

24/88

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

## PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

ETUDE D'UN BATIMENT A USAGE D'HABITATION

R.D.C. commercial en portique R + 8

4 PLANCHES

Proposé par :  
C. T. C.

Etudié par :  
BOUDJELIDA Mohamed

Dirigé par :  
BIOUD

Promotion : Juin 88

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CIVIL



PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

ETUDE D'UN BATIMENT A USAGE D'HABITATION

R.D.C. commercial en portique R + 8

Proposé par :  
C. T. C.

Etudié par :  
BOUDJELIDA Mohamed

Dirigé par :  
BIOUD

Promotion : Juin 88

# SOMMAIRE

1- Présentation de l'ouvrage . . . . .	1
2- caractéristiques mécaniques des matériaux . . . . .	2
3- Descente de charge . . . . .	4
4- par dimensionnement . . . . .	7
5- calcul des poutres . . . . .	12
6- calcul de rigidité . . . . .	21
7- étude au déformé . . . . .	27
8- calcul de poutres sous les charges horizontales . . . . .	43
9- calcul de poutres sous les charges verticales . . . . .	53
10- superpositions de sollicitations . . . . .	77
11- ferrailage de poutres . . . . .	84
12- ferrailage de poteaux . . . . .	103
13- calcul de fondations . . . . .	109
14- calcul de longrines . . . . .	114
15- vile périphérique . . . . .	115
16- Bibliographie . . . . .	116



partement: GENIE CIVIL.....  
 Diptôme: ...B.T.D.....  
 eve ingénieur: GAUDJELINA..MO.HAMED

مدرسة الهندسة المدنية  
 دبلوم  
 طالب مهندس: جودجينا محمد

- موضوع: حساب العناصر المقاومة للحارة ذات شقعة طرادية.

- الملخص

هذا الموضوع يخص حساب العناصر المقاومة للحارة هوائية للأسكان العمودي ذات ارضي و شقعة طرادية عادية  
 (هذا البناء سوف يبنى في زوايا الجزائر، للزقة المتوسطة الزلازل)  
 حساب قوة العناصر يكون طبقا للدوايين الزلزالية عند الزلازل.

Sujet: Calcul d'un bâtiment en portique avec stabl. (R+P).....

Résumé:  
 Le projet consiste à calculer les éléments résistants d'un bâtiment à usage d'habitation en portique (R+P).  
 ce bâtiment sera implanté dans la région d'alger, zone de moyenne sismicité (zone II).  
 le calculs ont été fait suivant les règles par ailleurs algériennes (R.P.A.81).

Subject: .....

Abstract:  
 This project consist of designing a building of habitation use (R+levels) in portic.  
 This building is located in algers which is a medium sismicity zone.  
 The computation were done in accordance with the algerian code (R.P.A.81).



## Remerciements

Je tiens à remercier cordialement mon promoteur M<sup>r</sup>. Boud  
pour son aide précieuse pendant l'établissement de ce projet  
Mes vifs remerciements à tous les professeurs qui ont contribué  
à ma formation, je remercie également tous mes amis qui  
m'ont aidé, de proche ou loin " AHDAO FARID ... "  
Mon sieur l'ingénieur de C.T.C Delache.

## DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail  
À ma mère, mon père  
À mes frères. Djamel, Kamel et la Khader.  
À tous mes enseignants.  
Aux amis.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

---

# INTRODUCTION

## Présentation de l'ouvrage

Le présent ouvrage est un bâtiment R+8 avec sous-sol à usage d'habitation, constitué de trois blocs, on fera l'étude d'un seul bloc.

Cet ouvrage sera implanté à SIDI-M'HAMED (ALGER) qui est une zone de moyenne sismicité (zone II).

### STRUCTURE :

Notre ouvrage est conçu par des portiques auto-stables dans les deux sens, les matériaux entrant dans la construction seront conformes aux règles techniques de conception et à tous les règlements en vigueur en Algérie.

### DIMENSIONS :

- Sens longitudinal :  $L = 22,6 \text{ m}$ .
- Sens transversal :  $l = 9,8 \text{ m}$ .
- Hauteur totale :  $H = 28,04 \text{ m}$ .
- Hauteur d'étage :  $h = 3,06 \text{ m}$ .

### planchers :

Les planchers des étages courants sont réalisés en vigas creux, avec une dalle de compression de 5 cm d'épaisseur (4+5).  
Le plancher de R.D.C sera réalisé en dalle pleine de 15 cm d'épaisseur.

### contrainte du sol :

La contrainte admissible du sol est  $\bar{\sigma}_s = 2 \text{ bars}$  à une profondeur de 1,5 m sol'arrasage.

### Maçonnerie :

Les murs extérieurs seront à double cloison d'épaisseur de 15 cm avec un vide d'air de 5 cm, les murs intérieurs seront des cloisons.



Contraintes admissibles

I) Béton :

Le béton est, classé à 350 kg/m<sup>3</sup>, de CPA 385 avec un contrôle atténué la résistance nominale à la compression à 28 jours

$$\sigma_n = \sigma_{28} = 270 \text{ bars.}$$

La résistance nominale à la traction à 28 jours  $\sigma_{28} = \sigma_n = 23,2 \text{ bar}$

1. contrainte de compression admissible (ART 9.4 CCBA 68)

$$\bar{\sigma}_b = \alpha_{385} \delta \varepsilon \sigma_{28}$$

$$\alpha = 1 \text{ classe 385}$$

$$\beta = \frac{\varepsilon}{6} \text{ contrôle atténué}$$

$$\gamma = \begin{cases} 1 & \text{si } \frac{e_{min}}{40} \geq 1 \\ \frac{e_{min}}{40} & \text{si } \frac{e_{min}}{40} < 1 \end{cases} \quad \begin{array}{l} e_{min} = \text{épaisseur minimale de la pièce} \\ D = \text{diamètre du plus gros granulés} \end{array}$$

$$\delta = 0,3 \text{ compression simple} \Rightarrow \bar{\sigma}_{b0} = 68,5 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\delta = 0,6 \text{ flexion composé avec un effet normal, de traction N}$$

$$\Rightarrow \bar{\sigma}_b = 137 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\delta = 0,3 \left(1 + \frac{e_0}{3e_1}\right) \text{ en flexion composé avec un effet normal N, ou compression}$$

$e_0$  : excentricité de la force extérieure

$$e_1 = \frac{h^2}{6} \text{ pour une section rectangulaire}$$

$\varepsilon = 1$   $\forall$  la forme de la section en compression simple

$\varepsilon < 1$  pour une autre forme de section ( $\varepsilon$  est déterminé  $\frac{F}{B} < \bar{\sigma}_{b0}$ )

2. contrainte admissible de traction de référence : (BA 68 art 9.5)

$$\bar{\sigma}_b = \beta_b \sigma_{28} \text{ avec } \beta_b = \alpha_{385} \theta$$

$$\theta = 0,018 + \frac{2,1}{\sigma_{28}} = 0,0258$$

$$\bar{\sigma}_b = 1,5/6 \cdot 0,0258 \cdot 270 = 5,9 \text{ kg/cm}^2.$$

II) Aciers

- Aciers doux (Acha) FE24  $\rightarrow \bar{\sigma}_a = 1600 \text{ kg/cm}^2.$

- Aciers Haute adhérence (HA) FeE40  $\rightarrow \bar{\sigma}_a = 2800$  ( $\phi \leq 8 \text{ mm}$ )
- Aciers soudés  $\phi \leq 6 \text{ mm} \rightarrow \bar{\sigma}_a = 3533 \text{ kg/cm}^2$ .

contrainte de traction imposées par les conditions de fissuration du béton

$$\bar{\sigma}_a = \min \begin{cases} \frac{2}{3} \sigma_{cn} \\ \max(\sigma_1, \sigma_3) \end{cases}$$

$$\text{avec } \sigma_1 = \frac{KM}{\phi} \frac{\tilde{\omega}_f}{1 + 10\tilde{\omega}_f}$$

$$\sigma_3 = 2,4 \sqrt{\frac{\eta K}{\phi} \bar{\sigma}_b}$$

$K = 1,5 \cdot 10^6$  fissuration, seu nuisible

$\eta = 1,6$  pour les aciers H.A et 1 pour les A.S

$\tilde{\omega}_f =$  pourcentage de fissuration  $= \frac{A}{B_f}$

A: section d'acier, de traction

$B_f$ : section du béton susceptible d'être fissuré

$\phi$ : plus grand diamètre des barres d'acier

N.B pour les sollicitations, du 2<sup>ème</sup> genre, les contraintes admissibles seront obtenues en majorant celles du 1<sup>er</sup> genre, de 50%.

## DESCENTE DE charges

### Plancher terrasse non accessible

#### \* charges permanentes :

- Protection gravillons (3cm) — — — — — = 30 kg/m<sup>2</sup>
  - étanchéité multicouche — — — — — 12 kg/m<sup>2</sup>.
  - pare vapeur — — — — — 5 kg/m<sup>2</sup>.
  - Liège + polycare — — — — — 10 kg/m<sup>2</sup>
  - Forme sole pente 1% — — — — — 200 kg/m<sup>2</sup>
  - dalle de compression + hourdis (16+5) — — — — — 290 kg/m<sup>2</sup>.
  - enduit plâtre (2cm) — — — — — 28 kg/m<sup>2</sup>
- G = 635 kg/m<sup>2</sup>.

#### \* surcharges

$p = 100 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow S_{p1} = G + 1,2p = 755 \text{ kg/m}^2$ .

#### - Plancher étage courant :

##### \* charges permanentes :

- carrelage (2cm) — — — — —  $0,02 \times 2200 = 44 \text{ kg/m}^2$
  - Mortier de pose (2cm) — — — — —  $0,02 \times 2200 = 44 \text{ kg/m}^2$ .
  - sable (2cm) — — — — —  $0,02 \times 1700 = 34 \text{ kg/m}^2$ .
  - dalle de compression + hourdis (16+5) — — — — — 290 kg/m<sup>2</sup>.
  - cloisons — — — — — 75 kg/m<sup>2</sup>.
  - enduit - plâtre (2,5cm) — — — — —  $0,025 \times 1400 = 35 \text{ kg/m}^2$ .
- G = 522 kg/m<sup>2</sup>.

#### \* surcharges :

$p = 175 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow S_{p1} = G + 1,2p = 732 \text{ kg/m}^2$ .

#### - plancher R.D.C (COMMERCIAL)

##### \* charges permanentes :

- carrelage (2cm) — — — — —  $0,02 \times 2200 = 44 \text{ kg/m}^2$ .



- Mortier de pose (2cm) —————  $0,02 \times 2000 = 40 \text{ kg/m}^2$ .
- Sable (2cm) —————  $0,02 \times 1700 = 34 \text{ kg/m}^2$ .
- dalle pleine (15cm) —————  $0,15 \times 2500 = 375 \text{ kg/m}^2$ .
- enduit plâtre (2cm) —————  $0,02 \times 1400 = 28 \text{ kg/m}^2$ .
- cloisons —————  $75 \text{ kg/m}^2$ .

\* Surcharges:

$$G = 592 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 400$$

$$\Rightarrow \text{sp}_1 = G + 1,2P = 1072 \text{ kg/m}^2$$

- Sous Sol : (sout)

- charges permanentes:

- carrelage (2cm) —————  $0,02 \times 2200 = 44 \text{ kg/m}^2$ .
- Mortier de pose (2cm) —————  $0,02 \times 2000 = 40 \text{ kg/m}^2$ .
- Sable (2cm) —————  $0,02 \times 1700 = 34 \text{ kg/m}^2$ .
- dalle pleine (8cm) —————  $0,08 \times 2500 = 500 \text{ kg/m}^2$ .
- enduit plâtre (2cm) —————  $0,02 \times 1400 = 28 \text{ kg/m}^2$ .
- cloison —————  $75 \text{ kg/m}^2$

$$G = 721 \text{ kg/m}^2$$

Surcharges

$$P = 175 \text{ kg/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{sp}_1 = G + 1,2P = 931 \text{ kg/m}^2$$

BALCON:

\* charges permanentes

- chappe (4cm) —————  $0,04 \times 2200 = 88 \text{ kg/m}^2$ .
- dalle pleine (10cm) —————  $0,1 \times 2500 = 250 \text{ kg/m}^2$ .
- garde corps en maçonnerie —————  $210 \text{ kg/m}^2$

$$G = 548 \text{ kg/m}^2$$

\* surcharges:

$$P = 350 \text{ kg/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{sp}_1 = G + 1,2P = 968 \text{ kg/m}^2$$

Remplissage :

Le mur extérieur est formé, d'une double cloison, l'une de 15 cm d'épaisseur et l'autre, de 5 cm avec un vide, de 5 cm entre les deux.

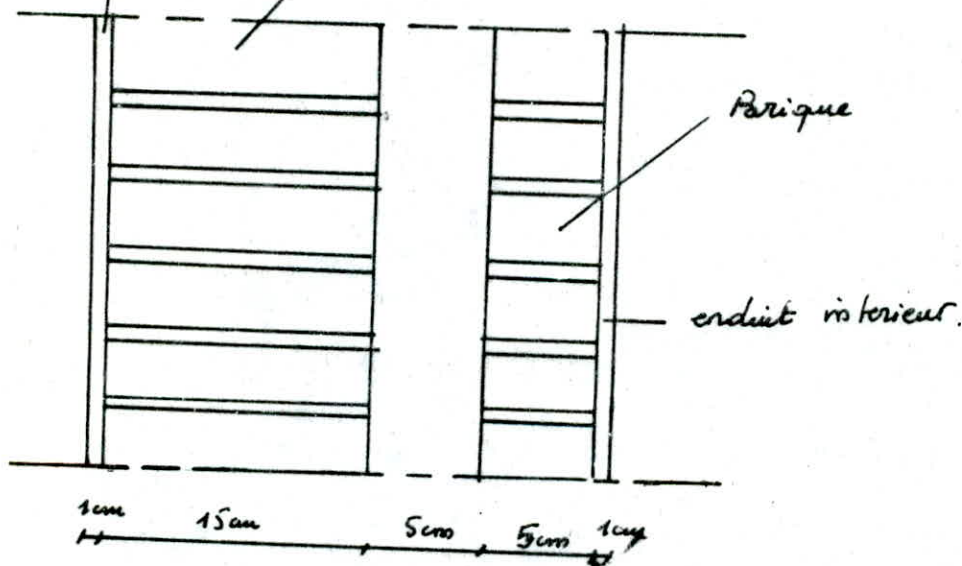
- brique creuse, de 15 cm ----- 157 kg/m<sup>2</sup>.

- brique creuse, de 5 cm ----- 68 kg/m<sup>2</sup>.

- enduit en ciment (1 cm) -----  $0,01 \times 1800 = 18 \text{ kg/m}^2$ .

- enduit plâtre (1 cm) -----  $0,01 \times 1000 = 10 \text{ kg/m}^2$ .

enduit extérieur. Brique  $q = 253 \text{ kg/m}^2$ .



## Prédimensionnement → -

### 1) Poteaux:

Les poteaux seront prédimensionnés sous l'effet du séisme, ainsi l'évaluation des efforts, due au séisme se fera par la méthode de "BOWMAN" étant donné que les hypothèses de la méthode sont vérifiées.

### a) calcul de la force sismique:

$$V = AB D Q \sum W_i \approx 0,1 \sum W_i \Rightarrow V = 0,1 \times 2291,616 = 229,162 \text{ t}$$

### b) calcul des forces $F_i$ revenant à chaque niveau:

$$F_i = \frac{h_i W_i}{\sum_{i=1}^n h_i W_i} V \quad ; \quad T_j: \text{effort tranchant revenant à chaque niveau}$$

$$T_j = \sum_{i=1}^n F_i$$

Niveau	$h_i$ (m)	$W_i$ (t)	$h_i W_i$	$\frac{h_i W_i}{\sum h_i W_i}$	$F_i$ (t)	$T_j$ (t)
9 <sup>e</sup>	27,54	235,048	6473,222	0,190	43,541	43,541
8 <sup>e</sup>	24,48	244,007	5973,291	0,175	40,103	83,644
7 <sup>e</sup>	21,42	244,007	5226,630	0,153	35,062	118,706
6 <sup>e</sup>	18,36	244,007	4479,968	0,131	30,020	148,726
5 <sup>e</sup>	15,30	252,241	3859,287	0,113	25,895	174,621
4 <sup>e</sup>	12,24	260,523	3182,557	0,093	21,312	195,933
3 <sup>e</sup>	9,18	260,523	2391,417	0,070	16,041	211,974
2 <sup>e</sup>	6,12	270,601	1656,078	0,048	10,999	222,973
1 <sup>e</sup>	3,06	280,699	858,939	0,025	5,729	228,702

### c. Évaluation des efforts dus aux charges horizontales dans les poteaux

$$T_j^K = T_j \frac{F_i^K}{0,8(\Sigma_j^1 + \Sigma_j^n) + \sum_{k=2}^{n-1} F_j^K} \quad 1 < K < n$$

$$T_j^K = T_j \frac{F_j^K \cdot 0,8}{0,8(\Sigma_j^1 + \Sigma_j^n) + \sum_{k=2}^{n-1} F_j^K} \quad K = 1 \text{ ou } n$$

$T_j^K$ : effort tranchant au niveau  $j$  revenant au poteau  $K$

$I_j^K$ : moment d'inertie du poteau  $K$  au niveau  $j$ .

$n$ : nombre de poteaux

les moments, dans les poteaux:  $M_s$  = Moment en Tête, du poteau

$$M_s = T_j^K \cdot h$$

$$M_b = \text{" à la base "}$$

$$M_b = T_j^K (1-d) h$$

$d$ : coefficient déterminant la position du point d'inflexion.



les résultats sont obtenus sous forme de Tableau

$$I_j^K = \frac{60 \times 60^3}{12} = 1,08 \times 10^6 \text{ cm}^4 \text{ Niv 1, 2} \quad . \quad I_j^K = \frac{50 \times 50^3}{12} = 5,21 \times 10^5 \text{ cm}^4 \text{ Niv 3, 4, 5}$$

$$I_j^K = \frac{40 \times 40^3}{12} = 2,13 \times 10^5 \text{ cm}^4 \text{ Niv 6, 7, 8, 9}$$

potéaux Niveau	$I_j^K (cm^4)$				MS (t.m)				$N_i (k.m)$			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9 <sup>e</sup>	1,611	2,010	2,010	1,611	3,204	3,998	3,998	3,204	1,725	2,153	2,153	1,725
8 <sup>e</sup>	3,095	3,261	3,261	3,095	5,682	7,079	7,079	5,682	3,788	4,726	4,726	3,788
7 <sup>e</sup>	4,398	5,480	5,480	4,392	7,392	9,223	9,223	7,392	6,048	7,546	7,546	6,048
6 <sup>e</sup>	5,583	6,866	6,866	5,503	8,419	10,505	10,505	8,419	5,503	6,866	6,866	5,583
5 <sup>e</sup>	6,461	8,062	8,062	6,461	9,825	12,335	12,335	9,825	6,461	8,062	8,062	6,461
4 <sup>e</sup>	7,249	9,045	9,045	7,249	11,091	13,839	13,839	11,091	7,249	9,045	9,045	7,249
3 <sup>e</sup>	7,843	9,726	9,726	7,843	11,999	14,972	14,972	11,999	7,843	9,726	9,726	7,843
2 <sup>e</sup>	8,250	10,294	10,294	8,250	12,622	15,750	15,750	12,622	8,250	10,294	10,294	8,250
1 <sup>er</sup>	8,462	10,558	10,558	8,462	10,357	12,923	12,923	10,357	15,536	19,384	19,384	15,536

- calcul des moments, des pochettes transversales

$$I_g = I_d = \frac{30 \times 40^3}{12} = 16 \times 10^4 \text{ cm}^4$$

- détermination des moments  $M_d, M_g$  dans les pochettes

$$M_g = + (M_s + M_i) \frac{K_g}{K_g + K_d} \quad , \quad M_d = + (M_s + M_i) \frac{K_d}{K_g + K_d}$$

$$\text{avec } K_g = \frac{I_g}{l_g} \quad , \quad K_d = \frac{I_d}{l_d}$$

$$T = - \frac{(M_g + M_d)}{L} \quad \text{et} \quad N_i = - (T_g - T_d)$$

les résultats sont présentés sous forme de Tableau.

N	poteau	Mg	Md	T
9	1-2	3,204	4,953	-1,540
	2-3	2,045	2,014	-1,268
	3-4	1,993	3,204	-5,187
8	1-2	7,407	4,515	-3,559
	2-3	4,727	4,657	-2,932
	3-4	4,585	7,407	-3,690
7	1-2	11,180	6,815	-5,372
	2-3	7,134	7,029	-4,425
	3-4	6,920	11,180	-5,569
6	1-2	14,467	8,219	-6,951
	2-3	9,232	9,095	-5,727
	3-4	8,955	14,467	-7,207
5	1-2	15,388	9,381	-7,394
	2-3	9,821	9,675	-6,092
	3-4	9,526	15,388	-7,666

N	poteau	Mg	Ma	T
4	1-2	17,552	10,700	-3,433
	2-3	11,202	11,035	-6,949
	3-4	10,865	17,552	-2,744
3	1-2	19,248	14,733	-9,248
	2-3	12,283	12,105	-7,621
	3-4	11,919	19,248	-9,590
2	1-2	20,465	12,476	-9,833
	2-3	13,061	12,867	-8,102
	3-4	12,669	20,465	-10,195
1	1-2	18,607	11,343	-8,940
	2-3	11,875	11,698	-7,366
	3-4	11,518	18,607	-9,269

on trouve (N<sub>max</sub> role au 1<sup>er</sup> sous le poteau 2 la plus sollicité) = 10,788 t.

verification role poteau a la flexion composite

M = 19,384 (6<sup>eme</sup>) poteau 60x60

$$N = 157,463 + 10,788 = 168,251 \text{ t.}$$

Armature minimum 1% (zone II) : armature symétrique

$$A = \frac{60 \times 60 \times 1}{100} = 36 \text{ cm}^2 \Rightarrow \frac{A}{2} = 18 \text{ cm}^2 \Rightarrow 6T30 = 18,84 \text{ cm}^2.$$

verification role contraintes :

$$\omega = \frac{100A}{b h t} = \frac{100 \times 18,84}{60 \times 60} = 0,523$$

$$K_c = \frac{N}{M} \text{ ht} \Rightarrow K_c = \frac{168,251 \times 10^3 \times 60}{19,384 \times 10^5} = 5,208 \Rightarrow \begin{cases} K_b = 0,10 \\ K = 0,38 \end{cases}$$

$$\sigma_b = \frac{1}{K_b} \frac{M}{b h^2 t} = \frac{1}{0,10} \times \frac{19,384 \times 10^5}{50 \times 50^2} = 155 \text{ kg/cm}^2 < 1,5 \sigma_b = 205,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_a = K \sigma_b = 0,38 \times 155 = 58,9 \text{ kg/cm}^2 < 4200 \text{ kg/cm}^2.$$

role la section, role poteau passe largement.

donc on prendra comme section role poteau

60x60 → Niveau 1, 2

50x50 → Niveau 3, 4, 5

40x40 → Niveau 6, 7, 8, 9.

2) POUTRES:

Les poutres seront prédimensionnées, d'après les limites, de déformation imposées par "pièce charnée" et vérifiées aux prescriptions visées par le R.P.A 81 art. 4.2.1.2.

Règles pièce charnée

$$- \frac{L}{15} \leq h_f \leq \frac{L}{10}$$

$$- 0,3 h_f \leq b \leq 0,7 h_f$$

L: plus grande portée de la poutre dans la structure.

$$L = 520 \text{ cm.}$$

$$\frac{520}{15} \leq h_f \leq \frac{520}{10} \Rightarrow 34,6 \leq h_f \leq 52 \Rightarrow h_f = 50 \text{ cm}$$

$$0,3 \times 50 \leq b \leq 0,7 \times 50 \Rightarrow 15 \leq b \leq 35 \Rightarrow b = 30 \text{ cm}$$

on choisira pour la poutre portante (selon longitudinal)

$$b \times h_f = 30 \times 50$$

et pour la poutre non portante (selon transversal).

$$b \times h_f = 30 \times 40$$

prescription C.T.C:

les dimensions de la poutre doivent respecter les conditions:

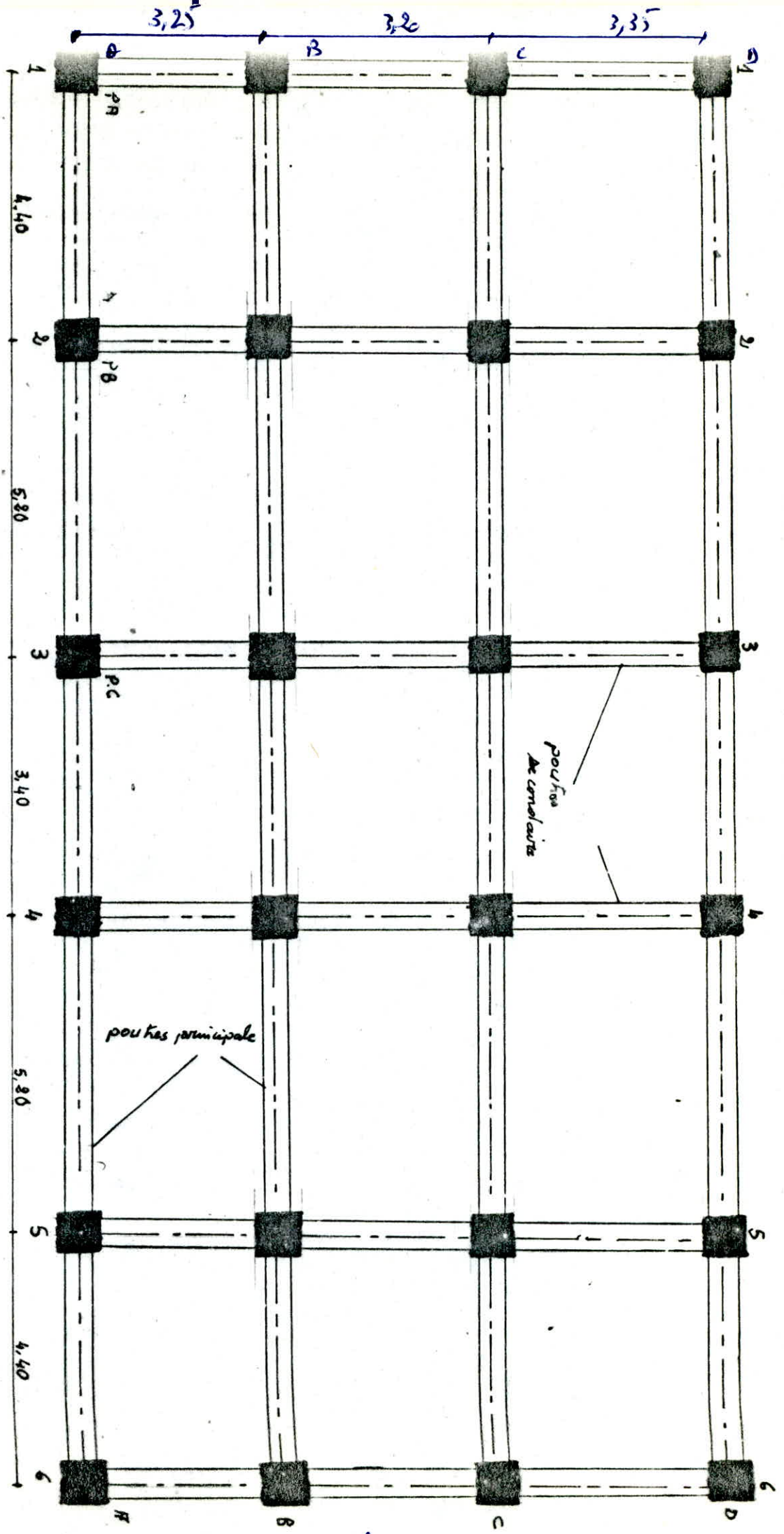
b > 20 cm en zone I et II (vérifiée)

h > 30 cm " " " " " "

$\frac{h_f}{b} \leq 3,0$  " " " " " "

$b(\max) \leq 1,5 h + b_1$  ( $b_1$  largeur des poteaux) vérifié.





