beta = 0,99 ; \quad A = 41,1 \text{ cm}^2$$

$$\text{Pivot A ; } \epsilon_{st} = 10\% ; \sigma_{st} = 3590 \text{ b}$$

• Verifications :

la contrainte tangente  $\bar{\tau}_u = \frac{V_u}{b d} = \frac{105,5 \cdot 10^3}{75 \cdot 70} = 20,09 \text{ kg/cm}^2$

$$\bar{\tau}_u \leq \min [0,13 f_{c28}, 40 \text{ b}] = \min [0,13 \cdot 250, 40] = 32,5 \text{ kg/cm}^2$$

ce qui est vérifié.  $\tau_u = 20,1 < \bar{\tau}_u = 32,5 \text{ kg/cm}^2$

• condition aux appuis :

$$A \cdot \bar{\sigma}_{st} \geq V_u + \frac{M}{0,9 d} = 97,5 \cdot 10^3 - \frac{71,22 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 70} = -15,5 < 0$$

Donc les armatures sup. ne sont pas nécessaires

- Espacement des cadres :

on a deux cadres T10 ;  $A_t = 3,14 \text{ cm}^2$

~ on doit vérifier l'espacement aux appuis :

$$\frac{A_t \cdot f_e}{b \cdot t} \geq \max \left[ \frac{f_e}{2}, 4b \right] = \max \left[ \frac{20,1}{2}, 4 \right] = 10,05 b \rightarrow t \leq \frac{3,14 \cdot 3740}{75,10,05} = 15,6 \text{ cm}$$

on prendra  $t = 15 \text{ cm}$ .

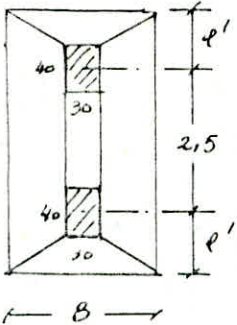
~ Espacement dans les parties à faux :  $t \leq 15,6 \times \frac{97,7}{105,5} = 14,43 \rightarrow t = 12 \text{ cm}$ .

~ en travée on adoptera  $t = 20 \text{ cm}$ .

En Résumé :  $A_a = 12 \text{ T}20 \text{ (} 31,41 \text{ cm}^2 \text{)}$  ;  $A_t = 4 \text{ T}20 \text{ (} 12,56 \text{ cm}^2 \text{)}$ .  
 $t = 15 \text{ cm}$  ;  $t = 20 \text{ cm}$ .  
 $A_x = 9 \text{ T}14 \text{ (} 13,85 \text{ cm}^2 \text{)}$ .  
 Poutre à faux  $t = 12 \text{ cm}$ .

4. Semelle F<sub>1</sub>' :

$N_1 = N_2 = 70,5 \text{ t}$  (Bloc B portique de rive).



$B = 160 \text{ cm}$ .  $l_s = 2,14 \text{ m}$  ;  $\frac{\pi}{4} l_s + 0,4 = 3,75 \text{ m} > 2,5 \text{ m}$ .

la poutre calculée comme une poutre renversée avec une répartition linéaire de la réaction du sol.

on prendra  $B = 160 \text{ cm}$  ;  $L = 4,00 \text{ m}$  ;  $h_t = 50 \text{ cm}$

• Poids approximatif des terres :

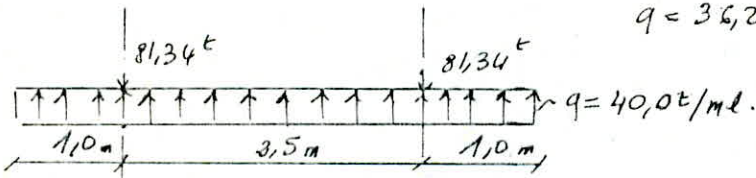
$$N_t = 1,8 \times (1,60 \cdot 4,00 - 0,3 \times 0,4) \times (0,5) = 10,65 \text{ t}$$

• Poids de la semelle :  $N_s = 2,5 \times (4 \cdot 1,60) \times (1,5 - 0,5) = 16 \text{ t}$

$$N = 2 \cdot 70,5 + 16 + 5,65 = 162,7 \text{ t}$$

Schema statique de la semelle :

$$q = 36,2$$



~ Traction dans la semelle :

$$T = \frac{40,0 \times 10^3 \times (180 - 40)}{8(50 - 5)} = 15,55 \text{ t}$$

$$A_t = \frac{T}{\sigma_{st}} = 5,03 \text{ cm}^2$$

~ Armatures sous poteaux (Longitud.)