11-

CALCUL des planchers

le planchers et étage courant sont constitués en corps creux et une table de compression (20+4), l'ensemble repose sur des poutrelles préfabriquées, les poutrelles sont espacées selon la petite portée, sont calculées sous (6+42p) le calcul se fait en deux étapes avant et après le coulage du béton l'entre-axes des poutrelles est de 65 cm.

1<sup>ère</sup> étape : avant le coulage du béton la poutrelle est considérée comme un élément appuyé, elle supporte son poids propre, l'humidité et la surcharge de l'ouvrier.

\* Charge supportée par la poutrelle

- poids propre :  $9,04 \times 0,12 \times 2,75 = 29,8 \text{ kg/ml}$

- poids du corps creux :  $0,65 \times 95 = 62 \text{ kg/ml}$

- surcharge due à l'ouvrier majoré :  $0,65 \times 1,2 \times 100 = 78 \text{ kg/ml}$

$q = 152 \text{ kg/ml}$

Moments max en travée :  $M_0 = \frac{q l^2}{8} = \frac{152 \times 2,75^2}{8} = 143,687 \text{ kg m}$

Effort tranchant :  $T_0 = \frac{q l}{2} = \frac{152 \times 2,75}{2} = 209 \text{ kg}$

détermination des armatures :

on utilise la méthode de "poutre charbon"

$\mu = \frac{15 M_0}{\sigma_a b h} = \frac{15 \times 143,687}{2800 \times 12 \times 4} = 0,16 \times 10^{-3} \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,3499 \\ K = 2,8 \end{cases} \Rightarrow \sigma_b = \frac{\sigma_a}{K} = 1000 > \bar{\sigma}$

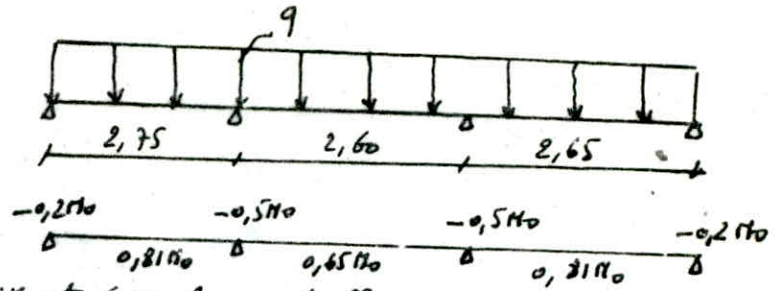
avec  $\bar{A} \neq 0$ , vu les dimensions de la section du béton, ceci est possible, on prévoit des échafaudages pour aider les poutrelles à supporter la charge et les surcharges avant le coulage de la table de compression.

2<sup>ème</sup> étape :

Les poutrelles reposent sur plusieurs appuis et travaillent comme une poutre continue, le calcul et le ferraillage se fait sous le cas de plus défavorable sur appui et en travée.

pour la détermination des efforts tranchants et des moments en appui

schéma statique:



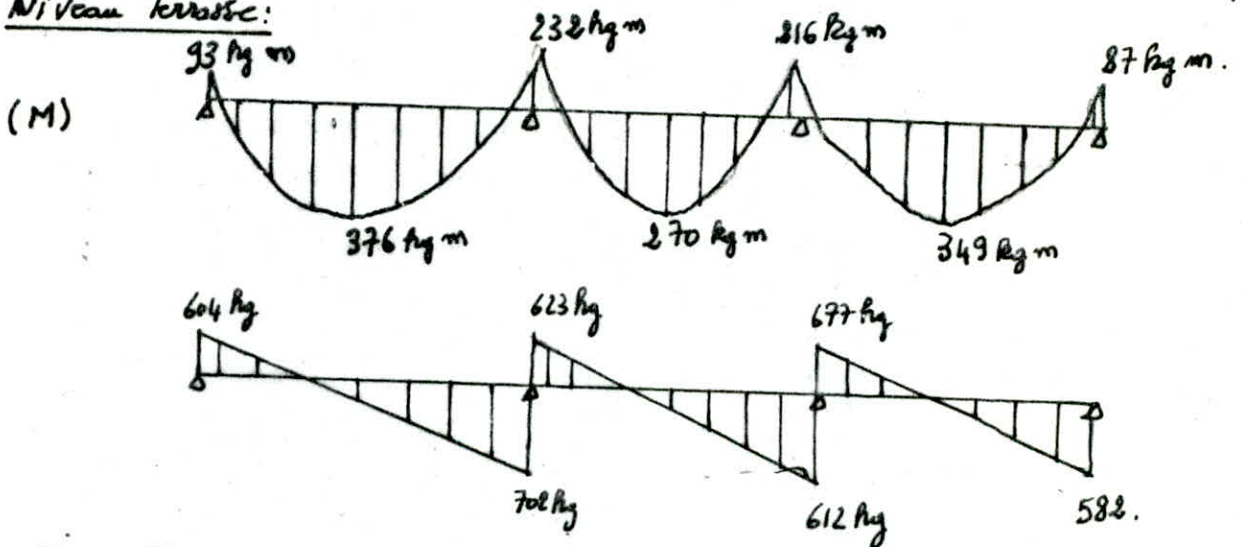
\* Détermination des effets agissant sur la poutrelle :

$q_{\text{traverse}} = 0,65 \times 755 = 491 \text{ kg/ml.}$

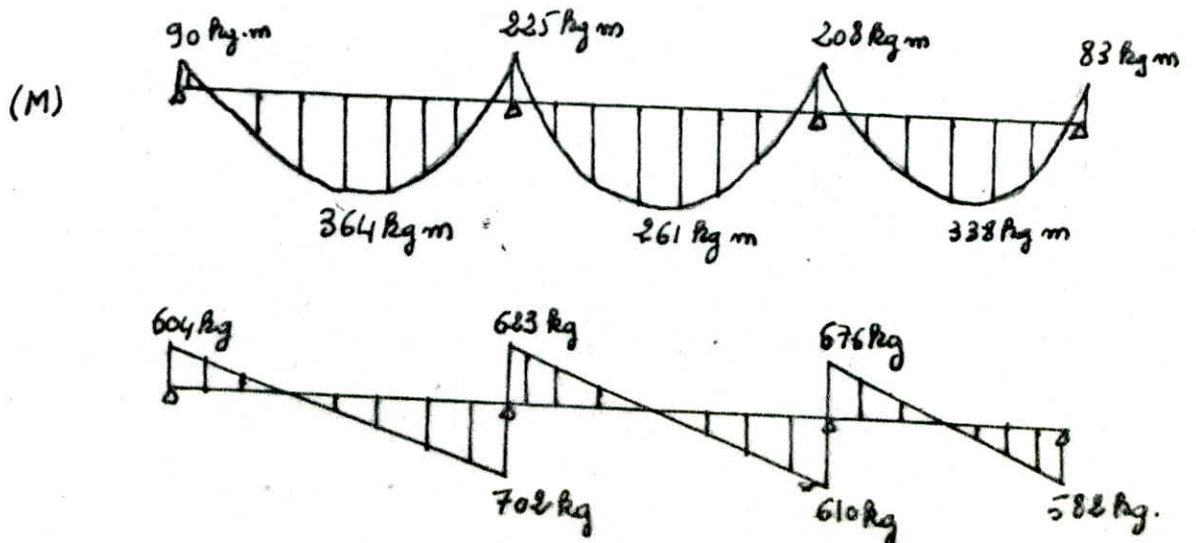
$q_{\text{étrépage courant}} = 0,65 \times 732 = 475 \text{ kg/ml.}$

Niveau	$q$ (kg/ml)	$M_1$ (kg.m)	$M_2$ (kg.m)	$M_3$ (kg.m)	$R_1$ (kg)	$R_2$ (kg)	$R_3$ (kg)
traverse	491	464	415	431	675	638	651
étrépage courant	475	449	402	417	653	617	629

Niveau traverse:



Niveau étrépage courant:





calcul des armatures longitudinales

en travée:

\* détermination de la largeur "b" de la table de compression (CC13A68 art 23)

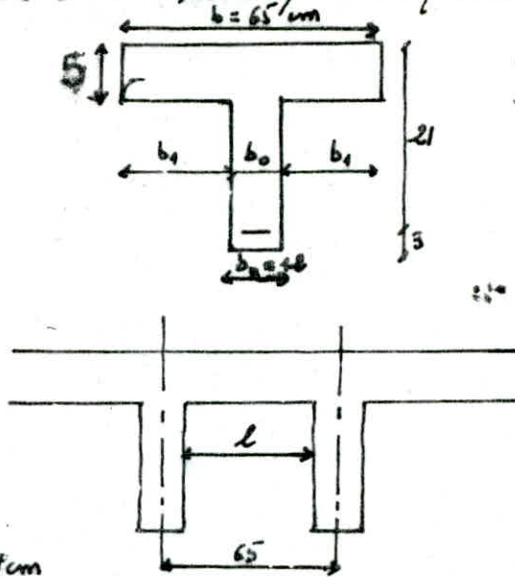
- $b_1 \leq \frac{L}{10} = \frac{275}{10} = 27,5 \text{ cm}$
- $b_1 \leq \frac{b_0}{2} = \frac{53}{2} = 26,5 \text{ cm}$
- $b_1 \leq (6 \div 8) h_0 = (6 \div 8) 21 = 15,75 \text{ cm}$

donc  $b_1 = 26,5 + b_0 = 2 \times 26 + 12 = 64 \text{ cm}$

$M_t = 376 \text{ kg.m}$

$$\mu = \frac{15M}{\sigma_a b h^2} = 0,007 \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9621 \\ d = 0,1136 \\ K = 117 \end{cases}$$

$y = \alpha h = 0,1136 \times 21 = 2,39 \text{ cm} < h_0 = 21 \text{ cm}$



la section se calcule comme une section rectangulaire de dimension (b x ht)

$$\sigma_b = \frac{\sigma_a}{K} = \frac{2800}{117} = 24 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b = 137 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \hat{A} = 0$$

$$A = \frac{M}{\sigma_a \epsilon h} = \frac{376 \times 10^2}{2800 \times 0,9621 \times 21} = 0,665 \text{ cm}^2$$

sur appui:  $M_0 = -232 \text{ kg.m}$

$$\mu = \frac{15 \times 232 \times 10^2}{2800 \times 12 \times 21} = 0,0235 \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9334 \\ K = 60 \\ \alpha = 0,2 \end{cases}$$

$y = \alpha h = 0,2 \times 21 = 4,2 \text{ cm}$ . → la section se calcule comme section rectangulaire de section (b0 x ht)

$$\sigma_b = \frac{\sigma_a}{K} = \frac{2800}{60} = 46,7 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b = 137 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \hat{A} = 0$$

$$A = \frac{M}{\sigma_a \epsilon h} = \frac{232 \times 10^2}{2800 \times 0,9334 \times 21} = 0,423 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité:

en travée:  $A \geq 0,69 \times \frac{\sigma_a}{\sigma_{en}} b \cdot h = 0,69 \times \frac{5,9}{4300} \times 65 \times 21 = 1,33 \text{ cm}^2$  non vérifié

aux appuis:  $A \geq 0,69 \times \frac{5,9}{4300} \times 12 \times 21 = 0,24 \text{ cm}^2$  vérifié

d'où: en travée, on fouraille avec la condition de non fragilité

Recapitulatif:

en travée  $A = 1,33 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{ST10} = 1,57 \text{ cm}^2$

en appui  $A = 0,423 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{ST6} = 0,56 \text{ cm}^2$

- condition de non fissuration:

sur appui  $w_f = \frac{A}{2b_d} = \frac{0,56}{2 \times 12 \times 3} = 0,008$

$$\sigma_1 = \frac{1,5 \times 1,6 \times 10^6}{6} \frac{0,008}{1 + 0,08} = 2963 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

donc vérifié

en travée:

$$w_f = \frac{A}{B_f} = \frac{1,57}{2 \times 12 \times 3} = 0,022$$

$$\Rightarrow \sigma_1 = \frac{1,5 \times 1,6 \times 10^6}{10} \frac{0,022}{1 + 0,22} = 4328 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

donc vérifié

- condition aux appuis:

$$T - \frac{\pi}{8} = 702 - \frac{225 \times 10^2}{7 \times 21} = -528,5 \text{ kg} < 0 \text{ c'est vérifié.}$$

- verification de l'adhérence: (art 29. CCBA 68)

$$\bar{\tau}_b = 24 \bar{\sigma}_b = 2 \times 1,5 \times 5,9 = 17,7 \text{ kg/cm}^2.$$

$$T(\max) = 702 \text{ kg.} \Rightarrow \tau_d = \frac{T(\max)}{n p s} = \frac{702}{2 \times 3,14 \times 1,00 \times \frac{7 \times 21}{8}} = 6,1 \text{ kg/cm}^2.$$

on a  $\tau_d < \bar{\tau}_a$  vérifié.

- verification de la flèche: (CCBA 68 art 5.8.4)

$$\frac{f_f}{l} \geq \frac{M_f}{15 M_0} \Rightarrow \frac{24}{275} \geq \frac{364}{15 \times 464} \Rightarrow 0,087 \geq 0,052 \text{ vérifié.}$$

$$\frac{A}{b_0 h} < \frac{36}{\bar{\sigma}_a} \Rightarrow \frac{1,57}{12 \times 21} < \frac{36}{4200} \Rightarrow 0,006 < 0,008 \text{ vérifié.}$$

donc le calcul à la flèche est inutile.

calcul des armatures transversales: (CCBA 68 art 25)

les armatures transversales seront calculées avec  $T(\max)$ , elles seront gardées pour toutes les sections.

on utilise, des armatures transversales perpendiculaires à ligne moyenne, pour cela on fait la vérification suivante

$$\tau_b \leq 3,5 \bar{\sigma}_b \text{ si } \sigma'_b < \frac{1}{2} \bar{\sigma}_b$$

$$\tau_b \leq \left(4,5 - \frac{\sigma'_b}{\bar{\sigma}_b}\right) \bar{\sigma}_b \text{ si } \frac{1}{2} \bar{\sigma}_b < \sigma'_b < 2 \bar{\sigma}_b$$

$\tau_b$  contrainte de cisaillement maximale

$$\bar{T}_b = \frac{T(\max)}{b_0} = \frac{702}{18 \times \frac{1}{2} \times 21} = 3,18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_b = 45,9 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \sigma'_b < \bar{\sigma}_{b0} = 68,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{T} = 3,5 \bar{\sigma}_b = 3,5 \times 5,9 = 20,65 \text{ kg/cm}^2$$

donc  $\sigma'_b < \bar{T}_b$ , on utilise, les armatures perpendiculaires à la ligne moyenne, on choisit, des cadres  $\phi 6$

$$A_t = 2 \phi 6 = 0,56 \text{ cm}^2 \text{ (acier, deux)}$$

contraintes admissibles, des armatures transversales:

$$\bar{T}_{at} = f_{at} \sigma_{en} \text{ avec } f_{at} = \max\left(\frac{2}{3}, 1 - \frac{250}{9\bar{\sigma}_b}\right) = 0,94$$

$$\bar{T}_{at} = 0,94 \times 2400 = 2256 \text{ kg/cm}^2$$

Écartement, des armatures transversales:

$$t = \frac{A_t \bar{T}_{at}}{T(\max)} = \frac{0,56 \times \frac{1}{2} \times 21 \times 2256}{702} = 33,068 \text{ cm}$$

$$\bar{t} = \max \begin{cases} 0,2h = 4,2 \text{ cm} \\ (1 - 0,3 \frac{\sigma'_b}{\bar{\sigma}_b}) h = 17,6 \text{ cm} \end{cases} \text{ on adopte, un écartement, de } 17 \text{ cm}$$

on prendra  $t = 17 \text{ cm}$  au niveau, de l'appui, le 1<sup>er</sup> cours sera à  $\frac{t}{2}$  du mur, de l'appui, pour les autres espacements on appliquera la suite, de "caquot".



Feuilles de la Table de compression : (CCBA 68 art 52-2)  
afin, de limiter les risques, de fissuration, et, pour répartir les charges  
on, prévoit, un treillis soudé (quadrillage), de maille (20x20)  
les, dimensions, de mailles ne, doivent, dépasser :

- 80 cm (5 p.m) , pour les armatures perpendiculaires aux nervures.
- 33 cm (3 p.m) , pour les armatures parallèles aux nervures.

les sections, de ces armatures, doivent vérifier les conditions suivantes :

Armature  $\perp$  aux nervures :

$$A_{\perp N} \geq \frac{2160}{f_{en}} \rightarrow \text{pour } l_n \leq 50 \text{ cm}$$

$$A_{\perp N} \geq \frac{43 l_n}{f_{en}} \rightarrow 50 \text{ cm} < l_n < 80 \text{ cm}$$

dans notre cas  $l_n = 65 \text{ cm}$ ,  $f_c = 5300 \text{ kg/cm}^2$   $\phi \leq \phi 6$

$$\text{d'où } A_{\perp N} \geq \frac{43 \times 65}{5300} = 0,527 \text{ cm}^2 < A_{\perp N} = 0,98 \text{ cm}^2 = 5 \phi 5 / \text{ml}$$

Armatures // aux nervures :

$$A_{// N} > \frac{A_{\perp N}}{2} = \frac{0,98}{2} = 0,49 \text{ cm}^2 < A_{// N} = 0,98 \text{ cm}^2 = 5 \phi 6 / \text{ml}$$

donc on adopte, un treillis soudé en  $\phi 5$ , de maille (20x20)

Résumé : pour les deux planchers on adopte .

armature en travée  $\rightarrow 2T10$

armature sur appuis  $\rightarrow 2T6$

Table, de compression : un treillis-soudé en  $\phi 5$ , de (20x20)

Calcul, du plancher R.D.C (à usage commercial)

Le plancher R.D.C est en dalle pleine, reposant sur les poutres, le calcul se fera sous la sollicitation, du 1<sup>er</sup> genre (G + 1,2p)

on fera le calcul d'un seul panneau, de dalle rectangulaire, dont les dimensions sont plus grande, on fera ensuite les autres panneaux identiquement, on suppose que les dalles sont entièrement appuyées sur leurs cotés, dans les calculs on réduira les moments en travée et sur appuis conformément aux règles C.C.B.A (art 57-2).

Les dimensions, du panneau:

$l_x = 2,75 \text{ m} ; l_y = 4,60 \text{ m} \Rightarrow \beta = \frac{l_x}{l_y} = 0,597$

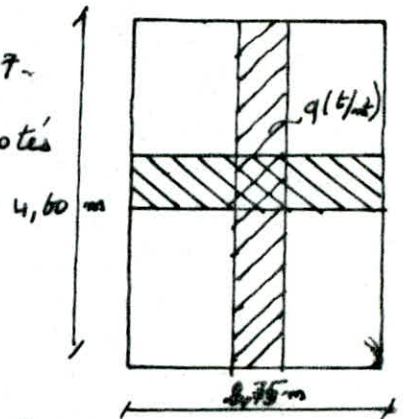
$0,4 < \beta < 1$ , dalle rectangulaire appuyée sur 4 cotés

$M_{0x} = \mu_x q l_x^2$

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

$T_x = q \frac{l_x}{2} \frac{1}{1 + \frac{\beta}{2}} = q \frac{l_x l_y}{2l_y + l_x} ; T_y = \frac{q l_x}{3}$

les valeurs, de  $\mu_x$  et  $\mu_y$  sont, données, dans le C.C.B.A, ils sont en fonction de  $\beta$ .



$\beta = 0,597 \Rightarrow \mu_x = 0,0849 ; \mu_y = 0,435$

Evaluation, de charges:

$G = 598 \text{ kg/m}^2 ; S = 430 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow q = G + 1,2p = 1,072 \text{ kg/m}^2$

$M_{0x} = 1,072 \times 0,0849 \times (2,75)^2 = 0,688 \text{ t.m}$

$M_{0y} = 0,435 \times 0,688 = 0,299 \text{ t.m}$

Répartition, des moments:

en travée:  $M_{xt} = 0,85 M_{0x} = 0,585 \text{ t.m}$

$M_{yt} = 0,85 M_{0y} = 0,254 \text{ t.m}$

aux appuis:  $M_{xa} = -0,5 M_{0x} = 0,344 \text{ t.m}$

$M_{ya} = -0,5 M_{0y} = 0,149 \text{ t.m}$

Calcul des armatures :

le calcul est fait par la méthode, de "pièce charon".

$h_t = 15 \text{ cm. } \phi(\text{max}) \leq \frac{h_t}{10} = 15 \text{ mm.}$

Selon la petite portée  $l_x$  :

en travée:  $M_t = 0,585 \text{ t.m.}$  avec  $R_x = h_t - d = 15 - 2 = 13 \text{ cm.}$

$$\mu = \frac{15 M_t}{\bar{\sigma}_a b R_x^2} = \frac{15 \times 0,585 \times 10^5}{2800 \times 100 \times (13)^2} = 0,0185 \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9401 \\ K = 68,5 \end{cases}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{68,5} = 40,87 \text{ kg/cm}^2 < \frac{1}{\sigma_b} = 137 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \hat{A} = 0$$

$$A = \frac{M_t}{\bar{\sigma}_a \epsilon R_x} = \frac{0,585 \times 10^5}{2800 \times 0,9401 \times 13} = 1,71 \text{ cm}^2/\text{ml} \rightarrow 4T8 = 2,01 \text{ cm}^2/\text{ml.}$$

espace, de 35 cm.

sur appui:  $M_{xa} = 0,344 \text{ t.m.}, R_x = 13 \text{ cm}$

$$\mu = \frac{15 M_{xa}}{\bar{\sigma}_a b R_x^2} = \frac{15 \times 0,344 \times 10^5}{2800 \times 100 \times 13^2} = 0,0109 \Rightarrow \begin{cases} K = 92 \\ \epsilon = 0,9533 \end{cases}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{92} = 30,43 \text{ kg/cm}^2 < \frac{1}{\sigma_b} = 137 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \hat{A} = 0$$

$$A = \frac{M_{xa}}{\bar{\sigma}_a \epsilon R_x} = \frac{0,344 \times 10^5}{2800 \times 0,9533 \times 13} = 0,99 \text{ cm}^2 \rightarrow 4T6 = 1,13 \text{ cm}^2 \text{ espace, de 35 cm}$$

\* Selon la grande portée  $l_y$  :

en travée:  $M_{ty} = 0,254 \text{ t.m. } \phi_y = \phi_x, R_y = R_x - \frac{\phi_x + \phi_y}{2} = 13 - \frac{0,8 + 0,8}{2} = 12,2$

$$\mu = \frac{15 \times 0,254 \times 10^5}{2800 \times 100 \times 12,2^2} = 0,0091 \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9571 \\ K = 101,5 \end{cases}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{101,5} = 27,58 < \frac{1}{\sigma_b} = 137 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \hat{A} = 0$$

$$A = \frac{M_{ty}}{\bar{\sigma}_a \epsilon R_y} = \frac{0,254 \times 10^5}{2800 \times 0,9571 \times 12,2} = 0,77 \text{ cm}^2 \rightarrow 3T6 = 0,84 \text{ cm}^2 \text{ espace, de 33 cm}$$

sur appui:  $M_{ya} = 0,149 \text{ t.m.}$

$$\mu = 0,00519 \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9671 \\ K = 137 \end{cases} \Rightarrow \bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{137} = 20,434 \text{ kg/cm}^2 < \frac{1}{\sigma_b} = 137 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{M_{ya}}{\bar{\sigma}_a \epsilon R_y} = 0,44 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3\phi 5 = 9,58 \text{ cm}^2/\text{ml} \text{ espace, de 33 cm.}$$

$\Rightarrow \hat{A} = 0$

VERIFICATION des contraintes :

1- condition de non fragilité :



Suivant  $l_x$ :  $A_x > 0,69 b h x \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} \frac{(2-\beta)}{2} = 0,69 \times 100 \times 13 \times \frac{5,9}{412} \frac{2-0,597}{2}$   
 $= 0,9 \text{ cm}^2$  c'est vérifié

Suivant  $l_y$ :  $A_y > 0,69 x b x h y \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} \frac{1+\beta}{4} = 0,69 \times 100 \times 12,3 \times \frac{5,9}{412} \frac{1+0,597}{4}$   
 $= 0,485 \text{ cm}^2$  c'est vérifié

2- condition de non fissuration:

$\sigma_1 = \frac{K M}{\phi} \frac{\omega_f}{1+10\omega_f}$ ,  $\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{M K}{\phi} \bar{\sigma}_b}$ ,  $\omega_f = \frac{A}{2bd}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $d = 8 \text{ cm}$ .

$\phi = 8 \text{ mm}$ ,  $K = 1,5 \times 10^6$  (fissuration peu nuisible),  $m = 1,6$  (H.A),  $\eta = 2$ ,  $d \text{ en } \text{cm}^2$ .

$\sigma_1 = \frac{1,5 \times 10^6 \times 1,6}{8} \frac{0,005}{1,05}$  avec  $\omega_f = \frac{A}{B_f} = 0,005$ .

$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{1,6 \times 10^6 \times 1,5 \times 5,9}{8}} = 3133 \text{ kg/cm}^2$  c'est vérifié  $\sigma_2 > \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$

3- Effort tranchant: C.C.B.A. art 27-1.

$T_x = 1,34 \text{ t/ml}$ ,  $T_y = 0,98 \text{ t/ml}$ .  $\Rightarrow \tau_b = \frac{T}{b \delta} = \frac{134}{100 \times 2 \times 13} = 1,177 \text{ kg/cm}^2$ .

$\tau_b < 1,15 \bar{\sigma}_b = 1,15 \times 5,9 = 6,785 \text{ kg/cm}^2$ , donc c'est vérifié.

4- verification des contraintes:

$\bar{\omega} = \frac{100 A}{b b} = \frac{100 \times 2,01}{100 \times 13} = 0,1546 \Rightarrow \begin{cases} K = 62,5 \\ E = 0,9355 \end{cases}$

$\sigma_a = \frac{M}{A \phi b} = \frac{0,585 \times 10^5}{2,01 \times 0,9355 \times 13} = 2393 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$ .

$\sigma_b = \frac{\sigma_a}{K} = \frac{2393}{62,5} = 38,3 \text{ kg/cm}^2 < \frac{1}{\phi b} = 137 \text{ kg/cm}^2$ .

5- verification de la flèche: (C.C.B.A 68 art 61, 22)

on peut admettre qu'il n'est pas utile de donner une justification de flèche

si les conditions suivantes sont réalisées: a)  $\frac{h_t}{l_x} > \frac{1}{20} \frac{M_t}{M_0}$

$M_0 = 0,688 \text{ t.m}$ ,  $M_t = 2,01 \text{ cm}^2$ ,  $b = 100 \text{ mm}$

b)  $\frac{A}{\phi h} < \frac{20}{\sigma_{en}}$

$h = 13 \text{ cm}$ ,  $\sigma_{en} = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

donc a)  $0,055 > 0,042$ .

b)  $0,0015 < 0,0083$ .

la flèche est, donc vérifiée.

## Calcul des Rigidités

Le calcul des rigidités a priori que le calcul sous les charges horizontales se fera suivant la méthode de "Muir".

La méthode de "Muir" est une méthode approchée qui permet, d'analyser une structure constituée de portiques sollicités par des efforts horizontaux (Seisme-vent) basée sur les rigidités des niveaux, des étages, dont "Muir" propose des formules approchées.

cette méthode est applicable pour les bâtiments à étages rigides, dans le plan, ayant une ossature composée de portiques représentant la totalité des charges verticales et horizontales.

### Étapes du calcul:

a- calcul des rigidités des poteaux et des poutres:

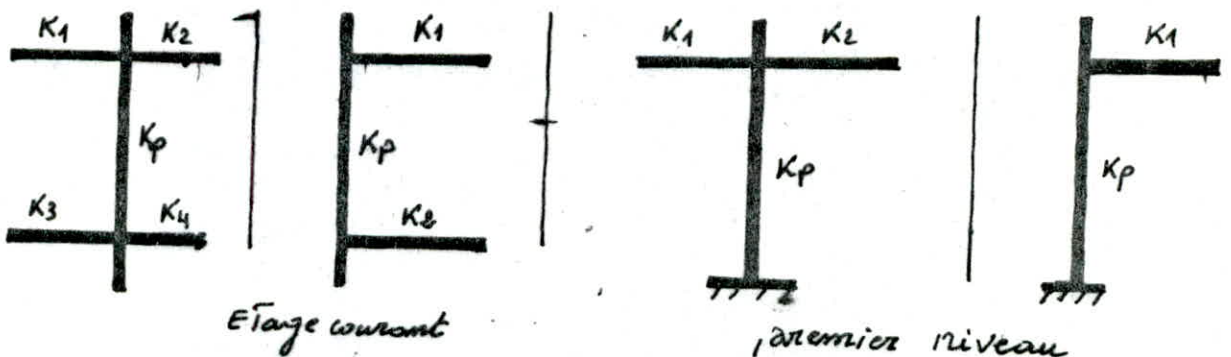
$$K_{pot} = \frac{I}{h_e} \quad ; \quad K_{pout} = \frac{E}{L}$$

$I$ : moment d'inertie du poteau ou de la poutre considérée.

$h_e$ : hauteur d'étage

$L$ : portée de la poutre.

b) calcul des coefficients  $\bar{K}$  et des coefficients correcteurs  $a$ :



$\bar{K}$	$\frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{2K_p}$	$\frac{K_1 + K_2}{2K_p}$	$\frac{K_1 + K_2}{K_p}$	$\frac{K_1}{K_p}$
	$\frac{\bar{K}}{2 + \bar{K}}$	$\frac{\bar{K}}{2 + \bar{K}}$	$\frac{0,5 + \bar{K}}{2 + \bar{K}}$	$\frac{0,5 + \bar{K}}{2 + \bar{K}}$
$a$				

c. calcul des rigidités corrigées d'un poteau "i", de niveau "j"

$$\Gamma_j^{(i)} = \frac{12E}{h_j^2} a_j^{(i)} K_j^{(i)}$$

d. Rigidité relative de niveau corrigée d'un portique :

$$R_j = \sum_{i=1}^{i=m} \Gamma_j^{(i)} = \frac{12E}{(h_j^{(i)})^2} \sum_{i=1}^m a_j^{(i)} K_j^{(i)}$$

pour le même étage ( $h_j = \text{cte}$ )  $\Rightarrow$

$$R_j = \frac{12E}{h_j^2} D_j$$

avec

$$D_j = \sum_{i=1}^{i=m} a_j^{(i)} K_j^{(i)}$$



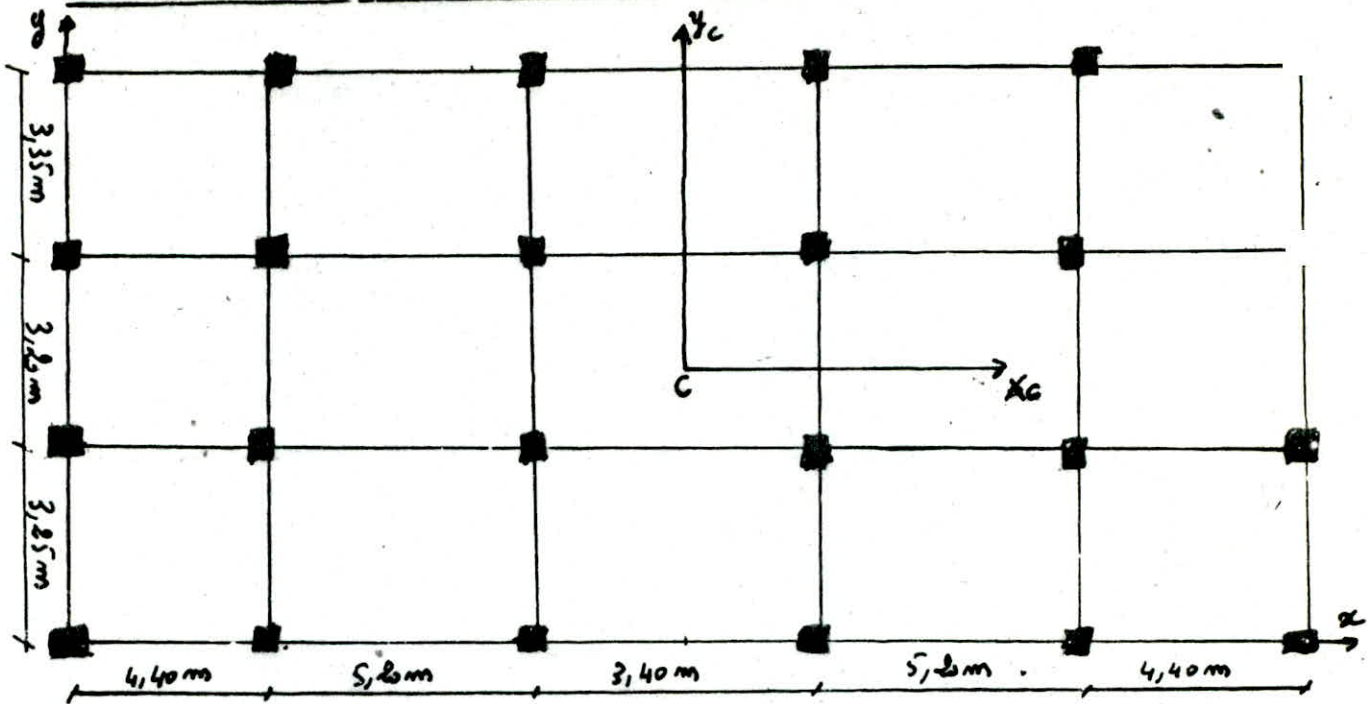
Sens longitudinal

N	Potéau	$\bar{K}$	$a_j$	$K_p(\text{cm}^3)$	$a_j K_p(\text{cm}^3)$	$D_j(\text{cm}^3)$	$R_j(\text{kg/cm})$
9 8 7 6	A	1,0187	0,3375	697,1677	235,2734	1873,536	$9,844 \cdot 10^5$
	B	1,8807	0,4246		337,8711		
	C	2,1804	0,5216		363,6237		
5 4 3	A	0,4173	0,1726	1702,0697	293,8135	2585,053	$416 \cdot 10^5$
	B	0,7703	0,2781		472,2936		
	C	0,8931	0,3087		525,4196		
2	A	0,2012	0,0914	3529,4117	322,6501	3001,827	$135 \cdot 10^5$
	B	0,3715	0,1566		558,8935		
	C	0,4307	0,1772		625,3697		
1	A	0,2012	0,3126	3529,4117	1124,3410	7545,488	$339 \cdot 10^5$
	B	0,3715	0,3675		1297,0230		
	C	0,4307	0,3229		1351,3800		

Sens transversal

N	Potéau	$\bar{K}$	$a_j$	$K_p(\text{cm}^3)$	$a_j K_p(\text{cm}^3)$	$D_j(\text{cm}^3)$	$R_j(\text{kg/cm})$
9 8 7 6	A	0,6851	0,2551	697,1677	177,2766	937,0051	$0,422 \cdot 10^5$
	B	1,4023	0,4121		287,3417		
	C	1,4233	0,4158		289,8652		
	D	0,7061	0,2609		181,9215		
5 4 3	A	0,2206	0,1230	1702,0697	209,4232	1188,393	$0,535 \cdot 10^5$
	B	0,5744	0,2231		379,7485		
	C	0,5230	0,2257		384,1686		
	D	0,2292	0,1263		215,0528		
2	A	0,1353	0,0634	3529,4117	223,6719	1318,124	$0,594 \cdot 10^5$
	B	0,2770	0,1216		429,344		
	C	0,2211	0,1232		435,0025		
	D	0,1395	0,0652		230,1055		
1	A	0,1353	0,2975	3529,4117	1026,107	4512,005	$2,035 \cdot 10^5$
	B	0,2770	0,3412		1204,361		
	C	0,2211	0,3424		1208,605		
	D	0,1395	0,2990		1054,932		

Determination du centre de masse et centre de Torsion :



a) calcul du centre de masse :

soit le repère d'axes orthogonaux  $xoy$ , le centre de masse est, donné, par :

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^m w_i x_{Gi}}{\sum_{i=1}^m w_i} ; \quad y_G = \frac{\sum_{i=1}^k w_i y_{Gi}}{\sum_{i=1}^k w_i}$$

- 1) détermination des poids propres de chaque élément constituant le bâtiment
- 2) détermination du centre de masse de tous les éléments (colonnes ; façades, toitures, poutres)
- 3) on détermine enfin le centre de masse de chaque niveau

\* pour tout les niveaux on a :  $x_G = 11,3m$  ;  $y_G = 4,635m$ .

b) centre de Torsion :

par rapport au repère choisi ( $xoy$ ), les coordonnées de centre de Torsion de l'étage ( $j$ ) sont, données, par la formule :

$$x_{Cj} = \frac{\sum_{t=1}^k R_{jt}^{(t)} x_t^{(t)}}{\sum_{t=1}^k R_{jt}^{(t)}} \quad \text{avec } t = \text{sens transversal}$$

$$y_{Cj} = \frac{\sum_{l=1}^m R_{jl}^{(l)} y_l^{(l)}}{\sum_{l=1}^m R_{jl}^{(l)}} \quad \text{avec } l = \text{sens longitudinal.}$$

$x_t^{(t)}$  : position d'un poteau transversal par rapport à  $oy$ .

$y_l^{(l)}$  : position d'un poteau longitudinal par rapport à  $ox$ .



$R_{jy}^{(t)}$  : Rigidité relative, de Niveau (j) de portique transversal (t)  
 $R_{jx}^{(l)}$  : " " " " " " " " longitudinal (l)

Tout les portiques ont la même rigidité relative, de Niveau, alors on a les résultats suivants, pour chaque Niveau  $x_c = \frac{\sum x_i}{6} = 4,3 \text{ m}$

c- calcul, de l'excentricité:

$$y_c = \frac{\sum y_i}{4} = 4,875 \text{ m}$$

D'après le R.P.A, on considère une torsion, et entambe au maximum de 5%, de la plus grande, dimension, du bâtiment, de ce Niveau.

Cette excentricité résulte de l'excentricité, de la résultante de forces horizontales appliquées au centre, de masse par rapport au centre, de Torsion.

$$e_x = 0,05 \times 22,6 = 1,13 \text{ m} \text{ (excentricité accidentelle)}$$

d- calcul, des coordonnées, des portiques par rapport au centre de Torsion et

de la rigidité, de Torsion ( $R_{j\theta}$ )

seu longitudinal

Niveau	portique	$y_c$ (m)	$R_j^l$ (kg/cm)	$R_j^l y_c^2$ (kg.cm)	$\sum R_j^l y_c^2$ (kg.cm)
9	A-A	-487,5	$0,844 \cdot 10^5$	$2,006 \cdot 10^{10}$	$4,485 \cdot 10^{10}$
	B-B	-162,5		$0,223 \cdot 10^{10}$	
	C-C	157,5		$0,203 \cdot 10^{10}$	
	D-D	492,5		$2,047 \cdot 10^{10}$	
5	A-A	-487,5	$1,16 \cdot 10^5$	$2,757 \cdot 10^{10}$	$6,165 \cdot 10^{10}$
	B-B	-162,5		$0,306 \cdot 10^{10}$	
	C-C	157,5		$0,288 \cdot 10^{10}$	
	D-D	492,5		$2,814 \cdot 10^{10}$	
2	A-A	-487,5	$1,35 \cdot 10^5$	$3,203 \cdot 10^{10}$	$7,173 \cdot 10^{10}$
	B-B	-162,5		$0,356 \cdot 10^{10}$	
	C-C	157,5		$0,335 \cdot 10^{10}$	
	D-D	492,5		$3,274 \cdot 10^{10}$	
1	A-A	-487,5	$3,39 \cdot 10^5$	$8,056 \cdot 10^{10}$	$18,015 \cdot 10^{10}$
	B-B	-162,5		$0,995 \cdot 10^{10}$	
	C-C	157,5		$0,841 \cdot 10^{10}$	
	D-D	492,5		$8,223 \cdot 10^{10}$	



Sous transversal:

Niveau	portique	$x_c^T$ (cm)	$R_j^T$ (kg/cm)	$R_j^T x_c^2$ (kg.cm)	$\Sigma R_j^T x_c^2$ (kg.cm)	
9	1-1	-1130	0,422 $10^5$	5,388 $10^{10}$	15,038 $10^{10}$	
	2-2	-690		2,005 $10^{10}$		
8	3-3	-170		0,122 $10^{10}$		
	4-4	170		0,122 $10^{10}$		
6	5-5	690		2,005 $10^{10}$		
	6-6	1130		5,388 $10^{10}$		
5	1-1	-1130		0,535 $10^5$	6,831 $10^{10}$	19,064 $10^{10}$
	2-2	-690			2,547 $10^{10}$	
4	3-3	-170			0,154 $10^{10}$	
	4-4	170			0,154 $10^{10}$	
3	5-5	690			2,547 $10^{10}$	
	6-6	1130			6,831 $10^{10}$	
2	1-1	-1130	0,594 $10^5$		7,585 $10^{10}$	21,172 $10^{10}$
	2-2	-690			2,828 $10^{10}$	
	3-3	-170			0,172 $10^{10}$	
	4-4	170			0,172 $10^{10}$	
	5-5	690			2,828 $10^{10}$	
	6-6	1130			7,585 $10^{10}$	
1	1-1	-1130	2,035 $10^5$	25,985 $10^{10}$	78,522 $10^{10}$	
	2-2	-690		9,688 $10^{10}$		
	3-3	-170		0,588 $10^{10}$		
	4-4	170		0,588 $10^{10}$		
	5-5	690		9,688 $10^{10}$		
	6-6	1130		25,985 $10^{10}$		

la rigidité à la Torsion, de l'étrépe (j) est donnée par la formule suivante  

$$R_j^T = \sum_{k=1}^K R_j^T (x_k)^2 + \sum_{l=1}^M R_j^T (y_l)^2$$
 ou  $x_k$  et  $y_l$  sont les coordonnées par rapport au repère ( $x_c$  et  $y_c$ ).

Niveau Rigidité	6 → 9	3 → 5	2	1
$R_{j0}$ (kg.cm)	19,527 $10^{10}$	25,266 $10^{10}$	28,247 $10^{10}$	30,594 $10^{10}$

ETUDE  
AU  
SEISME

ETUDE ALU SEISME

Généralités :

Une très grande partie du territoire algérien est susceptible d'être soumise à d'importantes secousses sismiques, l'intensité de ces secousses peut produire d'importantes dégâts aux constructions, à moins que celle-ci soient construites de façon à résister à ces efforts.

Règlement suivi et principes, de calcul :

le règlement utilisé est le R.p.A 81 et ceci dans le but de faire une étude sismique basée sur les analyses déjà faites sur la sismicité en Algérie.

le calcul a été fait par la méthode pseudo-dynamique qui se prête probablement mieux à une interprétation réaliste, du comportement de notre structure soumise à des charges sismiques que le calcul statique.

Détermination des charges sismiques :

les charges sismiques sont supposées concentrées au niveau des planchers d'après le R.p.A 81 (art 3-3.1.5), pour le bâtiment à usage d'habitation la valeur W comprend la totalité des charges permanentes.

1. Niveau 9 - Niveau terrassé :

- Auvent ————— 8,1 t
- plancher ————— 140,64 t
- poutres transversales ————— 17,64 t
- poutres longitudinales ————— 33,90 t
- 1/2 poteau ————— 14,70 t
- 1/2 remplissage ————— 20,06 t

$W_9 = 235,04 \text{ t}$
--------------------------

2. Niveau 8.7.6

- plancher ————— 115,33 t
- Balcon ————— 7,54 t



routes transversales	-----	17,64 t
routes longitudinales	-----	33,90 t
poteaux	-----	29,40 t
Remplissage	-----	40,133 t

$$W = 244,007 t$$

3. Niveau 5 :

planches	-----	115,39 t
routes transversales	-----	17,64 t
routes longitudinales	-----	33,90 t
Balcon	-----	7,54 t
poteaux	-----	37,688
remplissage	-----	40,133

$$W = 252,241$$

4. Niveau 4, 3 :

$$W = 260,503 t$$

5. Niveau 2 :

$$W = 270,601 t$$

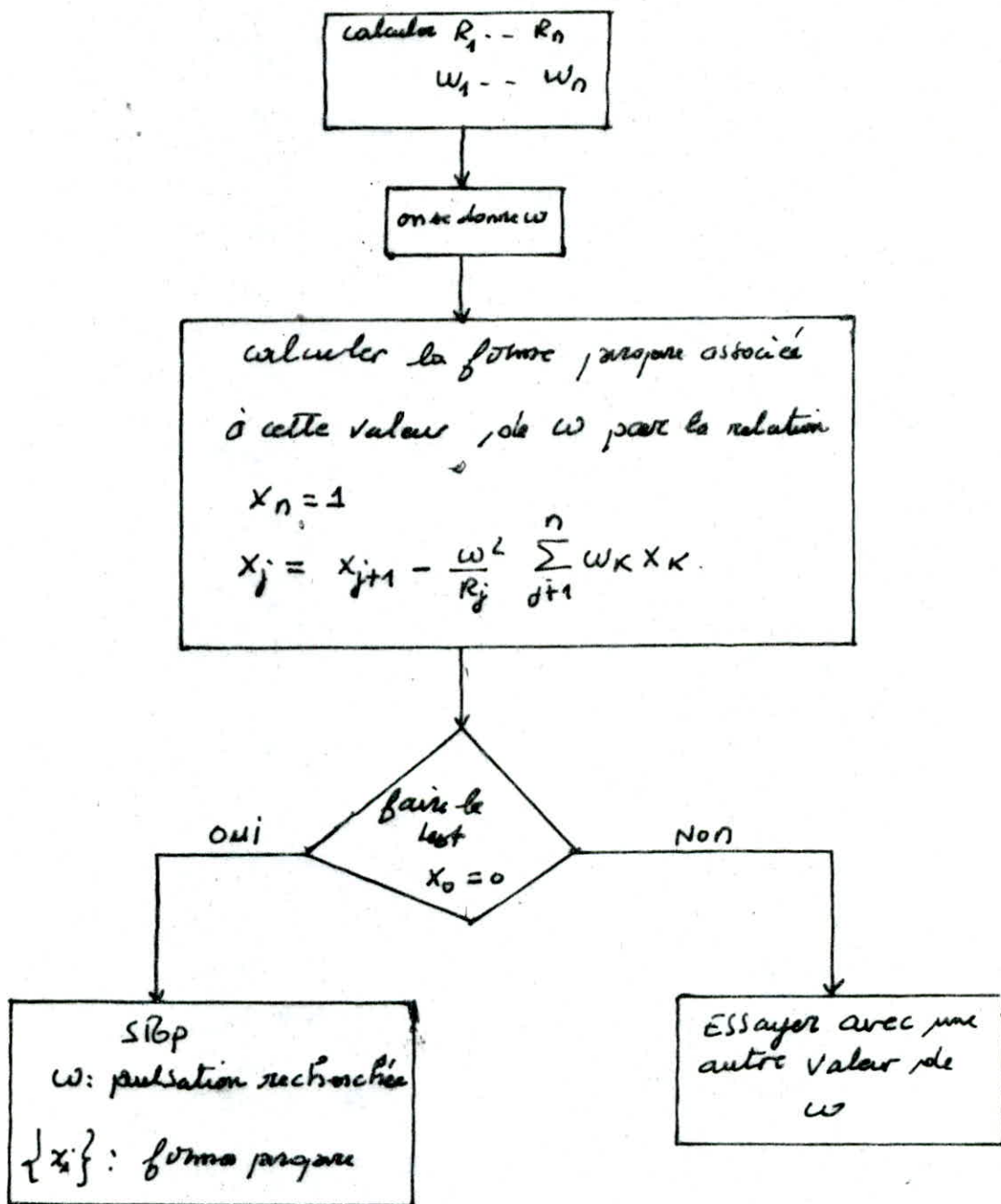
6. Niveau 1 :

$$W = 280,699 t$$

Evaluation, des pulsation et des périodes:

la méthode, utilisée est celle, de Holzer, c'est, une méthode itérative basée sur la notion, de rigidité relative, à Niveau, elle se prête bien pour les structures en portiques.

1- périodicité, de la méthode; il est, donné sous forme, d'organigramme.



2- calcul de la période:

a) pour transversal;  $\omega_1 \rightarrow T_1$

$\omega_1^0 = 40,33 \text{ (rad/s)}^2$  c'est le mode fondamental.