$$M = -20,5 \text{ t.m.} \quad b = 30 + 5 = 35 \text{ cm}$$

$$h_t = 50 \text{ ; } h = 45 \text{ cm}$$

Resultats :  $M_t = 39,36 \text{ t.m} > M \rightarrow A' = 0$

$$\mu = 0,2 > \mu_{AB} = 0,186 \rightarrow \text{pivot B}$$

$$\alpha = 0,28$$

$$\beta = 0,88$$

$$\epsilon = 0,0091$$

$$\epsilon = 9,1 \text{ ‰}$$

$$\sigma_{st} \approx 3500$$

$$A = 14,72 \text{ cm}^2$$

Armatures en travée:  $M = 11,25 \text{ tm}$ . ;  $b = 35 \text{ cm}$  ;  $h_t = 50$  ;  $h = 45 \text{ cm}$ .

~ Resultats:  $M_e = 39,36 \text{ tm} > 11,25 \text{ tm} \rightarrow A' = 0$ .

$$\mu = 0,11 < 0,186 \text{ pivot A ; } \bar{\sigma}_s = 10\% ; \bar{\sigma}_{st} = 3590 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 0,14$$

$$\beta = 0,94 \rightarrow A = 7,45 \text{ cm}^2$$

~ Contrainte tangente  $C_u = 32,23 \text{ kg/cm}^2 < \min(0,13 \cdot 250, 40) = 32,5 \text{ kg/cm}^2$   
 Passe tout justement (bien augmenter la hauteur).

~ conditions au appuis:

$$A \bar{\sigma}_{st} \geq V_u + \frac{M}{0,9d} \Rightarrow 52,95 \geq -0,62 \text{ ce qui est vérifié}$$

Les armatures supérieures ne sont pas nécessaires.

~ Espacement des cadres: 2 cadres  $\neq 10 = 3,14 \text{ cm}^2$ .

• Espacement à l'appui:  $\frac{A_t \cdot f_e}{b \cdot t} \geq \max\left[\frac{C_u}{2}, 46\right] = 16,12 \text{ kg/cm}^2$ .

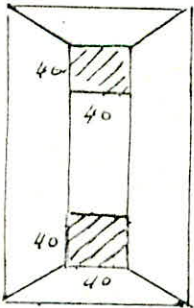
$$t \leq \frac{3,14 \cdot 3740}{35 \cdot 16,12} = 20,43 \rightarrow t = 15 \text{ à } 20 \text{ cm}$$

• Espacement dans les poteaux à faux:  $t \leq \frac{15 \cdot 40,5}{50,75} = 16,31 \text{ cm} \rightarrow t = 15 \text{ cm}$  va.

• Entravée on prendra  $t = 20 \text{ cm}$ .

Ex Resume: Semelle  $F_1 \Rightarrow$  sous poteaux:  $A_L = 12,74 \text{ cm}^2 (\text{inf}) \rightarrow 9T14 (13,85 \text{ cm}^2)$   
 $A_E = 5,03 \text{ cm}^2 (\text{inf}) \rightarrow 5T14 (7,70 \text{ cm}^2)$   
 $t = 15 \text{ à } 20 \text{ cm}$   
 en travée:  $A_L = 7,45 \text{ cm}^2 (\text{sup}) \rightarrow 5T14 (7,70 \text{ cm}^2)$   
 Poteaux à faux:  $t = 15 \text{ cm}$ .

5° Semelle  $F_2$  (Poutre Intermediaire)



$$N_1 = N_2 = 142,1 \text{ t} \rightarrow N = 2 \times 142,1 \text{ t}$$

$$B = 300 \text{ cm} ; h_t = 50 \text{ cm} ; h = 55 \text{ cm}$$

$$L \geq \frac{2 \cdot 142,1 \cdot 10^3}{2 \times 300} = 4,75 \text{ m} \rightarrow L = 5,00 \text{ m}$$