K	$W_K$ (kg)	$W_K \omega^2 10^4$	$X_K$	$W_K \omega^2 X_K$	$\sum W_K \omega^2 X_K$	$R_K 10^8$	$\frac{\sum W_K \omega^2 X_K}{R_K}$
9	235 048	959,701	1,000	959,701	959,701	2,532	0,0379
8	244 007	996,280	0,9621	958,521	1918,222	2,532	0,0757
7	244 007	996,280	0,8863	883,003	2801,225	2,532	0,1106
6	244 007	996,280	0,7757	772,814	3574,039	2,532	0,1411
5	252 241	1029,900	0,6345	653,471	4227,51	3,212	0,1316
4	260 503	1063,634	0,5029	534,901	4762,411	3,212	0,1483
3	260 503	1063,634	0,3546	377,165	5139,576	3,212	0,1600
2	270 601	1104,864	0,1946	215,006	5354,582	3,563	0,1503
1	280 699	1146,094	0,0443	50,772	5405,354	12,211	0,0443

test:  $x_1 = 0,0443$  et  $\frac{1}{R_K} \sum W_K \omega^2 X_K = 0,0443 \Rightarrow x_0 = 0$

donc on a  $\omega_1^2 = 40,83$  (rad/s)<sup>2</sup> et la forme propre associée

$$T_1 = \frac{2R}{\omega_1} = 0,983 \text{ s}$$

3°)  $\omega_2^2 = 315,97$  (rad/s)<sup>2</sup>

$$\begin{cases} x_9 = 1,000 \\ x_8 = 0,9621 \\ x_7 = 0,8863 \\ x_6 = 0,7757 \end{cases} \quad \begin{cases} x_5 = 0,6345 \\ x_4 = 0,5029 \\ x_3 = 0,3546 \\ x_2 = 0,1946 \\ x_1 = 0,0443 \end{cases}$$

K	$W_K$ (kg)	$W_K \omega^2 10^4$	$X_K$	$W_K \omega^2 X_K$	$\sum W_K \omega^2 X_K$	$R_K (N/m) 10^8$	$\frac{\sum W_K \omega^2 X_K}{R_K}$
9	235 048	7426,812	1	7426,812	7426,812	2,532	0,2933
8	244 007	7709,889	0,7067	5448,578	12875,39	2,532	0,5085
7	244 007	7709,889	0,1982	1528,100	14403,49	2,532	0,5688
6	244 007	7709,889	-0,3707	-8858,056	11545,434	2,532	0,4560
5	252 241	7970,059	-0,8266	-6588,051	4957,383	3,212	0,1544
4	260 503	8231,113	-0,9810	-8074,722	-3117,339	3,212	-0,0970
3	260 503	8231,113	-0,8839	-7275,481	-10392,82	3,212	-0,3236
2	270 601	8550,180	-0,5603	-4790,666	-45183,486	3,563	-0,4261
1	280 699	8869,246	-0,1342	-1190,253	-16373,739	12,211	-0,1341

test  $x_1 = -0,1342$  et  $\frac{1}{R_K} \sum W_K \omega^2 X_K = -0,1341 \Rightarrow x_0 = -0,0001$

donc on a  $\omega_2^2 = 315,97$  (rad/s)<sup>2</sup>

$$T_1 = \frac{2R}{\omega_1} = 0,016 \text{ s}$$

et la forme propre associée

$$\begin{cases} x_9 = 1 \\ x_8 = 0,7067 \\ x_7 = 0,1982 \\ x_6 = 0,1082 \end{cases} \quad \begin{cases} x_5 = -0,8266 \\ x_4 = -0,9810 \\ x_3 = -0,8839 \\ x_2 = -0,5603 \end{cases}$$



2)  $\omega_3^2 = 874,12 \text{ (rad/s)}^2$

-31-

K	$W_K \text{ (kg)}$	$W_K \omega^2 10^4$	$X_K$	$W_K X_K \omega^2 10^4$	$\sum W_K X_K \omega^2 10^4$	$R_K 10^8$	$\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K}$
9	235048	20546,016	1	20546,016	20546,016	2,532	0,8114
8	244007	21229,140	0,1885	4020,543	24566,559	2,532	0,9702
7	244007	21229,140	-0,7817	-16672,989	7893,570	2,532	0,3117
6	244007	21229,140	-1,0935	-23323,414	-15429,844	2,532	-0,6094
5	252241	22048,890	-0,4841	-10673,868	-26103,712	3,212	-0,8127
4	260503	22771,088	0,3286	7422,579	-18621,133	3,212	-0,5797
3	260503	22771,088	0,9083	20622,979	2061,846	3,212	0,0642
2	270601	23653,775	0,8441	19966,151	22027,997	3,563	0,6182
1	280699	24536,461	0,2259	5542,786	27570,783	12,211	0,2258

test:  $x_1 = 0,2259$  et  $\frac{1}{R_K} \sum W_K X_K \omega^2 = 0,2258 \Rightarrow x_0 = 0,0001$   
 et on a bien  $\omega_3^2 = 874,12 \text{ (rad/s)}^2 \Rightarrow T_3 = 0,212$

les formes propres :

$x_9 = 1$	$x_7 = -0,7817$	$x_5 = -0,4841$	$x_3 = 0,9083$
$x_8 = 0,1885$	$x_6 = -1,0935$	$x_4 = 0,3286$	$x_2 = 0,8441$
			$x_1 = 0,2259$

I) Sans longitudinal:

$\omega_1^2 = 57,48 \text{ (rad/s)}^2$

K	$W_K \text{ (kg)}$	$W_K \omega^2 10^4$	$X_K$	$W_K X_K \omega^2 10^4$	$\sum W_K X_K \omega^2 10^4$	$R_K 10^8$	$\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K}$
9	235048	1351,056	1	1351,056	1351,056	3,376	0,0400
8	244007	1402,552	0,9600	1346,450	2697,506	3,376	0,0799
7	244007	1402,552	0,8801	1234,386	3931,892	3,376	0,1165
6	244007	1402,552	0,7636	1070,989	5002,881	3,376	0,1482
5	252241	1449,881	0,6154	892,257	5895,138	4,658	0,1265
4	260503	1497,371	0,4889	732,065	6627,203	4,658	0,1423
3	260503	1497,371	0,3466	518,989	7146,192	4,658	0,1534
2	270601	1555,414	0,1933	300,506	7446,698	5,409	0,1377
1	280699	1613,458	0,0555	89,547	7536,245	13,596	0,0554

test:  $x_1 = 0,0555$  et  $\frac{1}{R_K} \sum W_K X_K \omega^2 = 0,0554 \Rightarrow x_0 = 0,0001$   
 et on a bien  $\omega_1^2 = 57,48 \text{ (rad/s)}^2 \Rightarrow T_1 = 0,228$

les formes propres :

$x_9 = 1$	$x_6 = 0,7636$	$x_3 = 0,3466$
$x_8 = 0,9600$	$x_5 = 0,6154$	$x_2 = 0,1933$
$x_7 = 0,8801$	$x_4 = 0,4889$	$x_1 = 0,0555$



$$\omega_2^2 = 430,01 (\text{rd/s})^2$$

-32-

K	$W_K (\text{kg})$	$W_K \omega^2 10^4$	$X_K$	$W_K X_K \omega^2 10^4$	$\sum W_K X_K \omega^2 10^4$	$R_K 10^3$	$\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K}$
9	235048	10107,299	1	10107,299	10107,299	3,376	0,2994
8	244007	10492,545	0,7006	7351,077	17458,376	3,376	0,5171
7	244007	10492,545	0,1835	1985,382	19383,758	3,376	0,5742
6	244007	10492,545	-0,3907	-4099,437	15284,321	3,376	0,4527
5	252241	10846,615	-0,8434	-9148,035	6136,286	4,658	0,1818
4	260503	11201,889	-0,9751	-10922,962	-4786,676	4,658	-0,1028
3	260503	11201,889	-0,8724	-9772,528	-14559,204	4,658	-0,3125
2	270601	11636,114	-0,5598	-6513,897	-21073,101	5,409	-0,3896
1	280699	12070,338	-0,1702	-2054,371	-23127,472	13,596	-0,1701

test:  $x_1 = -0,1702$  et  $\frac{1}{R_K} \sum W_K X_K \omega^2 = -0,1701 \Rightarrow x_0 = 9,0001$

donc on a:  $\omega_2^2 = 430,01 (\text{rd/s})^2$  et la forme propre sont:

$$x_1 = -0,1702 \quad x_3 = -0,8724 \quad x_5 = -0,8434 \quad x_7 = 0,1835$$

$$x_2 = -0,5598 \quad x_4 = -0,9751 \quad x_6 = -0,3907 \quad x_8 = 0,7006$$

$$x_9 = 1$$

$$\text{ce } T_2 = 0,303 \text{ s.}$$

$$\omega_3^2 = 1198,9 (\text{rd/s})^2$$

K	$W_K (\text{kg})$	$W_K \omega^2 10^4$	$X_K$	$W_K X_K \omega^2 10^4$	$\sum W_K X_K \omega^2 10^4$	$R_K 10^3$	$\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K}$
9	235048	28179,905	1	28179,905	28179,905	3,376	0,8347
8	244007	29253,999	0,1653	4835,686	33015,591	3,376	0,9779
7	244007	29253,999	-0,8126	-23771,799	9243,792	3,376	0,2738
6	244007	29253,999	-1,0864	-31781,544	-28537,752	3,376	-0,6676
5	252241	30241,173	-0,4187	-12661,979	-35199,731	4,658	-0,7557
4	260503	31231,705	0,3370	10525,084	-24674,647	4,658	-0,5297
3	260503	31231,705	0,8668	27071,642	2396,995	4,658	0,0514
2	270601	32442,354	0,8154	26453,495	28850,490	5,409	0,5334
1	280699	33653,003	0,2821	9493,512	38344,002	13,596	0,2820

test:  $x_1 = 0,2821$  et  $\frac{1}{R_K} \sum W_K X_K \omega^2 = 0,2820 \Rightarrow x_0 = 9,0001$

donc on a bien  $\omega_3^2 = 1198,9 (\text{rd/s})^2$  et la forme propres

$$T_3 = \frac{2\pi}{\omega_3} = 0,181 \text{ s}$$

$$x_1 = 0,2821$$

$$x_4 = 0,3370$$

$$x_7 = -0,8126$$

$$x_2 = 0,8154$$

$$x_5 = -0,4187$$

$$x_8 = 0,1653$$

$$x_3 = 0,8668$$

$$x_6 = -1,0864$$

$$x_9 = 1$$

### Évaluation des forces sismiques:

Elle sera faite par la méthode modale, donnée par le R.P.A 81, Le choix fait est dû au fait que le Bloc est simple dans les deux sens, elle permet d'avoir une approche plus précise, et cela en tenant compte des modes supérieurs la force totale agissant à chaque niveau résulte de la combinaison des réponses modales; afin de tenir compte de la différence de phase, on fera une supposition quadratique.

$$F = \sqrt{\sum F_{Ki}^2} \quad \text{avec } K: \text{représentant l'indice de niveau}$$

$i$ : Mode de vibration  $i = 1, 2, 3$ .

$F_{Ki}$ : Force sismique de calcul.

Dans les deux sens à chaque période correspond une force  $F_{Ki}$

$$\text{ainsi } F_K = \sqrt{F_{K1}^2 + F_{K2}^2 + F_{K3}^2}.$$

#### 1- sens Longitudinal:

$$\text{Force sismique de calcul: } F_{Ki} = \Gamma_i W_K (A, B, D_i, Q) X_{Ki}$$

$W_K$ : poids revenant au plancher  $K$ .

$\Gamma_i$ : facteur de contribution du mode  $i$ .

$X_{Ki}$ : vecteur propre du mode  $i$ .

$A$ : coefficient d'accélération des zones.

$B$ : Facteur de comportement de la structure.

$Q$ : Facteur de qualité.

$D_i$ : Facteur d'amplification sismique du mode  $i$ .

#### 2) calcul des différents coefficients (A, B, Q):

\*  $A = 0,15$  (Groupe d'usage 2 - Zone 2).

\*  $B = 1/4 = 0,25$  (Structure en portiques autoportants).

\*  $Q = 1,3$  avec  $Q = 1 + \sum p_q$  ( $p_q$ : pénalités).



Sens longitudinal:

3- calcul des coefficients  $D_i$  (facteur d'amplification dynamique)

Sol. maître  $\Rightarrow D = 2 \sqrt{\frac{0,5}{T}}$  Si  $T < 0,5 \Rightarrow D = 2$

$T_1 = 0,828 \Rightarrow D_1 = 1,554$  (1<sup>er</sup> mode)

$T_2 = 0,3034 \Rightarrow D_2 = 2$  (2<sup>em</sup> mode)

$T_3 = 0,1816 \Rightarrow D_3 = 2$  (3<sup>em</sup> mode)

calcul de facteur de contribution  $\Gamma_i$ :

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{k=1}^n W_k X_{ki}}{\sum_{k=1}^n W_k X_{ki}^2} \quad n=9$$

ainsi pour les trois modes on a:

1<sup>er</sup> mode  $\Rightarrow \Gamma_1 = 1,323$

2<sup>em</sup> mode  $\Rightarrow \Gamma_2 = -0,481$

3<sup>em</sup> mode  $\Rightarrow \Gamma_3 = 0,375$

Sens transversal:

1- calcul des différents coefficients  $A = 0,15, B = 0,35, Q = 13$

2- calcul du coefficient  $D_i$ :

$T_1 = 0,9834 \Rightarrow D_1 = 1,426$  (1<sup>er</sup> mode)

$T_2 = 0,3534 \Rightarrow D_2 = 2$  (2<sup>em</sup> mode)

$T_3 = 0,2124 \Rightarrow D_3 = 2$  (3<sup>em</sup> mode)

4- calcul de facteur de contribution  $\Gamma_i$ :

1<sup>er</sup> mode  $\Rightarrow \Gamma_1 = 1,310$

2<sup>em</sup> mode  $\Rightarrow \Gamma_2 = -0,466$

3<sup>em</sup> mode  $\Rightarrow \Gamma_3 = 0,264$

4- Évaluation des forces sismiques dans le sens transversal:

$F = \sqrt{\sum F_{ki}^2}$  avec  $F_{ki} = \Gamma_i \cdot W_k (ABD_i \cdot Q) X_{ki}$

les calculs sont donnés sous forme de tableaux.

1 <sup>st</sup> MODE				
$w_k(x)$	$x_k$	$x_k^2$	$w_k x_k$	$w_k x_k^2$
235,048	4,000	4,000	235,048	235,048
244,007	0,3622	0,3256	234,758	225,860
244,007	0,3863	0,7856	216,272	191,691
244,007	0,7757	0,617	189,277	146,823
252,241	0,6345	0,4026	160,059	101,565
260,803	0,5029	0,2529	131,014	65,390
260,503	0,3546	0,1258	92,389	32,766
270,601	0,1946	0,0379	52,669	10,251
280,699	0,0443	0,0019	12,449	0,552
$\Sigma$			1323,936	1010,448

2 <sup>nd</sup> MODE				
$x_k$	$x_k^2$	$w_k x_k$	$w_k x_k^2$	
4,000	4,000	235,048	235,048	
0,7067	0,4994	172,435	121,857	
0,1922	0,0368	46,202	8,777	
-0,3707	0,1374	-90,445	33,525	
-0,8266	0,6833	-208,514	172,367	
-0,9810	0,9623	-255,546	250,684	
-0,8839	0,7813	-230,262	203,532	
-0,5603	0,3139	-151,630	84,965	
-0,1342	0,0180	-37,665	5,054	
$\Sigma$			-519,777	1116,009

3 <sup>rd</sup> MODE				
$x_k$	$x_k^2$	$w_k x_k$	$w_k x_k^2$	
4,000	4,000	235,048	235,048	
0,1885	0,0355	46,006	8,674	
-0,7817	0,6111	-190,749	149,115	
-1,0935	1,1957	-266,821	291,768	
-0,4841	0,2344	-122,114	59,117	
0,3286	0,1080	85,596	28,125	
0,9083	0,8250	236,623	214,932	
0,8441	0,7125	228,423	192,819	
0,2259	0,0510	63,399	14,319	
$\Sigma$			315,412	1193,219



CALCUL des forces  $F_{K1}, F_{K2}, F_{K3}$  et  $F_{K}$ :

Sans transversal

K	$\int_1^2 AB D_1 Q W_K$	$X_{K1}$	$F_{K1}(t)$
9 <sup>e</sup>	21,409	1,000	21,409
8 <sup>e</sup>	22,225	0,9621	21,383
7 <sup>e</sup>	22,225	0,8863	19,699
6 <sup>e</sup>	22,225	0,7757	17,240
5 <sup>e</sup>	22,975	0,6345	14,579
4 <sup>e</sup>	23,728	0,5029	11,933
3 <sup>e</sup>	23,728	0,3546	8,415
2 <sup>e</sup>	24,648	0,1946	4,797
1 <sup>e</sup>	25,567	0,0443	1,134

K	$\int_2^3 AB D_2 Q W_K$	$X_{K2}$	$F_{K2}(t)$
9 <sup>e</sup>	-12,701	1,000	-12,701
8 <sup>e</sup>	-13,186	0,7067	-9,318
7 <sup>e</sup>	-13,186	0,1982	-2,529
6 <sup>e</sup>	-13,186	-0,3707	4,887
5 <sup>e</sup>	-13,630	-0,8266	11,267
4 <sup>e</sup>	-14,077	-0,9810	13,809
3 <sup>e</sup>	-14,077	-0,8839	12,443
2 <sup>e</sup>	-14,623	-0,5663	8,194
1 <sup>e</sup>	-15,168	-0,1342	2,035

K	$\int_3^4 AB D_3 Q W_K$	$X_{K3}$	$F_{K3}(t)$
9 <sup>e</sup>	9,287	1,000	9,287
8 <sup>e</sup>	9,641	0,1825	1,818
7 <sup>e</sup>	9,641	-0,7817	-7,537
6 <sup>e</sup>	9,641	-1,0935	-10,543
5 <sup>e</sup>	9,966	-0,4841	-4,825
4 <sup>e</sup>	10,293	0,3286	3,382
3 <sup>e</sup>	10,293	0,9083	9,349
2 <sup>e</sup>	10,692	0,8441	9,025
1 <sup>e</sup>	11,091	0,2259	2,505

Niveaux Forces	9 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>
$F_{K1}(t)$	21,409	21,383	19,699	17,240	14,579	11,933	8,415	4,797	1,134
$F_{K2}(t)$	-12,701	-9,318	-2,529	4,887	11,267	13,809	12,443	8,194	2,035
$F_{K3}(t)$	9,287	1,818	-7,537	-10,543	-4,825	3,382	9,349	9,025	2,505
$F_K(t) = \sqrt{\sum F_{Ki}^2}$	26,570	23,396	21,243	20,791	19,047	18,562	17,693	13,100	3,421



$1^{st}$  MODE

$w_k(t)$	$x_{k1}$	$x_{k1}^2$	$w_k x_{k1}$	$w_k x_{k1}^2$
235,048	1,000	1,000	235,048	235,048
244,007	0,9600	0,9215	234,248	224,868
244,007	0,8801	0,7745	214,745	188,993
244,007	0,7636	0,5831	186,327	142,282
252,241	0,6154	0,3787	155,236	95,536
260,503	0,4889	0,2390	127,351	62,258
260,503	0,3466	0,1201	90,288	31,293
270,601	0,1932	0,0373	52,173	10,098
280,699	0,0555	0,0031	15,580	0,865
	$\Sigma$		1311,092	991,241

$2^{nd}$  MODE

$x_{k2}$	$x_{k2}^2$	$w_k x_{k2}$	$w_k x_{k2}^2$
1,000	1,000	235,048	235,048
0,7006	0,4908	170,954	119,773
0,1835	0,0337	44,770	8,214
-0,3907	0,1526	-95,329	37,243
-0,8434	0,7113	-212,745	179,433
-0,9751	0,9509	-254,030	247,718
-0,8724	0,7610	-227,256	198,253
-0,5598	0,3134	-151,483	84,800
-0,1702	0,0289	-47,775	8,131
	$\Sigma$	-537,847	1118,615

$3^{rd}$  MODE

$x_{k3}$	$x_{k3}^2$	$w_k x_{k3}$	$w_k x_{k3}^2$
1,000	1,000	235,048	235,048
0,1653	0,0273	40,331	6,666
-0,8126	0,6604	-198,293	161,143
-1,0864	1,1803	-265,090	287,996
-0,4187	0,1753	-105,628	44,232
0,3370	0,1136	87,791	29,586
0,8662	0,7513	225,806	195,731
0,8154	0,6649	220,653	179,925
0,2821	0,0796	79,182	22,336
	$\Sigma$	319,801	1162,664

37

CALCUL des Forces  $F_{K1}$ ,  $F_{K2}$ ,  $F_{K3}$  et  $F_{K0}$

sons longit'udinal.

K	$\Gamma_1 ABD_1 QWK$	$X_{K1}$	$F_{K1}(t)$
9 <sup>es</sup>	23,552	1,000	23,552
8 <sup>es</sup>	24,450	0,9600	23,472
7 <sup>es</sup>	24,450	0,8801	21,518
6 <sup>es</sup>	24,450	0,7636	18,670
5 <sup>es</sup>	25,275	0,6154	15,555
4 <sup>es</sup>	26,103	0,4889	12,761
3 <sup>es</sup>	26,103	0,3466	9,047
2 <sup>es</sup>	27,114	0,1932	5,238
1 <sup>es</sup>	28,127	0,0555	1,561

$\Gamma_2 ABD_2 QWK$	$X_{K2}$	$F_{K2}(t)$
-14,154	1,000	-14,154
-14,693	0,7006	-10,294
-14,693	0,1835	-2,695
-14,693	-0,3907	5,740
-15,189	-0,8434	12,811
-15,687	-0,9751	15,297
-15,687	-0,8724	13,685
-16,294	-0,5598	9,122
-16,902	-0,1702	2,877

$\Gamma_3 ABD_3 QWK$	$X_{K3}$	$F_{K3}(t)$
10,476	1,000	10,476
10,876	0,1653	1,797
10,876	-0,2126	-8,838
10,876	-1,0864	-11,816
11,243	-0,4187	-4,708
11,611	0,3370	3,913
11,611	0,8668	10,065
12,061	0,8154	9,835
12,511	0,2821	3,529

Niveaux FORCES	9 <sup>es</sup>	8 <sup>es</sup>	7 <sup>es</sup>	6 <sup>es</sup>	5 <sup>es</sup>	4 <sup>es</sup>	3 <sup>es</sup>	2 <sup>es</sup>	1 <sup>es</sup>
$F_{K1}(t)$	23,552	23,472	21,518	18,670	15,555	12,761	9,047	5,238	1,561
$F_{K2}(t)$	-14,154	-10,294	-2,695	5,740	12,811	15,297	13,685	9,122	2,877
$F_{K3}(t)$	10,476	1,797	-8,838	-11,816	-4,708	3,913	10,065	9,835	3,529
$F_{K0} = \sqrt{\sum F_{Ki}^2}$	29,407	25,693	23,418	22,829	20,694	20,301	19,246	14,400	4,813



CALCUL des efforts tranchants, de niveaux :

Selon le R.P.A 81, l'effort tranchant revenant à chaque niveau est :

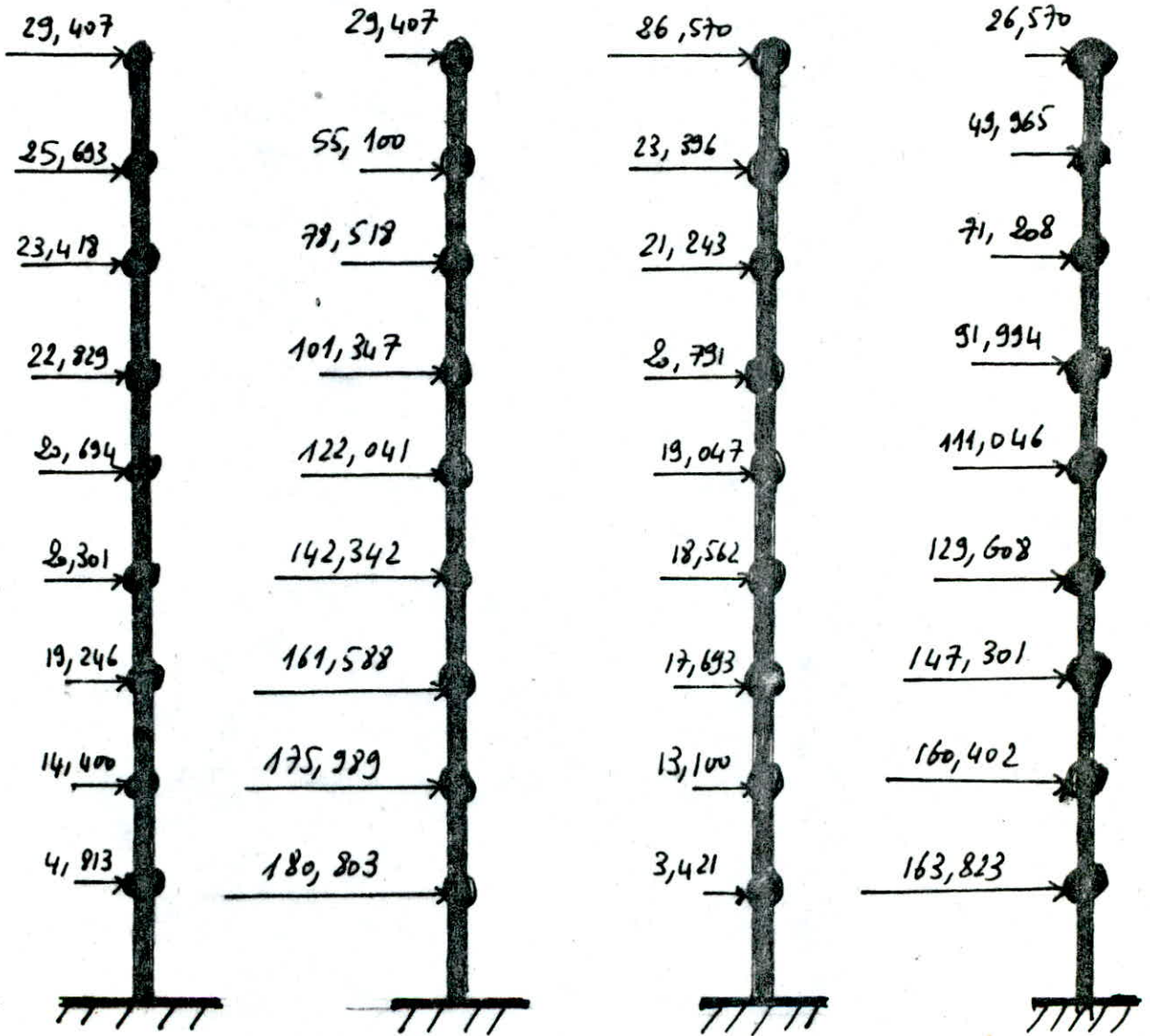
$$T_0 = F_n$$

$$T_{n-1} = F_n + F_{n-1}$$

⋮

$$T_1 = F_n + F_{n-1} + \dots + F_j + \dots + F_1$$

où  $F_1, F_2, \dots, F_n$  sont les forces sismiques appliquées à chaque niveau,



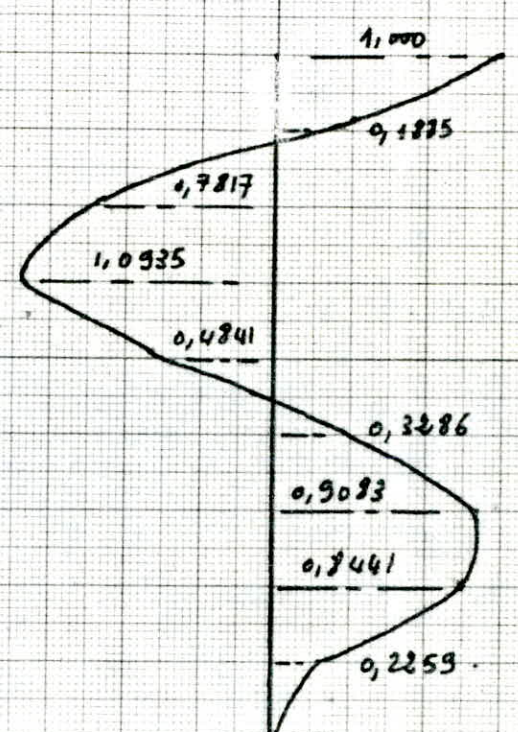
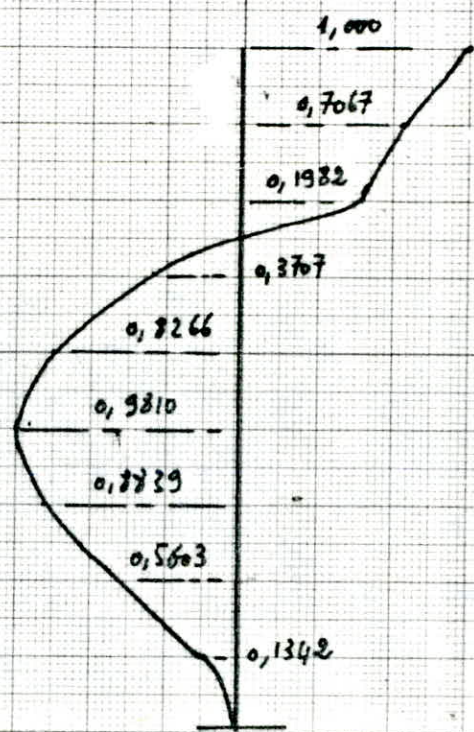
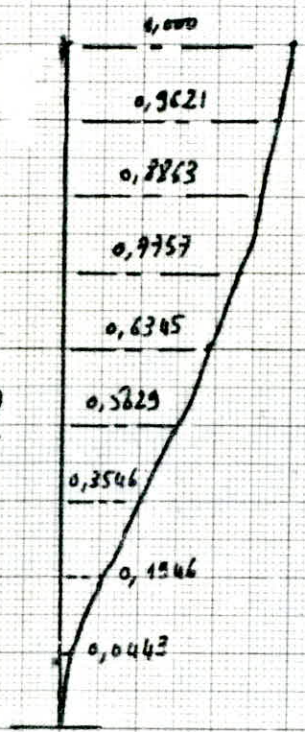
Sens longitudinal

Sens transversal

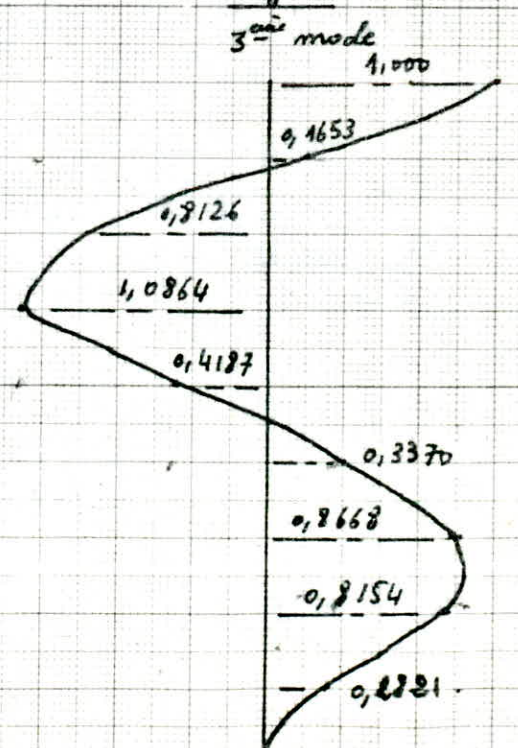
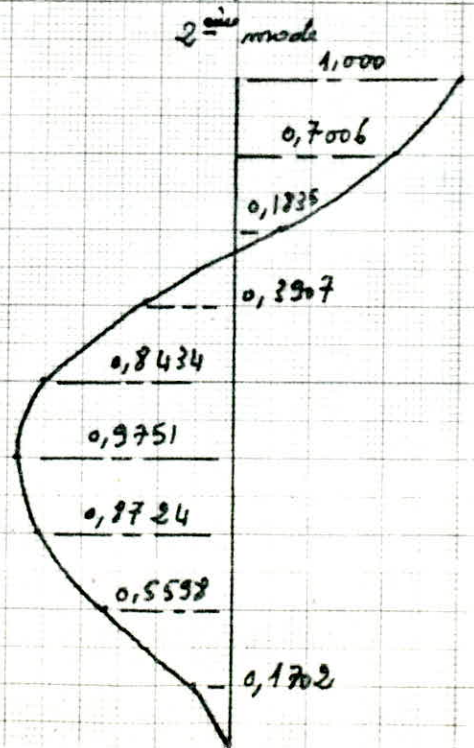
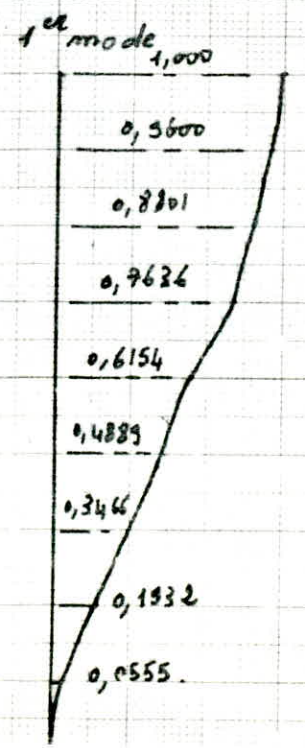


Seite: 0/3

ans Transversal



-40-



ans longitudinal



DÉFORMATION HORIZONTALES

sons longitudinal

sons transversal

K	$F_K (T)$	$R_{jx} 10^{-5}$ (kg/cm)	$\frac{\delta_j (cm)}{2}$	$\bar{\delta}_j (cm)$
9 <sup>e</sup>	29,407	3,376	0,087	2,3
8 <sup>e</sup>	55,100	3,376	0,163	2,3
7 <sup>e</sup>	77,518	3,376	0,232	2,3
6 <sup>e</sup>	101,347	3,376	0,300	2,3
5 <sup>e</sup>	122,041	4,658	0,262	2,3
4 <sup>e</sup>	142,342	4,658	0,305	2,3
3 <sup>e</sup>	161,588	4,658	0,347	2,3
2 <sup>e</sup>	175,999	5,409	0,325	2,3
1 <sup>re</sup>	180,803	13,596	0,133	2,3

K	$\bar{F}_K (T)$	$R_{jy} 10^5$ (kg/cm)	$\frac{\delta_j (cm)}{2}$	$\bar{\delta}_j (cm)$
9 <sup>e</sup>	26,570	2,532	0,105	2,3
8 <sup>e</sup>	49,365	2,532	0,197	2,3
7 <sup>e</sup>	71,28	2,532	0,281	2,3
6 <sup>e</sup>	91,994	2,532	0,363	2,3
5 <sup>e</sup>	111,046	3,212	0,346	2,3
4 <sup>e</sup>	129,608	3,212	0,403	2,3
3 <sup>e</sup>	147,301	3,212	0,458	2,3
2 <sup>e</sup>	160,402	3,563	0,450	2,3
1 <sup>re</sup>	163,823	12,211	0,134	2,3

$\delta_K < \bar{\delta}_K$  vérifié...

d'après le R.P.A (art 3-3.71), les déplacements relatifs latéraux, d'un étage par rapport aux étages qui lui sont adjacents, ne doivent pas dépasser 0,075 de la hauteur d'étage, donc selon le R.P.A 81, le déplacement latéral calculé à partir des forces latérales, doit être multiplié par  $\frac{1}{2B}$  pour obtenir le déplacement relatif.

$$\bar{\delta}_K = \frac{F_K}{R_K} \frac{1}{2B}$$
 $\delta_K$ : déplacement, du niveau K / K-1.

$B = 3,06 \text{ m}$ .

$\bar{\delta}_K = 0,0075h = 2,3 \text{ cm}$ .

$F_K$ : force latérale revenant à chaque niveau (effet tandem).

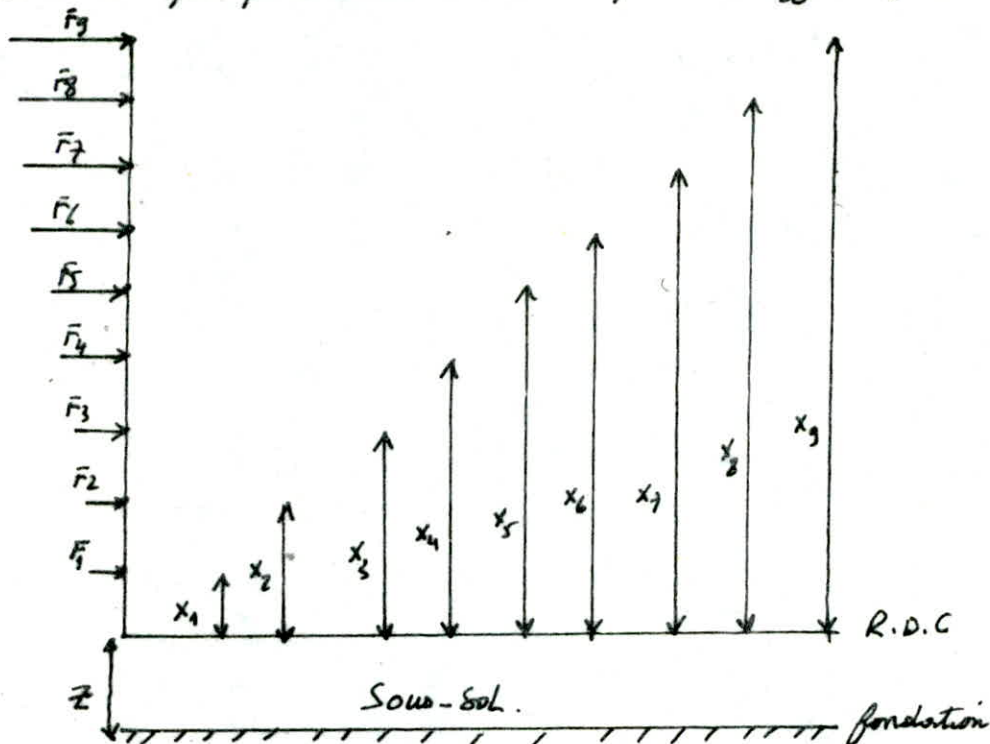
$R_K$ : rigidité de Niveau K.

B: facteur de comportement, de la structure.

les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous

## VÉRIFICATION au renversement

Chaque structure doit être calculée afin de résister aux effets, de renversement qui peuvent être causés par les efforts, de sisme.



$$M_{res} = b \sum_{i=1}^9 W_i \quad \text{avec} \quad b = \frac{L}{2}$$

$$M_{renv} = \sum_{i=1}^9 \bar{F}_i \cdot x_i, \quad \bar{F}_i \text{ effort tranchant de chaque niveau}$$

a) sens longitudinal :  $z = 2,91 \text{ m}$ ,  $L = 22,6 \text{ m}$ .

$$M(\text{renversant}) = 3804,224 + 2,91 \times 180,803 = 3730,360 \text{ t.m.}$$

$$M(\text{résistant}) = \frac{22,6}{2} \times 2291,616 = 25895,26 \text{ t.m.}$$

$\frac{\text{Moment résistant}}{\text{moment de renversement}} = 6,94 > 1,5$  donc dans le sens longitudinal le bâtiment est stable vis à vis, du renversement.

b) sens transversal :

$$L = 9,8 \text{ m} \Rightarrow b = \frac{L}{2} = 4,9 \text{ m}$$

$$M(\text{renversant}) = 2512,899 + 2,91 \times 163,823 = 3389,62 \text{ t.m.}$$

$$M(\text{résistant}) = 4,9 \times 2291,616 = 11228,92 \text{ t.m.}$$

$$\frac{M_{résistant}}{M_{renversant}} = \frac{11228,92}{3389,62} = 3,31 > 1,5 \text{ le renversement est vérifié.}$$



---

ETUDE  
DES  
PORTIQUES

CALCUL des Portiques sous les charges horizontales

La méthode utilisée est celle, de "Mull", elle est très pratique pour déterminer les efforts dans les portiques sous les sollicitations horizontales.

Étapes à suivre

1- Répartition des efforts tranchants de niveaux dans la rigidité des portiques:

- portiques longitudinaux:

$$T_{jx} = T_{jx} \frac{R_j^l}{\sum_{j=1}^n R_j^l} + T_{jx} e_{6x} \frac{R_j^l}{R_j^p} y$$

- portiques transversaux:

$$T_{jy} = T_{jy} \frac{R_j^t}{\sum_{j=1}^n R_j^t} + T_{jy} e_{6y} \frac{R_j^t}{R_j^p} x$$

avec:

$R_j^l$ : Rigidité de niveau d'un portique longitudinal.

$R_j^t$ : " " " " " transversal.

$R_j^p$ : " " " à la torsion

$e_{6x}$ : distance du centre de masse au centre de torsion =  $e_{6y}$  l'excentricité,

$x$ : position d'un portique transversal / au centre de torsion

$y$ : " " " longitudinal / au centre de torsion.

$T_{jx}$ : Effort tranchant de niveau dans le sens longitudinal.

$T_{jy}$ : " " " " " " transversal.

2- calcul des efforts tranchants revenant à chaque poteau:

l'effort tranchant revenant à chaque poteau est donné par

$$t_j^{(i)} = \frac{a_j^i K_j^i}{D_j} T_j \text{ avec : } a_j^i: \text{coefficient de correction, donné selon "Mull"}$$

$$D_j = \sum_{i=1}^n a_j^i K_j^i$$

$$K_j^i: \text{raideur du poteau } i \text{ au niveau } j.$$

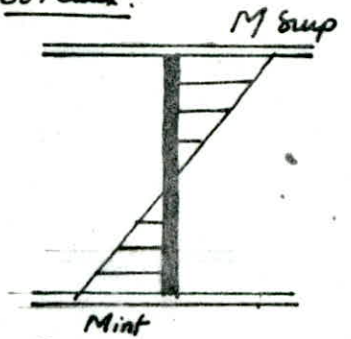
3- Calcul des moments fléchissants dans les poteaux:

$$M_{inf} = G_j \cdot g$$

$$M_{sup} = G_j \cdot (h - g)$$

$g$  : la position de moment nul égal à  $y$

avec  $y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3$



$y_0$  : coefficient, obtenu en fonction de  $\bar{K}$ , du nombre total de niveaux du bâtiment, du numéro de niveau considéré.

$y_1$  : terme de correction, en fonction de  $\alpha_1$  et  $\bar{K}$

$$\alpha_1 = \frac{K_1 + K_2}{K_3 + K_4} \rightarrow \text{poutres supérieures}$$

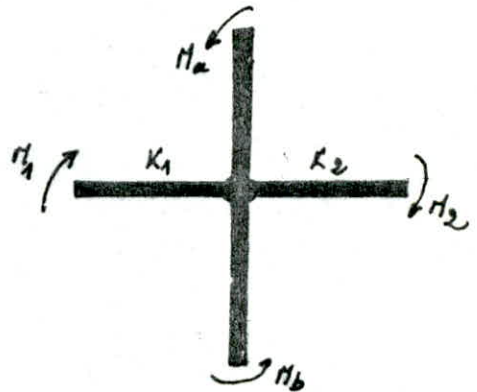
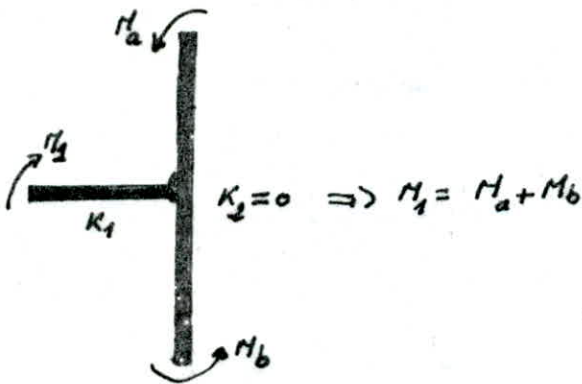
$$K_3 + K_4 \rightarrow \text{poutres inférieures}$$

$y_2$  : terme de correction, dû à la variation de la hauteur d'étage en fonction de  $\alpha_2$  et  $\bar{K}$

$$\alpha_2 = \frac{h_i}{h}$$

Les valeurs de  $y_0, y_1, y_2$  et  $y_3$  sont données par le tableau, dans l'ouvrage, de "conception et calcul de structures soumises au séisme".

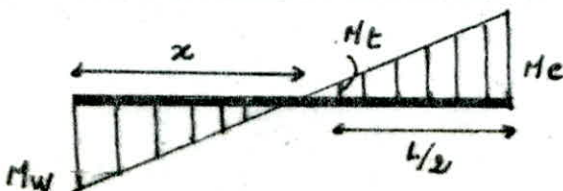
4- Calcul des moments fléchissants dans les poutres:



$$M_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} (M_a + M_b)$$

$$M_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} (M_a + M_b)$$

5- calcul des moments fléchissants en travée des poutres:



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



Répartition de l'effort tranchant suivant les portiques longitudinaux :

N	$T_{jz}(t)$	$R_{jz}^0$ (kg/cm)	$\sum R_{jz}^0$ (kg/cm)	portiques	y(cm)	$R_{jz}^1$ (kg/cm)	$T_{jz} \frac{R_{jz}^1}{\sum R_{jz}^0}$ (t)	$T_{jz} \frac{R_{jz}^1 e_{jz}}{R_{jz}^0}$ (t)	$\tau_{jz}(t)$
9 <sup>e</sup>	29,407	19,527 10 <sup>10</sup>	3,376 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	0,844 10 <sup>5</sup>	7,352	-0,700	7,352
				B-B	-162,5	0,844 10 <sup>5</sup>	7,352	-0,233	7,352
				C-C	157,5	0,844 10 <sup>5</sup>	7,352	0,236	7,578
				D-D	492,5	0,844 10 <sup>5</sup>	7,352	0,707	8,059
8 <sup>e</sup>	55,100	19,527 10 <sup>10</sup>	3,376 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	0,844 10 <sup>5</sup>	13,775	-1,312	13,775
				B-B	-162,5	0,844 10 <sup>5</sup>	13,775	-0,437	13,775
				C-C	157,5	0,844 10 <sup>5</sup>	13,775	0,424	14,199
				D-D	492,5	0,844 10 <sup>5</sup>	13,775	1,325	15,100
7 <sup>e</sup>	72,518	19,527 10 <sup>10</sup>	3,376 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	0,844 10 <sup>5</sup>	19,630	-1,863	19,630
				B-B	-162,5	0,844 10 <sup>5</sup>	19,630	-0,623	19,630
				C-C	157,5	0,844 10 <sup>5</sup>	19,630	0,604	20,234
				D-D	492,5	0,844 10 <sup>5</sup>	19,630	1,329	21,518
6 <sup>e</sup>	101,347	19,527 10 <sup>10</sup>	3,376 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	0,844 10 <sup>5</sup>	25,337	-2,413	25,337
				B-B	-162,5	0,844 10 <sup>5</sup>	25,337	-0,804	25,337
				C-C	157,5	0,844 10 <sup>5</sup>	25,337	0,780	26,116
				D-D	492,5	0,844 10 <sup>5</sup>	25,337	2,438	27,774
5 <sup>e</sup>	122,041	25,266 10 <sup>10</sup>	4,640 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	1,16 10 <sup>5</sup>	30,510	-3,098	30,510
				B-B	-162,5	1,16 10 <sup>5</sup>	30,510	-1,033	30,510
				C-C	157,5	1,16 10 <sup>5</sup>	30,510	1,001	31,511
				D-D	492,5	1,16 10 <sup>5</sup>	30,510	3,130	33,641
4 <sup>e</sup>	142,342	25,266 10 <sup>10</sup>	4,640 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	1,16 10 <sup>5</sup>	35,586	-3,614	35,586
				B-B	-162,5	1,16 10 <sup>5</sup>	35,586	-1,204	35,586
				C-C	157,5	1,16 10 <sup>5</sup>	35,586	1,168	36,753
				D-D	492,5	1,16 10 <sup>5</sup>	35,586	3,651	39,237
3 <sup>e</sup>	161,528	25,266 10 <sup>10</sup>	4,640 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	1,16 10 <sup>5</sup>	40,397	-4,103	40,397
				B-B	-162,5	1,16 10 <sup>5</sup>	40,397	-1,367	40,397
				C-C	157,5	1,16 10 <sup>5</sup>	40,397	1,325	41,723
				D-D	492,5	1,16 10 <sup>5</sup>	40,397	4,145	44,542
2 <sup>e</sup>	175,289	29,347 10 <sup>10</sup>	5,400 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	1,35 10 <sup>5</sup>	43,997	-4,625	43,997
				B-B	-162,5	1,35 10 <sup>5</sup>	43,997	-1,541	43,997
				C-C	157,5	1,35 10 <sup>5</sup>	43,997	1,494	45,491
				D-D	492,5	1,35 10 <sup>5</sup>	43,997	4,672	48,669
1 <sup>e</sup>	120,803	90,594 10 <sup>10</sup>	13,360 10 <sup>5</sup>	A-A	-487,5	3,39 10 <sup>5</sup>	45,201	-3,671	45,201
				B-B	-162,5	3,39 10 <sup>5</sup>	45,201	-1,223	45,201
				C-C	157,5	3,39 10 <sup>5</sup>	45,201	1,186	46,397
				D-D	492,5	3,39 10 <sup>5</sup>	45,201	3,708	48,909



Répartition de l'effort tranchant suivant les poteaux

sens Longitudinal

portique C-C

			poteaux	A	B	C
Niveau	$\tau_j (t)$	$D_j (m^2)$	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
9 <sup>e</sup>	7,578	1873,536	$t_j (t)$	0,352	1,367	1,470
8 <sup>e</sup>	14,199	1873,536	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
			$t_j (t)$	1,783	2,561	2,756
7 <sup>e</sup>	20,234	1873,536	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
			$t_j (t)$	2,541	3,649	3,927
6 <sup>e</sup>	26,116	1873,536	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
			$t_j (t)$	3,279	4,710	5,069
5 <sup>e</sup>	31,511	2585,053	$a_j K_j (m^3)$	293,8135	473,2936	525,4196
			$t_j (t)$	3,582	5,769	6,404
4 <sup>e</sup>	36,763	2585,053	$a_j K_j (m^3)$	293,8135	473,2936	525,4196
			$t_j (t)$	4,178	6,729	7,470
3 <sup>e</sup>	41,723	2585,053	$a_j K_j (m^3)$	293,8135	473,2936	525,4196
			$t_j (t)$	4,743	7,639	8,480
2 <sup>e</sup>	45,491	3001,827	$a_j K_j (m^3)$	322,6501	552,8935	625,3697
			$t_j (t)$	4,743	7,639	8,480
1 <sup>e</sup>	46,387	7545,488	$a_j K_j (m^3)$	1124,3410	1297,0230	1351,3800
			$t_j (t)$	6,916	7,977	8,311

portique U-U

			poteaux	A	B	C
Niveau	$\tau_j (t)$	$D_j (m^2)$	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
9 <sup>e</sup>	8,059	1873,536	$t_j (t)$	1,011	1,454	1,564
8 <sup>e</sup>	15,100	1873,536	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
			$t_j (t)$	1,894	2,724	2,931
7 <sup>e</sup>	21,518	1873,536	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
			$t_j (t)$	2,699	3,881	4,177
6 <sup>e</sup>	27,774	1873,536	$a_j K_j (m^3)$	235,2734	337,8711	363,6237
			$t_j (t)$	3,483	5,009	5,392
5 <sup>e</sup>	33,641	2585,053	$a_j K_j (m^3)$	293,8135	473,2936	525,4196
			$t_j (t)$	3,820	6,197	6,832
4 <sup>e</sup>	39,237	2585,053	$a_j K_j (m^3)$	293,8135	473,2936	525,4196
			$t_j (t)$	4,456	7,228	7,969
3 <sup>e</sup>	44,542	2585,053	$a_j K_j (m^3)$	293,8135	473,2936	525,4196
			$t_j (t)$	5,058	8,206	9,046
2 <sup>e</sup>	48,669	3001,827	$a_j K_j (m^3)$	322,6501	552,8935	625,3697
			$t_j (t)$	5,234	8,966	10,134
1 <sup>e</sup>	48,909	7545,488	$a_j K_j (m^3)$	1124,3410	1297,0230	1351,3800
			$t_j (t)$	7,297	8,417	8,772



portique longitudinal D-D

Moments fléchissant dans les poteaux

Niveau	poteaux	y	$g = y h$ (m)	$t_i^i$ (t)	$h - g$ (m)	Min F (t.m)	Max F (t.m)
9 <sup>c</sup>	A	0,4	1,224	1,011	1,736	1,237	1,856
	B	0,45	1,377	1,454	1,683	2,002	2,446
	C	0,45	1,377	1,564	1,683	2,154	2,633
8 <sup>c</sup>	A	0,45	1,377	1,294	1,683	2,602	3,188
	B	0,45	1,377	2,724	1,683	3,751	4,524
	C	0,45	1,377	2,931	1,683	4,037	4,934
7 <sup>c</sup>	A	0,45	1,377	2,699	1,683	3,717	4,543
	B	0,5	1,53	3,881	1,53	5,932	5,932
	C	0,5	1,53	4,177	1,53	6,391	6,391
6 <sup>c</sup>	A	0,5	1,53	3,483	1,53	5,330	5,330
	B	0,5	1,53	5,009	1,53	7,665	7,665
	C	0,5	1,53	5,352	1,53	8,249	8,249
5 <sup>c</sup>	A	0,5	1,53	3,820	1,53	5,845	5,845
	B	0,45	1,377	6,197	1,683	8,534	10,430
	C	0,45	1,377	6,732	1,683	9,402	11,499
4 <sup>c</sup>	A	0,5	1,53	4,456	1,53	6,817	6,817
	B	0,5	1,53	7,228	1,53	11,059	11,059
	C	0,5	1,53	7,969	1,53	12,192	12,192
3 <sup>c</sup>	A	0,55	1,683	5,052	1,377	8,513	6,965
	B	0,5	1,53	8,206	1,53	12,554	12,554
	C	0,5	1,53	9,046	1,53	13,241	13,241
2 <sup>c</sup>	A	0,7	2,142	5,234	0,918	11,211	4,125
	B	0,6	1,836	8,966	1,224	16,462	10,974
	C	0,6	1,836	10,134	1,224	12,606	12,404
1 <sup>c</sup>	A	1	3,060	7,297	0	22,329	0
	B	0,8	2,448	8,417	0,612	20,606	5,151
	C	0,8	2,448	8,772	0,612	21,475	5,369