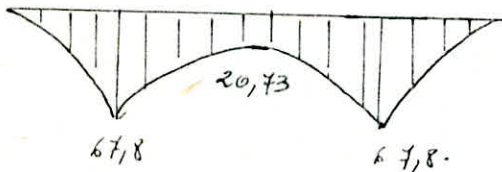
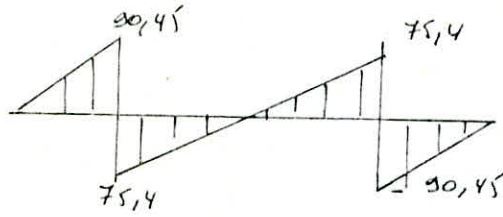
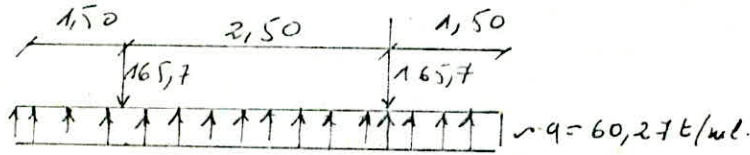
$$N_{sem} : 3 \times 5 \times 0,16 \times 2,5 = 22,5 \text{ t}$$

$$N_{ta} : 1,8(5 \cdot 3 - 0,4 \cdot 0,4) \times (1,5 - 0,6) = 24,04 \text{ t}$$

$$N_t = 331,5 \text{ t} ; A = 3,00 ; L = 5,50$$

$$\frac{N}{A \cdot L} = \frac{331500}{300 \times 550} = 2,009 \approx 2 \text{ b}$$

$$\text{La pression sera de: } q = \frac{2,009 \times 300 \times 550}{5,50 \times 10^3} = 60,27 \text{ t/ml}$$



~ Éraction dans la semelle

$$T = \frac{60,27 \times 10^3 \cdot (300 - 40)}{8 \cdot 55} = 35,62$$

• Armatures transversales.

$$A_t = \frac{T}{\sigma_{st}} = 9,92 \text{ cm}^2$$

~ Détermination des armatures longitudinales

• Armatures sous poteaux.

$$M = -67,8 \text{ t.m} ; b = 40 + 5 = 45 \text{ cm} ; h_t = 60$$

$$h = d = 55 \text{ cm} ; M_e = 75,6 \text{ t.m}$$

•  $M < M_e \rightarrow A' = 0$ .

$$\mu = 0,35 ; \alpha = 0,56 ; \beta = 0,77 ; \epsilon = 7,5 \text{ ‰}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = 3463,3 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Pivot B)}$$

$$A = 46,08 \text{ cm}^2$$

• Armatures en travée :  $M = -20,73 \text{ t.m}$  ;  $M < M_e \rightarrow A' = 0$ .

$$\mu = 0,1 < 0,186 \text{ pivot A} ; \bar{\sigma}_{st} = 3590 \text{ (} \epsilon \text{ ‰} = 10 \text{ ‰)}$$

$$\alpha = 0,14$$

$$\beta = 0,94$$

$$A = 11,134 \text{ cm}^2$$

• contrainte tangente :  $\epsilon_u = 36,55 > 32,5$  non vérifiée

ou augmente alors  $h$  ou  $b$ . ou  $L$ , m bien relevé les barres

$$h = 65 \rightarrow h_t = 70 \text{ cm} \rightarrow \epsilon_u = \frac{90450}{65 \times 45} = 30,92 < 32,5 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

• cd aux appuis :  $A \cdot \bar{\sigma}_{st} \geq 90,45 \cdot 10^3 - \frac{67,8 \cdot 10^5}{0,2 \cdot 65} < 0$  (s arm. sup. non nécessaire)

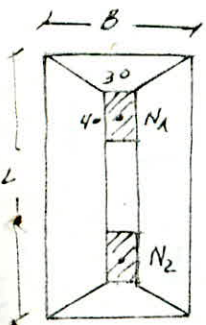
• Espacement de cadres : 2 cadre  $\Phi 10$  ;  $A_t = 3,14 \text{ cm}^2$

\* a l'appui :  $t \leq \frac{3,14 \cdot 3463,3}{45 - 15,49} = 15,60 \text{ cm} \rightarrow t = 15 \text{ cm}$  convient.

\* dans le p. à faux  $t \leq \frac{15,60 \times 75,4}{90,45} = 13,0 \text{ cm} \rightarrow t = 12 \text{ cm}$ .

\* en travée on prendra  $t = 20 \text{ cm}$ .

En Résumé :  $A_a = 46,08 \text{ cm}^2 \rightarrow A_t^a = 15720 \text{ (} 47,12 \text{ cm}^2\text{)}$  (Ar. sup app).  
 $A_a^a = 9,92 \text{ cm}^2 \rightarrow A_t^a = 7114 \text{ (} 10,77 \text{ cm}^2\text{)}$  (Ar. inf app).  
 $A^{cv} = 11,43 \text{ cm}^2 \rightarrow A_t = 4720 \text{ (} 12,56 \text{ cm}^2\text{)}$  (Ar. inf et sup).



Semelle F1 : (Rive) ;  $N_1 = 121,4 \text{ t}$  ;  $N_2 = 30,5 \text{ t} \rightarrow N = 151,9 \text{ t}$  ;  $M_{1/6} = 144,5 \text{ tm}$

on prendra  $B = 180 \text{ cm}$  ;  $L \geq \frac{152 \cdot 10^3}{2 \cdot 180} = 420 \text{ cm}$ . (Vu le moment assez important).

ou prendra  $L = 600 \text{ cm}$ .

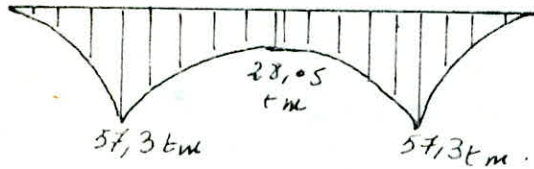
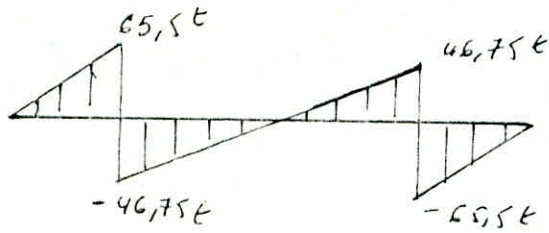
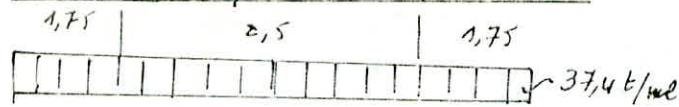
$$h_t = 50 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \bar{\sigma}_1 = 2,64$$

$$\bar{\sigma}_2 = 0,068$$

$$\bar{\sigma}_m = 2,04 \approx 2b$$

Schema statique de la fondation:  $\sim 90^\circ$



~ Traction dans la semelle:

$$T = \frac{37.4 \cdot 10^3 \cdot (180 - 30)}{8 \cdot 45} = 15,60t$$

• Armatures transversales:

$$A_t = \frac{T}{\sigma_{st}} = 4,34 \text{ cm}^2$$

~ Armatures sous poteaux:

$$M = -57,3 \text{ tm}; b = 35 \text{ cm}; l_e = 50 \text{ cm}$$

$$d = 45 \text{ cm}; \sigma_b = 142 \text{ kg/cm}^2$$

$$* M_e = 0,392 \cdot 35 \cdot \frac{45^2}{4} \cdot 142 = 39,54 \text{ tm}$$

$$M > M_e \rightarrow A' \neq 0$$

$$* \mu = 0,57 > \mu_e$$

$$* \mu_e = 0,392; \beta_e = 0,733; F_{e40} \text{ type:}$$

$$\sigma_s = \sigma'_s = 3480 \cdot \text{kg/cm}^2$$

$$* M_{f1} = 39,56 \text{ tm}; M_{f2} = M_f - M_{f1} = 17,6 \text{ tm} < 0,4 \cdot M_f; A' = \frac{M_{f2}}{(d-d') \sigma_{st}}$$

$$A' = 12,640 \text{ cm}^2; A = \frac{M_{f1}}{\beta_e \cdot d \cdot \sigma_s} + A' \cdot \frac{\sigma'_s}{\sigma_s} = 47,06 \text{ cm}^2$$

$$A = 47,06 \text{ cm}^2$$

~ Armatures en travée:  $M = 28,05 \text{ tm} < M_e = 39,56 \text{ tm} \rightarrow A' = 0$

$$\mu = 0,27 > 0,136 \rightarrow \text{Pivot B}$$

$$d = 0,41$$

$$\beta = 0,83$$

$$E_s = 0,0083$$

$$\sigma_{se} = 3480 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = 21,52 \text{ cm}^2$$

$$* \text{contrainte tangente } \tau_u = 41,6 \text{ kg/cm}^2 > 32,5$$

$$b = 40; h = 50 \rightarrow \tau_u = 32,7 \approx 32,5$$

\* condition au appui:

$$A \sigma_{st} \geq \sqrt{2} + \frac{M}{0,9d} = -0,62 < 0 \text{ vérifiée}$$

~ Espacement de cadre (2 cadre  $\phi 10$ ).