MOMENTS fléchissants aux nœuds des poutres

A- Sous longitudinal :  
portique "B-O'":

Niv	Nœud	M <sub>a</sub> (t.m)	M <sub>b</sub> (t.m)	M <sub>1</sub> (t.m)	M <sub>2</sub> (t.m)
9'	A	1,237	1,856	/	1,856
	B	2,002	2,446	1,325	1,121
	C	2,154	2,633	1,041	1,590
8'	A	2,608	3,183	/	4,425
	B	3,751	4,584	3,567	3,018
	C	4,037	4,934	2,802	4,286
7'	A	3,717	4,543	/	7,151
	B	5,938	5,937	5,248	4,441
	C	6,391	6,391	4,123	6,305
6'	A	5,330	5,330	/	9,047
	B	7,665	7,665	7,368	6,235
	C	8,249	8,249	5,788	8,853
5'	A	5,845	5,845	/	11,175
	B	8,534	10,430	9,801	8,294
	C	9,408	11,499	7,808	11,941
4'	A	6,817	6,817	/	12,662
	B	11,059	11,059	10,613	8,980
	C	12,192	12,192	8,540	13,061

Niv	Nœud	M <sub>a</sub> (t.m)	M <sub>b</sub> (t.m)	M <sub>1</sub> (t.m)	M <sub>2</sub> (t.m)
3'	A	8,513	6,965	/	13,782
	B	12,554	12,554	12,791	10,823
	C	13,841	13,841	10,292	15,741
2'	A	11,211	4,805	/	13,318
	B	16,462	10,974	12,745	10,784
	C	18,606	12,404	10,376	15,869
1'	A	22,329	0	/	11,211
	B	20,606	5,151	11,707	9,906
	C	21,475	5,369	9,478	14,496

# TABLEAUX DÉPLACEMENTS - 49 -

Moment et efforts tranchants relatifs aux poutres:  
portiques longitudinaux

Niveau	poutre	Mw (k.m)	Me (k.m)	Mt (k.m)	T (T)
9 <sup>e</sup>	A-B	1,856	1,325	-0,265	-0,723
	B-C	1,121	1,041	-0,04	-0,416
	C-D	1,592	1,592	0	-0,936
8 <sup>e</sup>	A-B	4,425	3,567	-0,429	-1,816
	B-C	3,012	2,802	-0,108	-1,119
	C-D	4,226	4,226	0	-2,521
7 <sup>e</sup>	A-B	7,151	5,248	-0,951	-2,818
	B-C	4,441	4,123	-0,159	-1,647
	C-D	6,305	6,305	0	-3,709
6 <sup>e</sup>	A-B	9,047	7,368	-0,839	-3,731
	B-C	6,235	5,782	-0,223	-2,312
	C-D	8,853	8,853	0	-5,207
5 <sup>e</sup>	A-B	11,175	9,801	-0,687	-4,767
	B-C	8,294	7,808	-0,243	-3,096
	C-D	11,941	11,941	0	-7,019
4 <sup>e</sup>	A-B	12,662	10,613	-1,024	-5,290
	B-C	9,980	8,540	-0,22	-3,369
	C-D	13,061	13,061	0	-7,674
3 <sup>e</sup>	A-B	13,782	12,791	-0,495	-6,039
	B-C	10,823	10,292	-0,265	-4,061
	C-D	15,741	15,741	0	-9,249
2 <sup>e</sup>	A-B	13,318	12,745	-0,286	-5,923
	B-C	10,724	10,376	-0,204	-4,069
	C-D	15,869	15,869	0	-9,329
1 <sup>er</sup>	A-B	11,211	11,707	0,248	-5,209
	B-C	9,906	9,472	-0,214	-3,728
	C-D	14,426	14,426	0	-8,527



sons longitudinal:

partique C-C

NIV	poisau	N(F)	N <sub>cum</sub> (F)
9 <sup>ci</sup>	A	0,680	0,680
	B	-0,289	-0,289
	C	0,439	0,439
8 <sup>ci</sup>	A	1,709	2,389
	B	-0,656	-0,945
	C	1,318	1,207
7 <sup>ci</sup>	A	2,657	5,040
	B	-1,403	-2,048
	C	1,938	3,745
6 <sup>ci</sup>	A	3,510	8,550
	B	-1,336	-3,384
	C	2,722	6,467
5 <sup>ci</sup>	A	4,468	13,018
	B	-1,568	-4,952
	C	3,692	10,159
4 <sup>ci</sup>	A	4,944	17,962
	B	-1,790	-6,742
	C	4,054	14,213
3 <sup>ci</sup>	A	5,643	23,605
	B	-1,850	-8,592
	C	4,826	19,099
2 <sup>ci</sup>	A	5,536	29,141
	B	-1,734	-10,326
	C	4,937	24,036
1 <sup>ca</sup>	A	4,876	34,017
	B	-1,380	-11,706
	C	4,501	28,537

partique D-D

NIV	poisau	N(F)	N <sub>cum</sub> (F)
9 <sup>ci</sup>	A	0,723	0,723
	B	-0,307	-0,307
	C	0,521	0,521
8 <sup>ci</sup>	A	1,816	2,539
	B	-0,697	-1,004
	C	1,401	1,922
7 <sup>ci</sup>	A	2,818	5,357
	B	-1,401	-2,105
	C	2,062	3,984
6 <sup>ci</sup>	A	3,731	9,088
	B	-1,419	-3,524
	C	2,895	6,879
5 <sup>ci</sup>	A	4,767	13,855
	B	-1,671	-5,195
	C	3,923	10,802
4 <sup>ci</sup>	A	5,290	19,145
	B	-1,922	-7,115
	C	4,305	15,107
3 <sup>ci</sup>	A	6,039	25,184
	B	-1,979	-9,094
	C	5,188	20,295
2 <sup>ci</sup>	A	5,923	31,107
	B	-1,854	-10,948
	C	5,260	25,555
1 <sup>ca</sup>	A	5,209	36,316
	B	-1,481	-12,429
	C	4,799	30,354

Repartition des efforts tranchants

portique transversaux

Niv	$T_{jy}(t)$	$R_{jy}$ (kg/cm)	$\sum R_{jy}^t$ (kg)	portique	x (cm)	$R_{jy}^t$ (kg/cm)	$T_{jy} \frac{R_{jy}^t}{\sum R_{jy}^t(t)}$	$T_{jy} \frac{R_{jy}^t \cos \alpha}{R_{jy}^t(t)}$	$\sigma_{jy}(t)$
6 <sup>e</sup>	26,570	19,527 10 <sup>10</sup>	2,532 10 <sup>5</sup>	1-2	-1130	0,422 10 <sup>5</sup>	4,428	-0,731	4,428
				2-2	-690	0,422 10 <sup>5</sup>	4,428	-0,447	4,428
				3-3	-170	0,422 10 <sup>5</sup>	4,428	-0,110	4,428
				4-4	170	0,422 10 <sup>5</sup>	4,428	0,110	4,538
				5-5	690	0,422 10 <sup>5</sup>	4,428	0,447	4,875
				6-6	1130	0,422 10 <sup>5</sup>	4,428	0,731	4,160
8 <sup>e</sup>	49,965	19,527 10 <sup>10</sup>	2,532 10 <sup>5</sup>	1-1	-1130	0,422 10 <sup>5</sup>	8,327	-1,375	8,327
				2-2	-690	0,422 10 <sup>5</sup>	8,327	-0,840	8,327
				3-3	-170	0,422 10 <sup>5</sup>	8,327	-0,207	8,327
				4-4	170	0,422 10 <sup>5</sup>	8,327	0,207	8,534
				5-5	690	0,422 10 <sup>5</sup>	8,327	0,840	9,167
				6-6	1130	0,422 10 <sup>5</sup>	8,327	1,375	9,703
7 <sup>e</sup>	71,208	19,527 10 <sup>10</sup>	2,532 10 <sup>5</sup>	1-1	-1130	0,422 10 <sup>5</sup>	11,868	-1,960	11,868
				2-2	-690	0,422 10 <sup>5</sup>	11,868	-1,197	11,868
				3-3	-170	0,422 10 <sup>5</sup>	11,868	-0,294	11,868
				4-4	170	0,422 10 <sup>5</sup>	11,868	0,294	12,163
				5-5	690	0,422 10 <sup>5</sup>	11,868	1,197	13,065
				6-6	1130	0,422 10 <sup>5</sup>	11,868	1,960	13,828
8 <sup>e</sup>	91,994	19,527 10 <sup>10</sup>	2,532 10 <sup>5</sup>	1-1	-1130	0,422 10 <sup>5</sup>	15,332	-2,532	15,332
				2-2	-690	0,422 10 <sup>5</sup>	15,332	-1,546	15,332
				3-3	-170	0,422 10 <sup>5</sup>	15,332	-0,381	15,332
				4-4	170	0,422 10 <sup>5</sup>	15,332	0,381	15,713
				5-5	690	0,422 10 <sup>5</sup>	15,332	1,546	16,879
				6-6	1130	0,422 10 <sup>5</sup>	15,332	2,532	17,865
5 <sup>e</sup>	111,046	25,266 10 <sup>10</sup>	3,210 10 <sup>5</sup>	1-1	-1130	0,535 10 <sup>5</sup>	18,507	-3,002	18,507
				2-2	-690	0,535 10 <sup>5</sup>	18,507	-1,833	18,507
				3-3	-170	0,535 10 <sup>5</sup>	18,507	-0,452	18,507
				4-4	170	0,535 10 <sup>5</sup>	18,507	0,452	18,959
				5-5	690	0,535 10 <sup>5</sup>	18,507	1,833	20,341
				6-6	1130	0,535 10 <sup>5</sup>	18,507	3,002	21,510



Niv	$T_{ij}$	$R_j^0$	$\sum R_j^T$	Portique	X (cm)	$R_j^T (kg/m)$	$T_{ij} \frac{R_j^T}{\sum R_j^T} (r)$	$T_{ij} \frac{R_j^{ex}}{R_j^0} (r)$	$T_{ij} (r)$
Fe	189,608	$25,266 \cdot 10^{10}$	$3,810 \cdot 10^5$	1-1	-1130	$0,535 \cdot 10^5$	21,601	-3,504	21,601
				2-2	-690	$0,535 \cdot 10^5$	21,601	-2,140	21,601
				3-3	-170	$0,535 \cdot 10^5$	21,601	-0,527	21,601
				4-4	170	$0,535 \cdot 10^5$	21,601	0,527	22,128
				5-5	690	$0,535 \cdot 10^5$	21,601	2,140	23,741
				6-6	1130	$0,535 \cdot 10^5$	21,601	3,504	25,106
wg	147,301	$25,266 \cdot 10^{10}$	$3,810 \cdot 10^5$	1-1	-1130	$0,535 \cdot 10^5$	24,550	-3,983	24,550
				2-2	-690	$0,535 \cdot 10^5$	24,550	-2,431	24,550
				3-3	-170	$0,535 \cdot 10^5$	24,550	-0,599	24,550
				4-4	170	$0,535 \cdot 10^5$	24,550	0,599	25,149
				5-5	690	$0,535 \cdot 10^5$	24,550	2,431	26,982
				6-6	1130	$0,535 \cdot 10^5$	24,550	3,983	28,533
bo	160,422	$28,847 \cdot 10^{10}$	$3,564 \cdot 10^5$	1-1	-1130	$0,594 \cdot 10^5$	26,734	-4,292	26,734
				2-2	-690	$0,594 \cdot 10^5$	26,734	-2,620	26,734
				3-3	-170	$0,594 \cdot 10^5$	26,734	-0,645	26,734
				4-4	170	$0,594 \cdot 10^5$	26,734	0,645	27,379
				5-5	690	$0,594 \cdot 10^5$	26,734	2,620	29,354
				6-6	1130	$0,594 \cdot 10^5$	26,734	4,292	31,025
1-2	163,823	$90,594 \cdot 10^{10}$	$18,810 \cdot 10^5$	1-1	-1130	$2,085 \cdot 10^5$	27,205	-4,682	27,205
				2-2	-690	$2,085 \cdot 10^5$	27,205	-8,859	27,205
				3-3	-170	$2,085 \cdot 10^5$	27,205	-0,704	27,205
				4-4	170	$2,085 \cdot 10^5$	27,205	0,704	27,909
				5-5	690	$2,085 \cdot 10^5$	27,205	8,859	30,063
				6-6	1130	$2,085 \cdot 10^5$	27,205	4,682	31,826



Portique 5-5

Niveau	$\Sigma_j(t)$	$D_j(\text{m}^2)$	potcom	1	2	3	4
9 <sup>e</sup>	4,875	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	0,925	1,495	1,508	0,946
8 <sup>e</sup>	9,167	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	1,740	2,811	2,836	1,780
7 <sup>e</sup>	13,065	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	2,480	4,006	4,042	2,537
6 <sup>e</sup>	16,879	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	3,204	5,176	5,221	3,277
5 <sup>e</sup>	20,341	1188,393	$a_j K_j(\text{m}^2)$	209,4232	379,7485	384,1686	215,0528
			$t_j(t)$	3,524	6,500	6,576	3,621
4 <sup>e</sup>	23,741	1188,393	$a_j K_j(\text{m}^2)$	209,4232	379,7485	384,1686	215,0528
			$t_j(t)$	4,124	7,586	7,675	4,296
3 <sup>e</sup>	26,982	1188,393	$a_j K_j(\text{m}^2)$	209,4232	379,7485	384,1686	215,0528
			$t_j(t)$	4,755	8,622	8,722	4,883
2 <sup>e</sup>	29,354	1318,124	$a_j K_j(\text{m}^2)$	223,6719	429,344	435,0025	230,1055
			$t_j(t)$	4,981	9,561	9,697	5,124
1 <sup>er</sup>	30,063	4518,005	$a_j K_j(\text{m}^2)$	1050,1070	1204,361	1208,605	1054,932
			$t_j(t)$	6,888	8,014	8,043	7,018

Portique 6-6

Niveau	$\Sigma_j(t)$	$D_j(\text{m}^2)$	potcom	1	2	3	4
9 <sup>e</sup>	4,160	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	0,979	1,582	1,596	1,00
8 <sup>e</sup>	9,703	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	1,842	2,976	3,00	1,883
7 <sup>e</sup>	13,828	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	2,625	4,240	4,278	2,685
6 <sup>e</sup>	17,865	937,0051	$a_j K_j(\text{m}^2)$	177,8766	287,3417	289,8652	181,9215
			$t_j(t)$	3,391	5,478	5,527	3,468
5 <sup>e</sup>	21,510	1188,393	$a_j K_j(\text{m}^2)$	209,4232	379,7485	384,1686	215,0528
			$t_j(t)$	3,792	6,875	6,955	3,893
4 <sup>e</sup>	25,106	1188,393	$a_j K_j(\text{m}^2)$	209,4232	379,7485	384,1686	215,0528
			$t_j(t)$	4,425	8,025	8,112	4,543
3 <sup>e</sup>	28,533	1188,393	$a_j K_j(\text{m}^2)$	209,4232	379,7485	384,1686	215,0528
			$t_j(t)$	5,029	9,120	9,216	5,165
2 <sup>e</sup>	31,025	1318,124	$a_j K_j(\text{m}^2)$	223,6719	429,344	435,0025	230,1055
			$t_j(t)$	5,265	10,107	10,240	5,417
1 <sup>er</sup>	31,886	4518,005	$a_j K_j(\text{m}^2)$	1050,1070	1204,361	1208,605	1054,932
			$t_j(t)$	7,412	8,500	8,531	7,444



MOMENTS FLÉCHISSEMENTS, dans les poteaux  
portique transversal 6-6

Niveau	Poteaux	$y$	$z = y \cdot h$ (m)	$t_j$ (t)	$h - z$ (m)	Minf (T.m)	Msup (T.m)
9 <sup>e</sup>	1	0,30	0,918	0,979	2,142	0,899	2,097
	2	0,40	1,224	1,582	1,836	1,936	2,204
	3	0,40	1,224	1,596	1,836	1,953	2,230
	4	0,30	0,918	1,00	2,142	0,918	2,142
8 <sup>e</sup>	1	0,40	1,224	1,842	1,836	2,255	3,382
	2	0,45	1,377	2,276	1,683	4,097	5,00
	3	0,45	1,377	3,00	1,683	4,131	5,049
	4	0,40	1,224	1,823	1,836	2,593	3,257
7 <sup>e</sup>	1	0,45	1,377	2,625	1,683	3,615	4,418
	2	0,45	1,377	4,240	1,683	5,238	4,418
	3	0,45	1,377	4,778	1,683	5,291	7,199
	4	0,45	1,377	2,685	1,683	3,697	4,519
6 <sup>e</sup>	1	0,45	1,377	3,391	1,683	4,670	5,702
	2	0,50	1,530	5,479	1,530	8,381	8,381
	3	0,50	1,530	5,527	1,530	8,456	8,456
	4	0,45	1,377	3,468	1,683	4,775	5,237
5 <sup>e</sup>	1	0,50	1,530	3,792	1,530	5,802	5,802
	2	0,45	1,377	6,875	1,683	9,467	11,571
	3	0,45	1,377	6,955	1,683	9,577	11,705
	4	0,50	1,530	3,893	1,530	5,956	5,956
4 <sup>e</sup>	1	0,50	1,530	4,425	1,530	6,770	6,770
	2	0,50	1,530	8,025	1,530	12,278	12,278
	3	0,50	1,530	8,118	1,530	12,420	12,420
	4	0,50	1,530	4,543	1,530	6,951	6,951
3 <sup>e</sup>	1	0,55	1,683	5,029	1,377	8,464	6,925
	2	0,50	1,530	9,120	1,530	13,954	13,954
	3	0,50	1,530	9,226	1,530	14,116	14,116
	4	0,55	1,683	5,165	1,377	8,693	7,112
2 <sup>e</sup>	1	0,70	2,142	5,265	0,918	11,277	4,833
	2	0,65	1,989	10,107	1,071	20,103	10,824
	3	0,65	1,989	10,240	1,071	20,367	10,967
	4	0,70	2,142	5,417	0,918	11,603	4,973
1 <sup>er</sup>	1	1	3,06	7,412	0	22,621	0
	2	0,90	2,754	8,500	0,306	23,409	2,601
	3	0,90	2,754	8,531	0,306	23,494	2,601
	4	1	3,06	7,444	0	22,779	0

Moments fléchissants aux nœuds des poutres

Sens transversal  
portique: 6-6

Niv	Nœud	M <sub>a</sub> (k.m)	M <sub>b</sub> (k.m)	M <sub>1</sub> (k.m)	M <sub>2</sub> (k.m)
9 <sup>e</sup>	1	0,899	2,097	/	2,098
	2	1,936	2,904	1,419	1,485
	3	1,953	2,930	1,477	1,454
	4	0,918	2,142	2,146	/
8 <sup>e</sup>	1	2,255	3,382	/	4,281
	2	4,097	5,00	3,393	3,552
	3	4,131	5,049	3,530	3,476
	4	2,533	3,457	4,378	/
7 <sup>e</sup>	1	3,615	4,418	/	6,672
	2	5,838	4,418	5,488	5,745
	3	5,891	7,199	5,710	5,622
	4	3,697	4,519	6,824	/
6 <sup>e</sup>	1	4,670	5,708	/	9,322
	2	8,381	8,381	6,948	7,273
	3	8,456	8,456	7,228	7,117
	4	4,775	5,837	9,534	/
5 <sup>e</sup>	1	5,802	5,802	/	10,469
	2	9,467	11,571	9,747	10,203
	3	9,577	11,705	10,157	10,001
	4	5,956	5,956	10,731	/

Niv	Nœud	M <sub>a</sub> (k.m)	M <sub>b</sub> (k.m)	M <sub>1</sub> (k.m)	M <sub>2</sub> (k.m)
4 <sup>e</sup>	1	6,770	6,770	/	12,569
	2	12,278	12,278	10,621	11,118
	3	12,420	12,420	11,081	10,911
	4	6,951	6,951	12,906	/
3 <sup>e</sup>	1	8,464	6,925	/	13,693
	2	13,954	13,954	12,812	13,412
	3	14,116	14,116	13,367	13,162
	4	8,693	7,112	14,061	/
2 <sup>e</sup>	1	11,273	4,833	/	13,295
	2	20,103	10,824	12,103	12,670
	3	20,367	10,967	12,636	12,442
	4	11,603	4,973	13,668	/
1 <sup>re</sup>	1	22,681	0	/	11,276
	2	23,409	2,601	11,090	11,611
	3	23,494	2,601	11,577	11,399
	4	22,779	0	11,609	/



TABLEAUX Récapitulatif

Moments et efforts tranchants dans les Poutres

portiques transversaux

portique 6x6

Niv	portée	$M_u(k.m)$	$M_t(k.m)$	$M_b(k.m)$	T(T)
9 <sup>e</sup>	1-2	2,099	1,419	-0,339	-1,050
	2-3	1,485	1,477	-0,004	-0,926
	3-4	1,454	2,146	0,346	-1,108
8 <sup>e</sup>	1-2	4,281	3,393	-0,444	-2,290
	2-3	3,552	3,530	-0,011	-2,213
	3-4	3,476	4,378	0,451	-2,417
7 <sup>e</sup>	1-2	6,672	5,488	-0,592	-3,630
	2-3	5,745	5,710	-0,017	-3,579
	3-4	5,622	6,824	0,601	-3,829
6 <sup>e</sup>	1-2	9,322	6,947	-1,187	-4,857
	2-3	7,273	7,228	-0,022	-4,532
	3-4	7,117	9,534	1,208	-5,123
5 <sup>e</sup>	1-2	10,469	9,747	-0,361	-6,035
	2-3	10,203	10,157	-0,023	-6,363
	3-4	10,001	10,731	0,365	-6,379

Niv	portée	$M_u(k.m)$	$M_t(k.m)$	$M_b(k.m)$	T(T)
4 <sup>e</sup>	1-2	12,569	10,621	-0,974	-6,922
	2-3	11,118	11,081	-0,018	-6,937
	3-4	10,911	12,906	0,997	-7,328
3 <sup>e</sup>	1-2	13,693	12,812	-0,440	-7,912
	2-3	13,412	13,367	-0,022	-8,369
	3-4	13,162	14,061	0,449	-8,376
2 <sup>e</sup>	1-2	13,295	12,103	-0,596	-7,581
	2-3	12,670	12,636	-0,017	-7,908
	3-4	12,442	13,662	0,610	-8,082
1 <sup>e</sup>	1-2	11,276	11,090	-0,093	-6,677
	2-3	11,611	11,577	-0,017	-7,246
	3-4	11,399	11,609	0,105	-7,077

Efforts Normaux dans les poteaux

Sous transversal

Portique (5-6)

NIV	poteau	N(t)	N <sub>cum</sub> (t)
5 <sup>e</sup>	1	0,992	0,992
	2	-0,117	-0,117
	3	0,172	0,172
	4	-1,046	-1,046
6 <sup>e</sup>	1	2,164	3,156
	2	-0,073	-0,190
	3	0,192	0,364
	4	-2,283	-3,329
7 <sup>e</sup>	1	3,430	6,586
	2	-0,047	-0,237
	3	0,236	0,600
	4	-3,618	-6,947
8 <sup>e</sup>	1	4,589	11,175
	2	-0,307	-0,544
	3	0,559	1,159
	4	-4,241	-11,788
9 <sup>e</sup>	1	5,704	16,879
	2	0,310	-0,234
	3	0,015	1,175
	4	-6,030	-17,818

NIV	poteau	N(t)	N <sub>cum</sub> (t)
4 <sup>e</sup>	1	6,546	23,425
	2	0,014	-0,220
	3	0,370	1,545
	4	-6,930	-24,748
3 <sup>e</sup>	1	7,482	30,907
	2	0,432	0,212
	3	6,007	1,552
	4	-7,921	-32,669
2 <sup>e</sup>	1	7,171	38,078
	2	0,309	0,521
	3	0,117	1,669
	4	-7,597	-40,266
1 <sup>er</sup>	1	6,316	44,394
	2	0,537	1,058
	3	-0,159	1,510
	4	-6,694	-46,960



portique transversal

portique 6-6

Niv	poëau	N(r)	N <sub>cum</sub> (r)
9 <sup>e</sup>	1	1,056	1,050
	2	-0,124	-0,124
	3	0,182	0,182
	4	-1,108	-1,108
8 <sup>e</sup>	1	2,291	3,341
	2	-0,077	-0,202
	3	0,203	0,385
	4	-2,417	-3,525
7 <sup>e</sup>	1	3,630	6,971
	2	-0,05	-0,252
	3	0,250	0,635
	4	-3,830	-7,355
6 <sup>e</sup>	1	4,857	11,828
	2	-0,325	-0,597
	3	0,592	1,227
	4	-5,123	-12,478
5 <sup>e</sup>	1	6,035	17,863
	2	0,328	-0,249
	3	0,016	1,243
	4	-6,379	-18,857

Niv	poëau	N(r)	N <sub>cum</sub> (r)
4 <sup>e</sup>	1	6,922	24,885
	2	0,015	-0,234
	3	0,391	1,634
	4	-7,328	-26,185
3 <sup>e</sup>	1	7,912	32,797
	2	0,457	0,223
	3	0,007	1,642
	4	-8,376	-34,561
2 <sup>e</sup>	1	7,581	40,378
	2	0,327	0,550
	3	0,123	1,757
	4	-8,032	-42,593
1 <sup>e</sup>	1	6,677	47,055
	2	0,569	1,119
	3	-0,169	1,588
	4	-7,077	-49,67

## CALCUL des Efforts sous les charges verticales

Le calcul des portiques sous les charges verticales sera fait par la méthode "Caquot" exposé en Annexe A7, de CCBA 68.

Cette méthode concerne essentiellement les portées solidaires, les poteaux qui les supportent, les moments d'inertie sont supposés constants.

### I) Exposé de la méthode :

#### a- calcul de hauteurs fictives :

$h'_n = 0,9 h_n$  si le nœud considéré est à l'avant dernière plancher.