• A l'appui.

$$t \leq 18,21 \text{ cm} \rightarrow t = 15 \text{ cm}$$

• Porte à faux

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

• en travée'

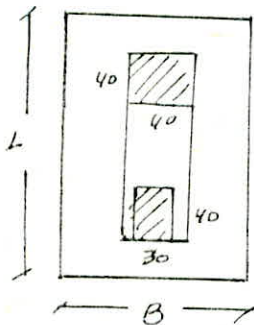
$$t = 20 \text{ cm}$$

~ Resumé:

Semelle  $F_1$ : sous poteau.  $A = A_{inf}^p = 15T20 (47,12 \text{ cm}^2)$ ;  $A' = A_{sup}^p = 7T16 (14,07 \text{ cm}^2)$   
 $A_{tr}^{inf} = 4T14 (6,15 \text{ cm}^2)$

En travée  $A = 7T20 (21,99 \text{ cm}^2)$

7.1 Semelle  $F_2$ :



$$N_1 = 193,6t$$

$$N_2 = 66,3t$$

$$N = 257,2t$$

$$M = 126,3 \text{ tm}$$

$$B = 240 \text{ cm}; \sigma_A = 330; \sigma_M = 402$$

$$L = 650 \text{ cm}; \sigma_2 = 0,9; l_e = 80$$

$$b = 45 \text{ cm}; d = 75 \text{ cm}$$

$$M < M_e \rightarrow A' = 0$$

$$\mu = 0,27$$

$$\alpha = 0,40$$

$$\beta = 0,83$$

$$t = 15 \text{ cm}$$

Appui:

$$A = 49,31; A_{inf}^p = 15T20$$

$$A^t = 4,64; A_{inf}^t = 4T14$$

$$t = 15 \text{ cm}$$

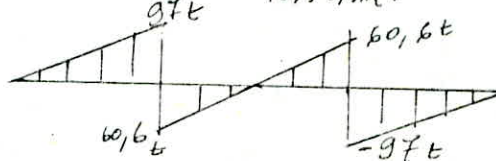
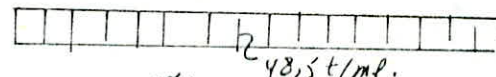
travée:

$$\mu = 0,16; A_t = 24,90; A_{tr} = 8T20$$

$$\alpha = 0,22$$

$$B = 990; t = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Porte à faux } t_0 = 12 \text{ cm}$$





## -91v Longrines

Les Longrines sont indispensables au droit de chaque file de poteaux dans le cas des semelles isolées, lorsque la distance verticale d'ancrage dépasse 1m, elle doivent être calculées pour résister à la traction ou à la compression sous l'action d'une force égale à  $\frac{N}{10}$  pour les sols meubles et  $\frac{N}{15}$  pour les sols de consistance moyenne.  $N_{max}$  - force axiale du poteau, à cette sollicitation, il faut ajouter dans le cas échéant les efforts des charges et moment appliquées directement sur les longrines :

les longrines auront comme dimensions minimales indiquées ci-après :

- 25 x 30 pour les sols de consistance moyenne
- 30 x 30 pour les sols meuble (ce qui est notre cas).

Le ferrailage minimum doit être de 4T16 ou 4T14 avec des cadres dont l'espacement est  $\leq 20$  cm.

- On prend comme section des longrines une section de 40x50 dans les 2 sens les longrines reposent sur le sol et pour cela on néglige l'effet du poids propre et le poids des terres qui seront équilibrés par la réaction du sol.
- On calcule un seul type de longrine qui est le plus sollicitée et on ferraille les autres de la même façon (on prendra même, les mêmes dimensions).

### Calcul des Armatures.

Bloc A :  $N_{max} = 152,36 + 41,6 = 193,96^t \approx 194^t$ . (sans  $S_{Pa}$ )  $\rightarrow \frac{N}{10} = 19,4^t$ .

• Compression :  $A' \geq \frac{N_{u} - 0,85 \cdot \frac{f_{cc8}}{15} \cdot B}{\sigma_2} = 0 \quad A=0$

$A_{min} \geq \frac{0,2 \cdot 40 \times 50}{100} = 4,8 \text{ cm}^2$ .

• Traction :

$A = \frac{N}{\sigma_s} = \frac{19400}{3480} = 5,57 \text{ cm}^2$  ;  $a \cdot b \leq \frac{A \cdot f_e}{f_{tj}}$

$f_{cc8} = 6 + 0,06 f_{cc8} = 2A_b$ .

$A \geq 10,5 \text{ cm}^2$ . 4T20 (12,56 cm<sup>2</sup>).



4Φ20.  
cadre Φ8.  
e = 20 cm.

Bloc B : Nous adopterons la même longrine puisque  $N_B < N_A$ .

### Joint de Dilatation :

Nous avons un joint de dilatation à dimensions : ce joint doit permettre aux 2 blocs adjacents A et B, se libère de déplacement sans contact préjudiciable.

- L'épaisseur du joint doit supérieure au cumul de déplacement de 2 blocs
- L'épaisseur minimale admissible des joints parasismique est 2cm (Art. 2.3.25)
- $e \geq \frac{H_A}{100}$  ;  $H_A$  : haut. du Bloc le moins élevé.  $H_A = 15,2 \text{ m} \rightarrow e \geq 5,06 \text{ cm}$ .

$\delta_A = 2,5 \text{ cm}$  et  $\delta_B = 2,3 \text{ cm}$ . déjà calculés dans l'étude sismique.

$(\delta_A + \delta_B = 4,8 \text{ cm}, \frac{H_A}{100} = 5,06) \rightarrow e = 5,5 \text{ cm}$ . (ou bien 5 cm).

## Voisie Périphérique

Vue que notre ouvrage est en terre à une profondeur de  $3\text{m}$  en dessous du niveau du sol, donc il faut donc un voile périphérique pour supporter la poussée des terres et rigidifier l'infrastructure.

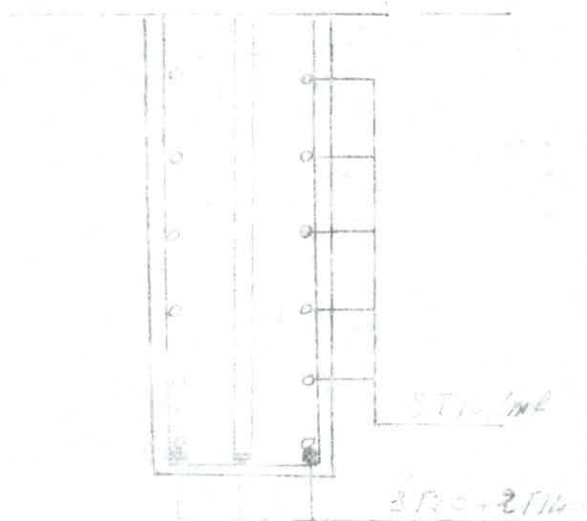
- Armatures longitudinales filantes supérieures et inférieures supérieures à 98% de la section transversale totale du béton avec un recouvrement supérieur à 50%.
- Equerre de renforcement aux angles
- Armature Longitudinales de peau  $> 20\text{cm}^2$  par face et par  $\text{m}^2$  de hauteur.
- épaisseur du voile prédimensionnée à 20 cm.

• Ferrailage:

$$h = 20\text{cm} \quad ; \quad e = 20\text{cm}$$

$$A_{lc} \text{ req.} = \frac{365 \cdot 20}{100} = 14,6 \text{ cm}^2 \quad \text{soit } 3T20 + 3T16$$