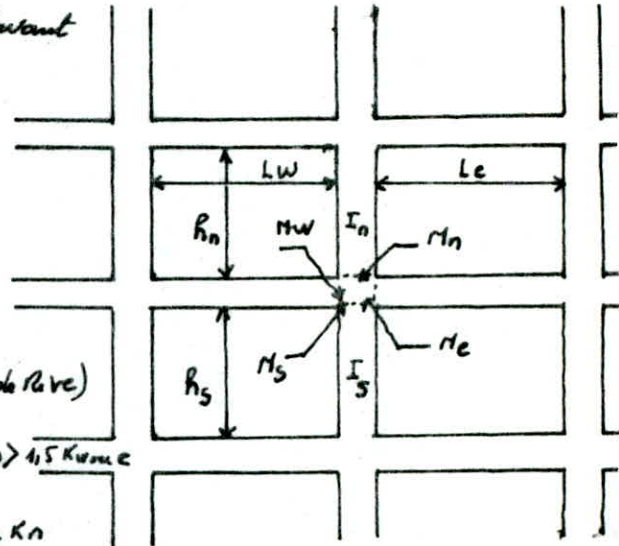
$h'_n = 0,8 h_n$ , pour les autres niveaux

$h'_s = 0,8 h_s$

\* Travée intermédiaire :  $\begin{cases} L'_w = 0,8 L_w \\ L'_e = 0,8 L_e \end{cases}$

\* Travée de rive : (Nœud voisin, nœud de rive)

$L'_w$  ou  $L'_e = \chi L_w$  ou  $\chi L_e$  avec  $\begin{cases} \chi = 0,8 \text{ si } K_s + K_n > 1,5 K_w \text{ ou } e \\ \text{sinon} \\ \chi = 1 - \frac{K_s + K_n}{7,5 K_w \text{ ou } e} \end{cases}$



#### b- calcul des moments fictifs :

$$M'_w = q_w \frac{L_w^2}{8,5} \quad ; \quad M'_e = q_e \frac{L_e^2}{8,5} \quad q: \text{ charge uniformément répartie.}$$

#### c- calcul des raideurs :

$$K_w = \frac{I_w}{L_w}, \quad K_e = \frac{I_e}{L_e}, \quad K_n = \frac{I_n}{h_n}, \quad K_s = \frac{I_s}{h_s} \quad ; \quad D = K_w + K_e + K_n + K_s.$$

$I_n, I_e, I_s, I_w$  sont respectivement les moments d'inertie des éléments formant le nœud considéré.

#### d- Moments dans les sections dangereuses (rue d'ogive)

$$M_w = M'_e \frac{K_w}{D} + M'_w \left(1 - \frac{K_w}{D}\right) \quad ; \quad M_e = M'_w \frac{K_e}{D} + M'_e \left(1 - \frac{K_e}{D}\right)$$

$$M_s = \frac{K_s}{D} (M'_e - M'_w) \quad ; \quad M_n = \frac{K_n}{D} (M'_e - M'_w)$$

### II) Etapes à suivre

- 1- calcul des caractéristiques de chaque portique.
- 2- détermination des charges revenant à chaque portique.
- 3- calcul des moments aux ogives sous G et p.



4) calcul des efforts tranchants et normaux sous G et p

5. calcul des moments fléchissants en travée, dans les poutres sous G et p.

III) calcul des efforts tranchants, dans les poutres:

les efforts tranchants, dans les poutres se calculent conformément au règlement CCBA68, en considérant la travée indépendante et en faisant état, de moments de continuité et, de la charge q qui lui est appliquée.

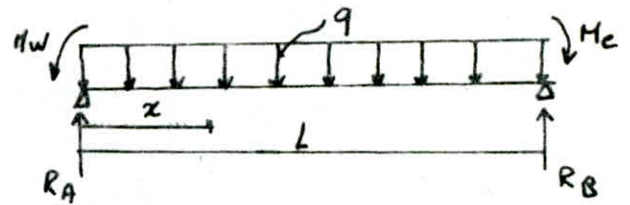
$$\sum M/B = 0 \Rightarrow R_B L - M_W + M_e - \frac{qL^2}{2} = 0$$

$$\text{d'où } R_B = \frac{M_W - M_e}{L} + \frac{qL}{2}$$

$$R_A = \frac{M_e - M_W}{L} + \frac{qL}{2}$$

$$\text{avec } T(x) = R_A - qx \Rightarrow$$

$$T(x) = \frac{M_e - M_W}{L} + \frac{qL}{2} - qx$$



IV) Effort normaux, dans les poutres

les efforts tranchants aux appuis des poutres provoquent, des réactions qui créent, des efforts, de compression, dans les poutres

$$N_i = |T_{iL}| + |T_{iW}|$$

V) Moments en travée, dans les poutres: (Art 1-2 CCBA68)

le moment maximum en travée sous (G+1,2p); (G+p); (0,86) sera donné

$$\text{par: } M_{t_1} = M_0(6+1,2p) - M_{a_1}$$

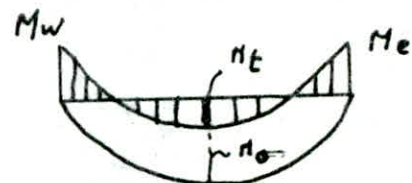
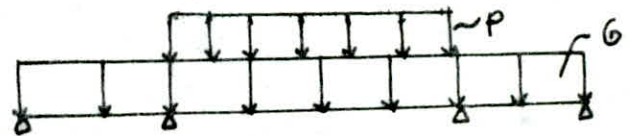
$$M_{t_2} = M_0(6+p) - M_{a_2}$$

$$M_{t_3} = M_0(0,86) - M_{a_3}$$

$$\text{avec: } M_{a_1} = \frac{M_e(6) + M_W(6)}{2}$$

$$M_{a_2} = \frac{M_e(6) + M_W(6)}{2}$$

$$M_{a_3} = \frac{M_e(0,86) + M_W(0,86)}{2}$$



les résultats seront, présentés sous forme, de tableaux.



# CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES - PORTIQUE TRANSVERSAL -

NIV	Nœud	$LW (m)$	$Lc (m)$	$R_n (m)$	$r_s (m)$	$J_w 10^4 (m^4)$	$I_c 10^4 (m^4)$	$I_n 10^4 (m^4)$	$I_s 10^4 (m^4)$	$l_w (m)$	$l_c (m)$	$l_{R_n} (m)$	$l_{r_s} (m)$	$K_w 10^4 (m^3)$	$K_c 10^4 (m^3)$	$K_n 10^4 (m^3)$	$K_s 10^4 (m^3)$	$D 10^4 (m^3)$	$\chi$
9 <sup>e</sup>	1	/	2,95	/	2,56	/	16	/	21,33	/	2,36	/	2,048	/	6,78	/	10,415	17,195	0,8
	2	2,95	2,80	/	2,56	16	16	/	21,33	2,36	2,24	/	2,048	6,78	7,143	/	10,415	24,337	0,8
	3	2,8	2,85	/	2,56	16	16	/	21,33	2,24	2,28	/	2,048	7,143	7,017	/	10,415	24,575	0,8
	4	2,85	/	/	2,56	16	/	/	21,33	2,28	/	/	2,048	7,017	/	/	10,415	17,432	0,8
8 <sup>e</sup>	1	/	2,95	2,56	2,56	/	16	21,33	21,33	/	2,36	2,304	2,048	/	6,78	9,258	10,415	26,453	0,8
	2	2,95	2,80	2,56	2,56	16	16	21,33	21,33	2,36	2,24	2,304	2,048	6,78	7,143	9,258	10,415	33,956	0,8
	3	2,80	2,85	2,56	2,56	16	16	21,33	21,33	2,24	2,28	2,304	2,048	7,143	7,017	9,258	10,415	33,833	0,8
	4	2,85	/	/	2,56	2,56	16	/	21,33	21,33	2,28	/	2,304	2,048	7,017	/	9,258	10,415	26,690
7 <sup>e</sup>	1	/	2,95	2,56	2,56	/	16	21,33	21,33	/	2,36	2,048	2,048	/	6,78	10,415	10,415	27,61	0,8
	2	2,95	2,80	2,56	2,56	16	16	21,33	21,33	2,36	2,24	2,048	2,048	6,78	7,143	10,415	10,415	34,753	0,8
	3	2,80	2,85	2,56	2,56	16	16	21,33	21,33	2,24	2,28	2,048	2,048	7,143	7,017	10,415	10,415	34,99	0,8
	4	2,85	/	/	2,56	2,56	16	/	21,33	21,33	2,28	/	2,048	2,048	7,017	/	10,415	10,415	27,847
6 <sup>e</sup>	1	/	2,95	2,56	2,56	/	16	21,33	21,33	/	2,36	2,048	2,048	/	6,78	10,415	10,415	27,61	0,8
	2	2,95	2,80	2,56	2,56	16	16	21,33	21,33	2,36	2,24	2,048	2,048	6,78	7,143	10,415	10,415	54,753	0,8
	3	2,80	2,85	2,56	2,56	16	16	21,33	21,33	2,24	2,28	2,048	2,048	7,143	7,017	10,415	10,415	34,99	0,8
	4	2,85	/	/	2,56	2,56	16	/	21,33	52,08	2,28	/	2,048	2,048	7,017	/	10,415	10,415	27,847
5 <sup>e</sup>	1	/	2,85	2,56	2,56	/	16	21,33	52,08	/	2,28	2,048	2,048	/	7,017	10,415	25,43	42,862	0,8
	2	2,85	2,70	2,56	2,56	16	16	21,33	52,08	2,28	2,16	2,048	2,048	7,017	7,407	10,415	25,43	50,269	0,8
	3	2,70	2,75	2,56	2,56	16	16	21,33	52,08	2,16	2,20	2,048	2,048	7,407	7,273	10,415	25,43	50,525	0,8
	4	2,75	/	/	2,56	2,56	16	/	21,33	52,08	2,20	/	2,048	2,048	7,273	/	10,415	25,43	43,118

- 61 -



Niv	Noord	LW(m)	Le(m)	Rn(m)	Rc(m)	$\Sigma W \cdot 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	$\Sigma L \cdot 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	$\Sigma n \cdot 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	$\Sigma s \cdot 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	L'W(m)	L'e(m)	R'n(m)	R'c(m)	$K_w \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_e \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_n \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_s \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$D \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$\Sigma$
4 <sup>e</sup>	1	/	2,85	2,56	2,56	/	16	52,08	52,08	/	2,28	2,048	2,048	/	7,017	25,43	25,43	57,877	0,8
	2	2,85	2,70	2,56	2,56	16	16	52,08	52,08	2,28	2,16	2,048	2,048	7,017	7,407	25,43	25,43	65,284	0,8
	3	2,70	2,75	2,56	2,56	16	16	52,08	52,08	2,16	2,20	2,048	2,048	7,407	7,273	25,43	25,43	65,54	0,8
	4	2,75	/	2,56	2,56	16	/	52,08	52,08	2,20	/	2,048	2,048	7,273	/	25,43	25,43	58,133	0,8
3 <sup>e</sup>	1	/	2,85	2,56	2,56	/	16	52,08	52,08	/	2,28	2,048	2,048	/	7,017	25,43	25,43	57,877	0,8
	2	2,85	2,70	2,56	2,56	16	16	52,08	52,08	2,28	2,16	2,048	2,048	7,017	7,407	25,43	25,43	65,284	0,8
	3	2,70	2,75	2,56	2,56	16	16	52,08	52,08	2,16	2,20	2,048	2,048	7,407	7,273	25,43	25,43	65,540	0,8
	4	2,75	/	2,56	2,56	16	/	52,08	52,08	2,20	/	2,048	2,048	7,273	/	25,43	25,43	58,133	0,8
2 <sup>e</sup>	1	/	2,75	2,56	2,56	/	16	52,08	108	/	2,20	2,048	2,048	/	7,273	25,43	52,734	85,437	0,8
	2	2,75	2,60	2,56	2,56	16	16	52,08	108	2,20	2,08	2,048	2,048	7,273	7,692	25,43	52,734	93,129	0,8
	3	2,60	2,65	2,56	2,56	16	16	52,08	108	2,08	2,12	2,048	2,048	7,692	7,547	25,43	52,734	93,403	0,8
	4	2,65	/	2,56	2,56	16	/	52,08	108	2,12	/	2,048	2,048	7,547	/	25,43	52,734	85,78	0,8
1 <sup>re</sup>	1	/	2,75	2,56	2,56	/	16	52,08	108	/	2,2	2,048	2,048	/	7,273	52,734	52,734	112,74	0,8
	2	2,75	2,60	2,56	2,56	16	16	52,08	108	2,20	2,08	2,048	2,048	7,273	7,692	52,734	52,734	120,433	0,8
	3	2,60	2,65	2,56	2,56	16	16	52,08	108	2,08	2,12	2,048	2,048	7,692	7,547	52,734	52,734	120,707	0,8
	4	2,65	/	2,56	2,56	16	/	52,08	108	2,12	/	2,048	2,048	7,547	/	52,734	52,734	113,015	0,8



MOMENTS AUX NOEUDS DES PORTIQUES TRANSVERSAUX

Moment sous G  
Portique : 6.6

Niv	Noeud	$q_w$ (k/m)	$q_e$ (k/m)	$M_w$ (k.m)	$M_e$ (k.m)	$M_w$ (k.m)	$M_e$ (k.m)	$M_n$ (k.m)	$M_s$ (k.m)
9 <sup>e</sup>	1	/	0,968	/	0,634	/	0,378	/	0,378
	2	0,968	0,968	0,634	0,571	0,621	0,594	/	-0,026
	3	0,968	0,968	0,571	0,592	0,591	0,600	/	0,009
	4	0,968	/	0,592	/	0,348	/	/	-0,348
8 <sup>e</sup>	1	/	1,088	/	0,713	/	0,525	0,247	0,278
	2	1,088	1,088	0,713	0,642	0,698	0,657	-0,019	-0,021
	3	1,088	1,088	0,642	0,665	0,647	0,660	0,006	-0,007
	4	1,088	/	0,665	/	0,495	/	-0,228	-0,257
7 <sup>e</sup>	1	/	1,088	/	0,713	/	0,533	0,266	0,266
	2	1,088	1,088	0,713	0,642	0,699	0,657	-0,021	-0,021
	3	1,088	1,088	0,642	0,665	0,647	0,661	0,007	0,007
	4	1,088	/	0,665	/	0,493	/	-0,246	-0,246
6 <sup>e</sup>	1	/	1,088	/	0,713	/	0,533	0,266	0,266
	2	1,088	1,088	0,713	0,642	0,699	0,657	-0,021	-0,021
	3	1,088	1,088	0,642	0,665	0,647	0,661	0,007	0,007
	4	1,088	/	0,665	/	0,493	/	-0,246	-0,246
5 <sup>e</sup>	1	/	1,088	/	0,665	/	0,553	0,161	0,392
	2	1,088	1,088	0,665	0,597	0,656	0,607	-0,014	-0,034
	3	1,088	1,088	0,597	0,619	0,600	0,616	0,004	0,011
	4	1,088	/	0,619	/	0,512	/	-0,149	-0,363
4 <sup>e</sup>	1	/	1,088	/	0,665	/	0,582	0,291	0,291
	2	1,088	1,088	0,665	0,597	0,658	0,605	-0,023	-0,026
	3	1,088	1,088	0,597	0,619	0,600	0,617	0,008	0,008
	4	1,088	/	0,619	/	0,539	/	-0,270	-0,270
3 <sup>e</sup>	1	/	1,088	/	0,665	/	0,582	0,291	0,291
	2	1,088	1,088	0,665	0,597	0,658	0,605	-0,023	-0,026
	3	1,088	1,088	0,597	0,619	0,600	0,617	0,008	0,008
	4	1,088	/	0,619	/	0,539	/	-0,270	-0,270
2 <sup>e</sup>	1	/	1,088	/	0,619	/	0,565	0,184	0,391
	2	1,088	1,088	0,619	0,554	0,614	0,559	-0,017	-0,037
	3	1,088	1,088	0,554	0,575	0,586	0,573	0,006	0,012
	4	1,088	/	0,575	/	0,523	/	-0,170	-0,353
1 <sup>er</sup>	1	/	1,088	/	0,619	/	0,578	0,289	0,289
	2	1,088	1,088	0,619	0,554	0,615	0,558	-0,028	-0,028
	3	1,088	1,088	0,554	0,575	0,555	0,574	0,009	0,009
	4	1,088	/	0,575	/	0,535	/	-0,268	-0,268



Moment sous P

Niv	Moment	$q_0(kN)$	$q_1(kN)$	$q_2(kN)$	$q_3(kN)$	$q_4(kN)$	$M_0(kN)$	$M_1(kN)$	$M_2(kN)$	$M_3(kN)$	$M_4(kN)$
9 <sup>e</sup>	1	/	0,032	/	/	/	0,021	/	0,012	/	0,012
	2	0,032	0,032	0,021	0,019	0,021	0,019	0,021	0,019	/	-0,0009
	3	0,032	0,032	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	/	0,0003
	4	0,032	/	0,019	/	/	0,011	/	/	/	-0,012
8 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,037	/	0,027	0,013	0,014
	2	0,057	0,057	0,037	0,034	0,036	0,034	0,034	0,034	-0,001	-0,001
	3	0,057	0,057	0,034	0,035	0,034	0,035	0,035	0,035	0,0003	0,0003
	4	0,057	/	0,035	/	/	0,025	/	/	-0,012	-0,014
7 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,037	/	0,028	0,014	0,139
	2	0,057	0,057	0,037	0,034	0,037	0,034	0,034	0,034	-0,0011	-0,0011
	3	0,057	0,057	0,034	0,035	0,034	0,035	0,035	0,035	0,0004	0,0004
	4	0,057	/	0,035	/	/	0,026	/	/	-0,013	-0,013
6 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,037	/	0,028	0,014	0,139
	2	0,057	0,057	0,037	0,034	0,037	0,034	0,034	0,034	-0,0011	-0,0011
	3	0,057	0,057	0,034	0,035	0,034	0,035	0,035	0,035	0,0004	0,0004
	4	0,057	/	0,035	/	/	0,026	/	/	-0,013	-0,013
5 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,035	/	0,029	0,0084	0,021
	2	0,057	0,057	0,035	0,031	0,034	0,032	0,032	0,032	-0,0007	-0,0007
	3	0,057	0,057	0,031	0,032	0,037	0,032	0,032	0,032	0,0002	0,0006
	4	0,057	/	0,032	/	/	0,027	/	/	-0,008	-0,019
4 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,035	/	0,031	0,015	0,015
	2	0,057	0,057	0,035	0,031	0,034	0,031	0,031	0,031	-0,0014	-0,0013
	3	0,057	0,057	0,031	0,032	0,031	0,032	0,032	0,032	0,0004	0,0004
	4	0,057	/	0,032	/	/	0,028	/	/	-0,014	-0,014
3 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,035	/	0,031	0,015	0,015
	2	0,057	0,057	0,035	0,032	0,034	0,031	0,031	0,031	-0,0014	-0,0013
	3	0,057	0,057	0,032	0,032	0,031	0,032	0,032	0,032	0,0004	0,0004
	4	0,057	/	0,032	/	/	0,028	/	/	-0,014	-0,014
2 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,032	/	0,029	0,0096	0,019
	2	0,057	0,057	0,032	0,029	0,032	0,029	0,029	0,029	-0,0009	-0,0019
	3	0,057	0,057	0,029	0,030	0,029	0,030	0,030	0,030	0,0003	0,0006
	4	0,057	/	0,030	/	/	0,028	/	/	-0,009	-0,0184
1 <sup>e</sup>	1	/	0,057	/	/	/	0,032	/	0,030	0,015	0,015
	2	0,057	0,057	0,032	0,029	0,032	0,029	0,029	0,029	-0,0015	-0,0015
	3	0,057	0,057	0,029	0,030	0,029	0,030	0,030	0,030	0,0005	0,0005
	4	0,057	/	0,030	/	/	0,028	/	/	-0,014	-0,014



MOMENTS et Efforts Tranchants dans les poutres

A: Sous transversal

Portique 6-6

Niveau	poutre	Sous charge permanente G						Sous surcharge P					
		l(m)	q (t/m)	Mw (t.m)	Mc (t.m)	Tw (t)	Tc (t)	l(m)	q (t/m)	Mw (t.m)	Mc (t.m)	Tw (t)	Tc (t)
9 <sup>e</sup>	1-2	2,95	0,968	0,378	0,621	1,51	-1,346	2,95	0,032	0,012	0,021	0,050	-0,044
	2-3	2,80	0,968	0,594	0,591	1,354	-1,356	2,80	0,032	0,019	0,019	0,045	-0,045
	3-4	2,85	0,968	0,600	0,348	1,291	-1,468	2,85	0,032	0,019	0,011	0,043	-0,048
8 <sup>e</sup>	1-2	2,95	1,088	0,525	0,698	1,663	-1,546	2,95	0,057	0,027	0,036	0,087	-0,081
	2-3	2,80	1,088	0,657	0,647	1,519	-1,527	2,80	0,057	0,034	0,034	0,079	-0,079
	3-4	2,85	1,088	0,660	0,485	1,500	-1,612	2,85	0,057	0,035	0,025	0,078	-0,084
7 <sup>e</sup>	1-2	2,95	1,088	0,533	0,698	1,661	-1,548	2,95	0,057	0,028	0,037	0,087	-0,086
	2-3	2,80	1,088	0,657	0,647	1,520	-1,527	2,80	0,057	0,034	0,034	0,079	-0,079
	3-4	2,85	1,088	0,661	0,493	1,491	-1,609	2,85	0,057	0,035	0,026	0,078	-0,084
6 <sup>e</sup>	1-2	2,95	1,088	0,533	0,699	1,661	-1,548	2,95	0,057	0,028	0,037	0,087	-0,081
	2-3	2,80	1,088	0,657	0,647	1,52	-1,527	2,80	0,057	0,034	0,034	0,079	-0,080
	3-4	2,85	1,088	0,661	0,493	1,491	-1,609	2,85	0,057	0,035	0,026	0,078	-0,084
5 <sup>e</sup>	1-2	2,85	1,088	0,553	0,656	1,586	-1,514	2,85	0,057	0,029	0,034	0,083	-0,079
	2-3	2,70	1,088	0,607	0,600	1,566	-1,471	2,70	0,057	0,032	0,037	0,077	-0,077
	3-4	2,75	1,088	0,616	0,512	1,458	-1,534	2,75	0,057	0,032	0,027	0,076	-0,080



Niveau	profondeur	Sous charge permanente G						Sous surcharge P					
		l(m)	q(r/m)	Mw(r.m)	Mc(r.m)	TW(L)	Te(L)	l(m)	q(r/m)	Mw(r.m)	Mc(r.m)	TW(r)	Te(r)
4 <sup>e</sup>	1-2	2,85	1,088	0,582	0,658	1,577	-1,524	2,85	0,057	0,031	0,034	0,083	-0,080
	2-3	2,70	1,088	0,605	0,600	1,467	-1,471	2,70	0,057	0,031	0,031	0,077	-0,077
	3-4	2,75	1,088	0,617	0,539	1,468	-1,524	2,75	0,057	0,032	0,028	0,077	-0,080
3 <sup>e</sup>	1-2	2,85	1,088	0,582	0,658	1,577	-1,524	2,85	0,057	0,031	0,034	0,083	-0,080
	2-3	2,70	1,088	0,605	0,600	1,467	-1,471	2,70	0,057	0,031	0,031	0,077	-0,077
	3-4	2,75	1,088	0,617	0,539	1,468	-1,524	2,75	0,057	0,032	0,028	0,077	-0,080
2 <sup>e</sup>	1-2	2,75	1,088	0,565	0,614	1,514	-1,478	2,75	0,057	0,029	0,032	0,079	-0,077
	2-3	2,60	1,088	0,559	0,556	1,413	-1,416	2,60	0,057	0,029	0,029	0,074	-0,074
	3-4	2,65	1,088	0,573	0,523	1,422	-1,461	2,65	0,057	0,030	0,028	0,074	-0,076
1 <sup>er</sup>	1-2	2,75	1,088	0,578	0,615	1,509	-1,482	2,75	0,057	0,030	0,032	0,079	-0,078
	2-3	2,60	1,088	0,558	0,555	1,413	-1,415	2,60	0,057	0,029	0,029	0,074	-0,074
	3-4	2,65	1,088	0,574	0,535	1,427	-1,456	2,65	0,057	0,030	0,028	0,074	-0,076

Politique 6.6

Efforts Normaux Dans les poteaux

Niv	poteaux	Sous G				Sous P			
		Tu(Lr)	Tc(Lr)	N(Lr)	Nc(Lr)	Tu(Lr)	Tc(Lr)	N(Lr)	Nc(Lr)
6 <sup>e</sup>	1	/	1,51	1,51	1,51	/	0,050	0,050	0,050
	2	-1,346	1,354	2,70	2,70	-0,044	0,045	0,089	0,089
	3	-1,356	1,291	2,647	2,647	-0,045	0,043	0,087	0,087
	4	-1,468	/	1,468	1,468	-0,048	/	0,049	0,048
7 <sup>e</sup>	1	/	1,663	1,663	3,173	/	0,087	0,087	0,137
	2	-1,546	1,519	3,065	5,765	-0,081	0,079	0,161	0,250
	3	-1,527	1,500	3,016	5,663	-0,079	0,078	0,158	0,245
	4	-1,612	/	1,612	3,080	-0,084	/	0,084	0,133
8 <sup>e</sup>	1	/	1,661	1,661	4,834	/	0,087	0,087	0,224
	2	-1,548	1,520	3,068	8,933	-0,081	0,079	0,160	0,410
	3	-1,527	1,491	3,018	8,681	-0,079	0,078	0,157	0,403
	4	-1,609	/	1,609	4,689	-0,084	/	0,084	0,217
9 <sup>e</sup>	1	/	1,661	1,661	6,495	/	0,087	0,087	0,311
	2	-1,549	1,520	3,067	11,301	-0,081	0,079	0,161	0,571
	3	-1,527	1,491	3,018	11,699	-0,080	0,078	0,158	0,561
	4	-1,609	/	1,609	6,298	-0,084	/	0,084	0,301