$$(14,04 \text{ cm}^2)$$



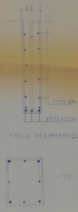
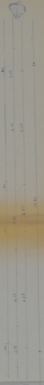
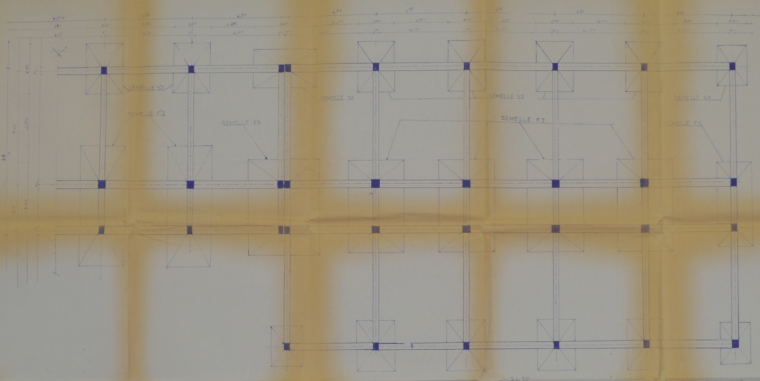
les armatures de peau seront de 5 T12 /  $\text{m}^2$  par face

## Remarques

- les dalles flottantes seront fixées forfaitairement.
- Vu le temps mis pour établir la conception de ce projet (en collaboration avec M<sup>r</sup> Di Ruscio, Architecte à l'EN.P). Nous n'avons pu établir tous les plans d'Architectures et toutes les planches nécessaires pour l'exécution de ce projet.
- Malgré les diverses difficultés rencontrées le long de notre travail et surtout dans le domaine de la conception (du au manque d'expérience peut-être) nous n'avons cessé d'apprendre à chaque réflexion.

# BIBLIOGRAPHIE

- Regles - B.A.E.L. 80
- Reglement parasismique Algerien (R.R.A. 81 version 83).
- Calcul des ouvrages en béton armé suivant les regles B.A.E.L. 80  
(theorie et application) PIERRE CHARON
- Conception et Calcul des structures soumises aux Seismes.  
M. DAOUDI, M. RILI, A. SALHI
- Cours de béton armé, Tome II  
M. BELAZOUGUI
- AIDE-Memoire : R.D.M, B.A, Second d'oeuvre du Batiment  
DUNOD.
- Cours Supérieur de béton armé : regles B.A.E.L. 80.  
P. DINNEQUIN



PB07486  
A

ECOLE NATIONALE  
POLYTECHNIQUE

ETUDE D'UN  
BATIMENT  
DE CLASSES

- COFFRAGE - FERR  
DES FONDATIONS

SEMELLE 150 - 1/20

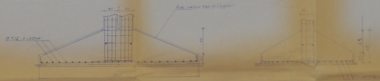
PROPOSE : E.N.P.

ETUDE PAR M. MOUAMNIA ET  
A. SEFAHLOU

VERIFIE PAR M. BELGUERET

MOTION (11/11) RA

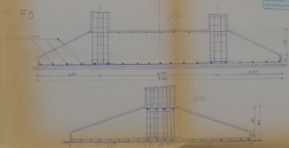
SEMELLE 56



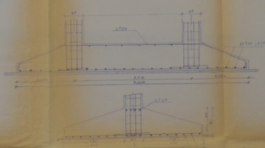
Semelle 52

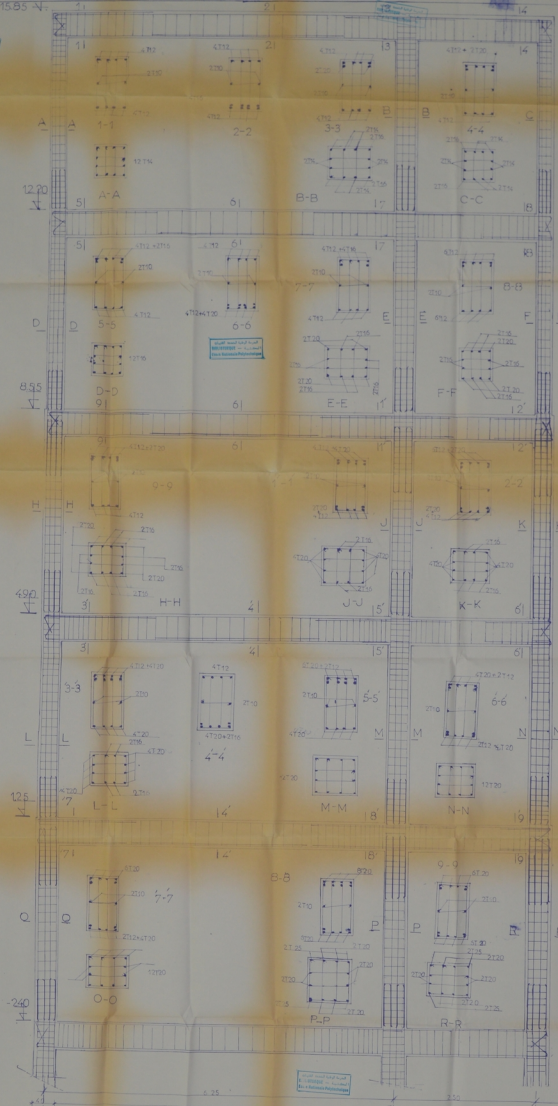


SEMELLE F6



SEMELLE F2



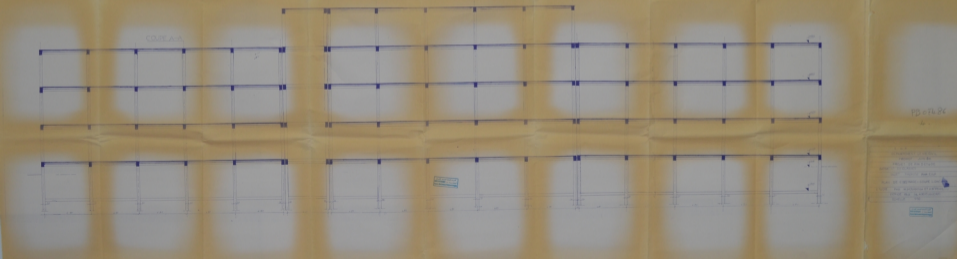
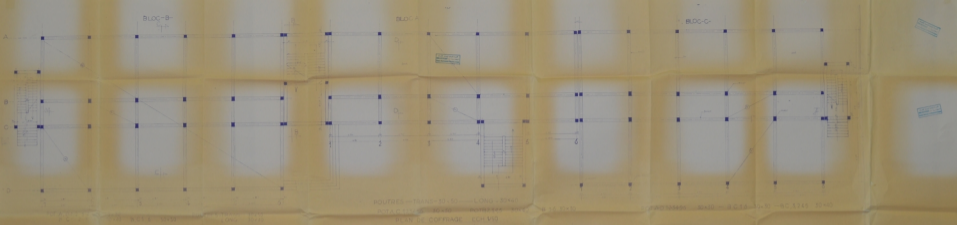


PORTIQUE-TRANS-  
BLOC - A -

28 014 26  
2

DEP	GENIE - CIVIL
PROM	JUIN-86
TITRE	PROJET-EN-ETUDE
PROP	ISATMENT DE CLASSE
PROP	BAT. R. N. P.
ETUDE	COP. P. EN. PORT. TRANS
ETUDE	PAR. M. MOHAMMIA ET A.
ETUDE	S. E. FAHOU
DEPOSE	BAT. M. SAÏDOUENI
CCH	7/20

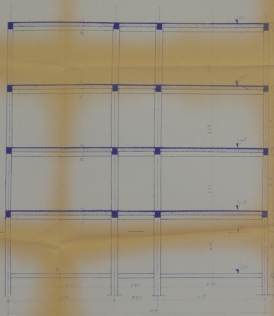




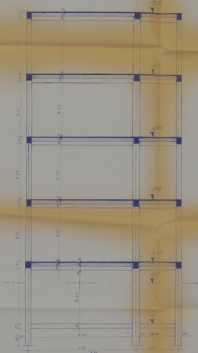
PD 01/20

PROJET DE CONSTRUCTION  
 N° 123456789  
 DATE : 10/10/2020  
 LIEU : ...  
 ...  
 ...

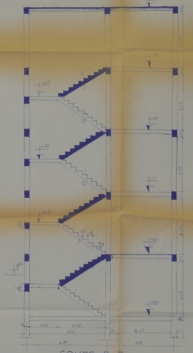




COUPE C-C (ECH:1/50)



COUPE D-D



COUPE B-B

PD 072 72

5-

ENPA
DOCTEURAT GENE CIVIL
PROMOTION 2016/20
PROF C PENDETUDE
BATIMENT DE CLASSE
SAINT JOSEPH PAR ENP
COUPE-TRANS B-B-C-C-D-D
DU P. AL COTRAGE
ETABLI PAR M. S. DAMOU
VERIFIE PAR M. B. LOUBI
ECH: 1/20