Niv	potaux	sous G				sous P			
		Tw(r)	Tc(r)	N(r)	N <sub>c</sub> (r)	Tw(r)	Tc(r)	N(r)	N <sub>c</sub> (r)
5 <sup>e</sup>	1	/	1,586	1,586	8,081	/	0,083	0,083	0,394
	2	-1,514	1,566	2,990	14,881	-0,079	+0,077	0,156	0,727
	3	-1,471	1,458	2,929	14,628	-0,097	0,076	0,156	0,717
	4	-1,534	/	1,534	7,832	-0,080	/	0,080	0,381
4 <sup>e</sup>	1	/	1,577	1,577	9,658	/	0,083	0,083	0,477
	2	-1,524	1,467	2,990	17,871	-0,080	0,077	0,157	0,824
	3	-1,471	1,468	2,938	17,566	-0,077	0,077	0,154	0,871
	4	-1,524	/	1,524	9,356	-0,080	/	0,080	0,461
3 <sup>e</sup>	1	/	1,577	1,577	11,235	/	0,083	0,083	0,560
	2	-1,524	1,467	2,990	20,861	-0,080	0,077	0,157	1,041
	3	-1,471	1,468	2,938	20,504	-0,077	0,077	0,154	1,028
	4	-1,524	/	1,524	10,880	-0,080	/	0,080	0,540
2 <sup>e</sup>	1	/	1,514	1,514	12,749	/	0,079	0,079	0,639
	2	-1,478	1,413	2,891	23,752	-0,077	0,074	0,151	1,192
	3	-1,416	1,422	2,838	23,342	-0,074	0,074	0,149	1,177
	4	-1,461	/	1,461	12,341	-0,076	/	0,076	0,616
1 <sup>e</sup>	1	/	1,509	1,509	14,258	/	0,079	0,079	0,718
	2	-1,482	1,413	2,896	26,648	-0,078	0,074	0,152	1,344
	3	-1,418	1,427	2,843	26,185	-0,074	0,074	0,149	1,326
	4	-1,456	/	1,456	13,797	-0,076	/	0,076	0,687



CARACTÉRISTIQUES Géométrique - Portique Longitudinal -

Niv	Nœud	LW(m)	Le(m)	Rn(m)	Rs(m)	$I_W 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	$I_c 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	$I_n 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	$I_s 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	L'W (m)	Le'(m)	Rn'(m)	Rs'(m)	$K_W 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_c 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_n 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_s 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$D 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$\chi$
9 <sup>e</sup>	A	/	4,00	/	2,56	/	/	/	21,33	/	3,20	/	2,048	/	9,765	/	10,415	2,180	0,86
	B	4,00	4,80	/	2,56	31,25	31,25	/	21,33	3,44	3,84	/	2,048	9,024	8,138	/	10,415	27,637	0,8
	C	4,80	3,00	/	2,56	31,25	31,25	/	21,33	3,84	2,40	/	2,048	8,138	13,021	/	10,415	31,574	0,86
8 <sup>e</sup>	A	/	4,00	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	/	3,20	2,304	2,048	/	9,765	9,258	10,415	23,438	0,8
	B	4,00	4,80	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	3,20	3,84	2,304	2,048	9,765	8,138	9,258	10,415	37,576	0,8
	C	4,80	3,00	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	3,84	2,40	2,304	2,048	8,138	13,021	9,258	10,415	40,832	0,8
7 <sup>e</sup>	A	/	4,00	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	/	3,20	2,048	2,048	/	9,765	10,415	10,415	30,595	0,8
	B	4,00	4,80	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	3,20	3,84	2,048	2,048	9,765	8,138	10,415	10,415	32,733	0,8
	C	4,80	3,00	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	3,84	2,40	2,048	2,048	8,138	13,021	10,415	10,415	41,929	0,8
6 <sup>e</sup>	A	/	4,00	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	/	3,20	2,048	2,048	/	9,765	10,415	10,415	30,595	0,8
	B	4,00	4,80	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	3,20	3,84	2,048	2,048	9,765	8,138	10,415	10,415	32,733	0,8
	C	4,80	3,00	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	21,33	3,84	2,40	2,048	2,048	8,138	13,021	10,415	10,415	41,929	0,8
5 <sup>e</sup>	A	/	3,90	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	52,08	/	3,12	2,048	2,048	/	10,016	10,415	25,43	45,261	0,8
	B	3,90	4,70	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	52,08	3,12	3,76	2,048	2,048	10,016	8,311	10,415	25,43	54,172	0,8
	C	4,70	2,90	2,56	2,56	31,25	31,25	21,33	52,08	3,76	2,32	2,048	2,048	8,311	13,47	10,415	25,43	57,626	0,8
4 <sup>e</sup>	A	/	3,90	2,56	2,56	31,25	31,25	52,08	52,08	/	3,12	2,048	2,048	/	10,016	25,43	25,43	60,275	0,8
	B	3,90	4,70	2,56	2,56	31,25	31,25	52,08	52,08	3,12	3,76	2,048	2,048	10,016	8,311	25,43	25,43	69,197	0,8
	C	4,70	2,90	2,56	2,56	31,25	31,25	52,08	52,08	3,76	2,32	2,048	2,048	8,311	13,47	25,43	25,43	72,641	0,8



Niv	Noord	LW(m)	Lc(m)	Rn(m)	Rs(m)	$\Sigma W \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$\Sigma E \cdot 10^{-4}$ (m <sup>4</sup> )	$\Sigma N \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$\Sigma S \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	L'W (m)	L'e (m)	R'n (m)	R's (m)	$K_w \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_e \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_n \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$K_s \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$D \cdot 10^{-4}$ (m <sup>3</sup> )	$\chi$
3 <sup>e</sup>	A	/	3,90	2,56	2,56	/	31,25	52,08	52,08	/	3,12	2,048	2,048	/	10,016	25,43	25,43	60,875	0,8
	B	3,90	4,70	2,56	2,56	31,25	31,25	52,08	52,08	3,12	3,76	2,048	2,048	19,016	8,311	25,43	25,43	72,641	0,8
	C	4,70	2,90	2,56	2,56	31,25	31,25	52,08	52,08	3,76	2,32	2,048	2,048	8,311	13,47	25,43	25,43	72,641	0,8
2 <sup>e</sup>	A	/	3,80	2,56	2,56	/	31,25	52,08	108	/	3,04	2,048	2,048	/	10,28	25,43	52,734	78,444	0,8
	B	3,80	4,60	2,56	2,56	31,25	31,25	52,08	108	3,04	3,68	2,048	2,048	10,28	8,492	25,43	52,734	96,936	0,8
	C	4,60	2,80	2,56	2,56	31,25	31,25	52,08	108	3,68	2,24	2,048	2,048	8,492	13,951	25,43	52,734	100,606	0,8
1 <sup>er</sup>	A	/	3,80	2,56	2,56	/	31,25	108	108	/	3,04	2,048	2,048	/	10,28	52,734	52,734	129,24	0,8
	B	3,80	4,60	2,56	2,56	31,25	31,25	108	108	3,04	3,68	2,048	2,048	10,28	8,492	52,734	52,734	129,911	0,8
	C	4,60	2,80	2,56	2,56	31,25	31,25	108	108	3,68	2,24	2,048	2,048	8,492	13,951	52,734	52,734	129,911	0,8

MOMENTS AUX APPUIS DES PORTIQUES LONGITUDINAUX

MOMENT sous 0  
portique D-D

Niv	Nœud	q <sub>w</sub> (T/m)	q <sub>e</sub> (T/m)	H <sub>w</sub> (K.m)	H <sub>e</sub> (K.m)	M <sub>w</sub> (K.m)	M <sub>e</sub> (K.m)	M <sub>n</sub> (K.m)	M <sub>s</sub> (K.m)
1 <sup>er</sup>	A	/	1,900	/	2,289	/	1,181	/	1,181
	B	1,900	1,900	2,289	3,296	3,020	3,465	/	0,444
	C	1,900	1,900	3,296	1,287	2,778	2,116	/	-0,663
2 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,249	/	1,503	0,707	0,736
	B	1,867	1,867	2,249	3,239	2,506	3,024	0,244	0,274
	C	1,867	1,867	3,239	1,265	2,845	1,894	-0,447	-0,503
3 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,249	/	1,531	0,766	0,766
	B	1,867	1,867	2,249	3,239	2,499	3,031	0,266	0,266
	C	1,867	1,867	3,239	1,265	2,856	1,877	-0,489	-0,489
4 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,249	/	1,531	0,766	0,766
	B	1,867	1,867	2,249	3,239	2,499	3,031	0,266	0,266
	C	1,867	1,867	3,239	1,265	2,856	1,877	-0,489	-0,489
5 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,138	/	1,671	0,485	1,185
	B	1,867	1,867	2,138	3,105	2,317	2,557	0,186	0,454
	C	1,867	1,867	3,105	1,182	2,828	1,632	-0,247	-0,749
6 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,138	/	1,786	0,893	0,893
	B	1,867	1,867	2,138	3,105	2,278	2,589	0,355	0,355
	C	1,867	1,867	3,105	1,182	2,885	1,539	-0,673	-0,673
7 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,138	/	1,786	0,893	0,893
	B	1,867	1,867	2,138	3,105	2,278	2,589	0,355	0,355
	C	1,867	1,867	3,105	1,182	2,885	1,539	-0,673	-0,673
8 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,030	/	1,794	0,584	1,210
	B	1,867	1,867	2,030	2,974	2,130	2,892	0,248	0,514
	C	1,867	1,867	2,974	1,102	2,816	1,362	-0,473	-0,981
9 <sup>er</sup>	A	/	1,867	/	2,030	/	1,850	0,925	0,925
	B	1,867	1,867	2,030	2,974	2,108	2,910	0,401	0,401
	C	1,867	1,867	2,974	1,102	2,850	1,306	-0,772	-0,772



MOMENT sous p  
PORTIQUE D-D

NIV	Nœud	qW (r/m)	qc (r/m)	Hw (r.m)	He (r.m)	Mw (r.m)	Mc (r.m)	Mn (r.m)	Ms (r.m)
9 <sup>e</sup>	A	/	0,168	/	0,802	/	0,104	/	0,104
	B	0,168	0,168	0,202	0,291	0,267	0,306	/	0,039
	C	0,168	0,168	0,291	0,114	0,246	0,127	/	-5,859
8 <sup>e</sup>	A	/	0,293	/	0,353	/	0,236	0,111	0,125
	B	0,293	0,293	0,353	0,508	0,393	0,475	0,038	0,043
	C	0,293	0,293	0,508	0,198	0,446	0,297	-0,070	-0,079
7 <sup>e</sup>	A	/	0,293	/	0,353	/	0,240	0,120	0,120
	B	0,293	0,293	0,353	0,508	0,392	0,476	0,042	0,048
	C	0,293	0,293	0,508	0,198	0,448	0,294	-0,077	-0,077
6 <sup>e</sup>	A	/	0,293	/	0,353	/	0,240	0,120	0,120
	B	0,293	0,293	0,353	0,508	0,392	0,476	0,042	0,042
	C	0,293	0,293	0,508	0,198	0,448	0,294	-0,077	-0,077
5 <sup>e</sup>	A	/	0,293	/	0,335	/	0,262	0,076	0,186
	B	0,293	0,293	0,335	0,487	0,364	0,464	0,029	0,071
	C	0,293	0,293	0,487	0,185	0,444	0,256	-0,054	-0,133
4 <sup>e</sup>	A	/	0,293	/	0,335	/	0,280	0,140	0,140
	B	0,293	0,293	0,335	0,487	0,357	0,469	0,056	0,056
	C	0,293	0,293	0,487	0,185	0,453	0,241	-0,106	-0,106
3 <sup>e</sup>	A	/	0,293	/	0,335	/	0,280	0,140	0,140
	B	0,293	0,293	0,335	0,487	0,357	0,469	0,056	0,056
	C	0,293	0,293	0,487	0,185	0,453	0,241	-0,106	-0,106
2 <sup>e</sup>	A	/	0,293	/	0,318	/	0,281	0,092	0,190
	B	0,293	0,293	0,318	0,467	0,334	0,454	0,039	0,080
	C	0,293	0,293	0,467	0,173	0,442	0,214	-0,074	-0,154
1 <sup>er</sup>	A	/	0,293	/	0,318	/	0,290	0,145	0,145
	B	0,293	0,293	0,318	0,467	0,331	0,457	0,063	0,063
	C	0,293	0,293	0,467	0,173	0,447	0,205	-0,121	-0,121

MOMENTS ET EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES

B : Sens longitudinal

portique D-D

Niveau	points	Sous charge permanente G						Sous surcharge P					
		l(m)	q(k/m)	Mw(k.m)	Mc(k.m)	TW(t)	Tc(t)	l(m)	q(k/m)	Mw(k.m)	Mc(k.m)	TW(t)	Tc(t)
9 <sup>e</sup>	A-B	4,00	1,900	1,181	3,020	4,260	-3,340	4,00	0,268	0,104	0,267	0,397	-0,295
	B-C	4,80	1,900	3,465	2,778	-4,487	-4,703	4,80	0,268	0,306	0,246	0,390	-0,416
	C-D	3,00	1,900	2,116	2,116	-2,850	-2,850	3,00	0,268	0,177	0,187	0,252	-0,252
8 <sup>e</sup>	A-B	4,00	1,867	1,503	2,506	-3,985	-3,483	4,00	0,293	0,236	0,393	0,625	-0,547
	B-C	4,80	1,867	3,024	2,845	-4,443	-4,518	4,80	0,293	0,475	0,446	0,697	-0,709
	C-D	3,00	1,867	1,894	1,894	2,800	-2,800	3,00	0,293	0,297	0,297	0,439	-0,439
7 <sup>e</sup>	A-B	4,00	1,867	1,531	2,499	-3,975	-3,492	4,00	0,293	0,240	0,392	0,624	-0,548
	B-C	4,80	1,867	3,031	2,856	-4,444	-4,517	4,80	0,293	0,476	0,448	0,697	-0,709
	C-D	3,00	1,867	1,877	1,877	2,800	-2,800	3,00	0,293	0,294	0,294	0,439	-0,439
6 <sup>e</sup>	A-B	4,00	1,867	1,531	2,499	-3,976	-3,492	4,00	0,293	0,240	0,392	0,624	-0,548
	B-C	4,80	1,867	3,031	2,856	-4,444	-4,517	4,80	0,293	0,476	0,448	0,697	-0,709
	C-D	3,00	1,867	1,877	1,877	2,800	-2,800	3,00	0,293	0,294	0,294	0,439	-0,439
5 <sup>e</sup>	A-B	3,90	1,867	1,671	2,317	-3,806	-3,475	3,90	0,293	0,262	0,364	0,597	-0,545
	B-C	4,70	1,867	2,957	2,828	-4,360	-4,415	4,70	0,293	0,464	0,444	0,684	-0,693
	C-D	2,90	1,867	1,632	1,632	2,707	-2,707	2,90	0,293	0,256	0,256	0,425	-0,425



Niveau	Poutre	Sous charge permanente G						Sous surcharge P					
		l(m)	q(k/m)	Mw(k.m)	Mc(k.m)	Tw(k)	Tc(k)	l(m)	q(k/m)	Mw(k.m)	Mc(k.m)	Tw(k)	Tc(k)
4 <sup>e</sup>	A-B	3,90	1,867	1,786	2,278	3,767	-3,514	3,90	0,293	0,280	0,357	0,591	-0,551
	B-C	4,70	1,867	2,989	2,885	4,365	-4,409	4,70	0,293	0,469	0,453	0,685	-0,692
	C-D	2,90	1,867	1,539	1,539	2,707	-2,707	2,90	0,293	0,241	0,241	0,425	-0,425
3 <sup>e</sup>	A-B	3,90	1,867	1,786	2,278	3,767	-3,514	3,90	0,293	0,280	0,357	0,591	-0,551
	B-C	4,70	1,867	2,989	2,885	4,365	-4,409	4,70	0,293	0,469	0,453	0,685	-0,692
	C-D	2,90	1,867	1,539	1,539	2,707	-2,707	2,90	0,293	0,241	0,241	0,425	-0,425
2 <sup>e</sup>	A-B	3,80	1,867	1,794	2,130	3,636	-3,459	3,80	0,293	0,281	0,334	0,570	-0,543
	B-C	4,60	1,867	2,892	2,816	4,278	-4,310	4,60	0,293	0,454	0,442	0,671	-0,676
	C-D	2,80	1,867	1,362	1,362	2,614	-2,614	2,80	0,293	0,214	0,214	0,410	-0,410
1 <sup>er</sup>	A-B	3,80	1,867	1,850	2,108	3,615	-3,479	3,80	0,293	0,290	0,331	0,567	-0,546
	B-C	4,60	1,867	2,910	2,850	4,281	-4,307	4,60	0,293	0,457	0,447	0,672	-0,676
	C-D	2,80	1,867	1,306	1,306	2,614	-2,614	2,80	0,293	0,205	0,205	0,410	-0,410

- 24 -

# Efforts Normaux dans les poteaux

partique D-D

Niv	poteau	Sous G				Sous P			
		TW(r)	Tc(r)	N(r)	Nc(r)	TW(r)	Tc(r)	N(r)	Nc(r)
9 <sup>e</sup>	A	/	4,260	4,260	4,260	/	0,377	0,377	0,377
	B	-3,340	4,417	7,757	7,757	-0,295	0,390	0,685	0,685
	C	-4,703	2,850	7,553	7,553	-0,416	0,252	0,668	0,668
8 <sup>e</sup>	A	/	3,985	3,985	8,245	/	0,625	0,625	1,002
	B	-3,493	4,443	7,927	15,684	-0,547	0,697	1,244	1,929
	C	-4,519	2,800	7,318	14,891	-0,709	0,439	1,148	1,816
7 <sup>e</sup>	A	/	3,975	3,975	12,220	/	0,624	0,624	1,626
	B	-3,492	4,444	7,937	23,621	-0,548	0,697	1,245	3,174
	C	-4,517	2,800	7,318	22,189	-0,709	0,439	1,148	2,964
6 <sup>e</sup>	A	/	3,976	3,976	16,196	/	0,624	0,624	2,250
	B	-3,492	4,444	7,937	31,558	-0,548	0,697	1,245	4,419
	C	-4,517	2,800	7,318	29,507	-0,709	0,439	1,148	4,112
5 <sup>e</sup>	A	/	3,806	3,806	20,002	/	0,597	0,597	2,847
	B	-3,475	4,360	7,835	39,393	-0,545	0,684	1,230	5,649
	C	-4,415	2,707	7,122	36,629	-0,693	0,425	1,118	5,230
4 <sup>e</sup>	A	/	3,767	3,767	23,769	/	0,591	0,591	3,438
	B	-3,514	4,365	7,880	47,273	-0,551	0,685	1,237	6,886
	C	-4,409	2,707	7,117	43,746	-0,692	0,425	1,117	6,347



Niv	potera	Sous G				Sous P			
		Tw(r)	Te(r)	N(r)	N <sub>c</sub> (r)	Tw(r)	Te(r)	N(r)	N <sub>c</sub> (r)
3 <sup>er</sup>	A	/	3,767	3,767	27,536	/	0,591	0,591	4,029
	B	-3,514	4,365	7,880	55,153	-0,551	0,685	1,237	8,123
	C	-4,409	2,707	7,117	50,863	-0,692	0,425	1,117	7,464
2 <sup>er</sup>	A	/	3,636	3,636	31,172	/	0,570	0,570	4,599
	B	-3,459	4,278	7,736	62,899	-0,543	0,671	1,214	9,337
	C	-4,310	2,614	6,924	57,787	-0,676	0,410	1,087	8,551
1 <sup>er</sup>	A	/	3,615	3,615	34,787	/	0,567	0,567	5,166
	B	-3,479	4,281	7,760	70,649	-0,546	0,672	1,218	10,555
	C	-4,307	2,614	6,921	64,708	-0,676	0,410	1,086	9,637

SUPERPOSITION  
DES  
SOLLICITATIONS



Superposition des sollicitations

Les éléments structuraux, doivent être dimensionnés, sur les combinaisons sur la base des règlements, en vigueur (R.P.A 81)

I) poteaux:

\* sollicitation du 1<sup>er</sup> genre : (conformément au C.C.B.A 68)

$$G + 1,2p$$

\* sollicitation du 2<sup>e</sup> genre : (d'après le R.P.A 81)

$$G + p \pm 1,2E \quad \text{et} \quad 0,8G \pm E$$

" $\mp E$ " c'est que le seisme peut agir dans un sens, comme dans l'autre.

II) poutres

\* sollicitation du 1<sup>er</sup> genre : (conformément au C.C.B.A 68)

$$G + 1,2p$$

\* sollicitation du 2<sup>e</sup> genre : (d'après le R.P.A 81)

$$G + p \pm E \quad \text{et} \quad 0,8G \pm E$$

1) Moments en travées, dans la poutre

\* sous  $G + 1,2p \Rightarrow M_t = M_0(G + 1,2p) - \frac{M_w(G) + M_e(G)}{2}$

\* sous  $G + p \pm E \Rightarrow M_t = M_0(G + p) - \frac{M_w(G) + M_e(G)}{2} \pm M_t(E)$

\* sous  $0,8G \pm E \Rightarrow M_t = M_0(0,8G) - \frac{M_w(0,8G) + M_e(0,8G)}{2} \pm M_t(E)$

2) Moments aux appuis dans la poutre:

\* sous  $G + 1,2p \Rightarrow M_a = M_a(G) + 1,2M_a(p)$

\* sous  $G + p \pm E \Rightarrow M_a = M_a(G) + M_a(p) \pm M_a(E)$

\* sous  $0,8G \pm E \Rightarrow M_a = 0,8M_a(G) \pm M_a(E)$

3) Efforts tranchants dans la poutre:

\* sous  $G + 1,2p \Rightarrow T = T(G) + 1,2p$

\* sous  $G + p \pm E \Rightarrow T = T(G) + T(p) \pm T(E)$

\* sous  $0,8G \pm E \Rightarrow T = T(0,8G) \pm T(E)$

Tous les coefficients de calcul sont, donnés sous forme de tableaux

Moment en tonnes dans les poutres

A- Portique transversal

- portique "6-6"

Niveau	poutre	M <sub>A</sub> (K.m) "long 6"	M <sub>B</sub> (K.m) "long 6"	M <sub>0</sub> (K.m)			M <sub>E</sub> (K.m)		
				6+1,2P	6+P	0,8G	6+1,2P	6+P	0,8G
9 <sup>e</sup>	1-2	0,378	0,620	1,095	1,088	0,942	0,596	0,589	0,443
	2-3	0,594	0,501	0,986	0,980	0,759	0,393	0,387	0,285
	3-4	0,600	0,348	1,022	1,015	0,786	0,548	0,541	0,407
8 <sup>e</sup>	1-2	0,525	0,698	1,258	1,245	0,947	0,646	0,633	0,458
	2-3	0,658	0,647	1,330	1,122	0,859	0,677	0,469	0,337
	3-4	0,660	0,485	1,174	1,162	0,884	0,601	0,589	0,426
7 <sup>e</sup>	1-2	0,533	0,699	1,258	1,245	0,947	0,642	0,629	0,454
	2-3	0,657	0,647	1,330	1,122	0,853	0,481	0,470	0,331
	3-4	0,661	0,493	1,174	1,162	0,884	0,597	0,585	0,422
6 <sup>e</sup>	1-2	0,533	0,699	1,258	1,245	0,947	0,642	0,629	0,454
	2-3	0,657	0,647	1,330	1,122	0,853	0,481	0,470	0,331
	3-4	0,661	0,493	1,174	1,162	0,884	0,597	0,585	0,422
5 <sup>e</sup>	1-2	0,553	0,656	1,174	1,162	0,884	0,589	0,557	0,400
	2-3	0,607	0,600	1,054	1,043	0,793	0,460	0,439	0,310
	3-4	0,616	0,512	1,093	1,082	0,823	0,528	0,518	0,372
4 <sup>e</sup>	1-2	0,582	0,658	1,174	1,162	0,884	0,554	0,542	0,388
	2-3	0,605	0,600	1,054	1,043	0,793	0,451	0,440	0,311
	3-4	0,617	0,539	1,093	1,082	0,823	0,515	0,504	0,361
3 <sup>e</sup>	1-2	0,582	0,658	1,174	1,162	0,884	0,554	0,542	0,388
	2-3	0,605	0,600	1,054	1,043	0,793	0,451	0,440	0,311
	3-4	0,617	0,539	1,093	1,082	0,823	0,515	0,504	0,361
2 <sup>e</sup>	1-2	0,565	0,614	1,093	1,082	0,823	0,503	0,492	0,351
	2-3	0,559	0,555	0,977	0,967	0,735	0,420	0,410	0,289
	3-4	0,573	0,523	1,015	1,005	0,764	0,467	0,457	0,326
1 <sup>er</sup>	1-2	0,578	0,615	1,093	1,082	0,823	0,496	0,485	0,346
	2-3	0,558	0,555	0,977	0,967	0,735	0,420	0,410	0,290
	3-4	0,574	0,535	1,015	1,005	0,764	0,460	0,450	0,320



Portique transversal "6-6"

Niveau	Travées	$G + 1,2P$			$G + P + E$			$G + P - E$			$0,86 + E$			$0,86 - E$		
		MW(kN)	MT(kN)	Mc(kN)	MW(kN)	MT(kN)	Mc(kN)	MW(kN)	MT(kN)	Mc(kN)	MW(kN)	MT(kN)	Mc(kN)	MW(kN)	MT(kN)	Mc(kN)
9 <sup>e</sup>	1-2	0,393	0,596	0,646	2,488	0,249	2,060	-1,707	0,928	-0,977	2,400	0,103	1,916	-1,796	0,782	-0,922
	2-3	0,617	0,393	0,614	2,100	0,382	2,087	-0,872	0,391	-0,866	1,961	0,280	1,950	-1,011	0,289	-1,004
	3-4	0,624	0,548	0,362	2,074	0,887	2,505	-0,834	0,195	-1,786	1,934	0,753	2,424	-0,974	0,061	-1,868
8 <sup>e</sup>	1-2	0,558	0,646	0,742	4,833	0,189	4,427	-3,728	1,077	-2,658	4,701	0,014	3,951	-3,861	0,902	-2,835
	2-3	0,699	0,677	0,688	4,244	0,458	4,211	-2,860	0,480	-4,849	4,078	0,326	4,048	-3,026	0,348	-3,012
	3-4	0,701	0,601	0,515	4,171	1,040	4,888	-2,781	0,138	-3,867	4,004	0,877	4,766	-2,948	-0,025	-3,990
7 <sup>e</sup>	1-2	0,566	0,642	0,743	7,233	0,037	6,224	-6,111	1,221	-4,752	7,098	-0,158	6,047	-6,245	1,046	-4,928
	2-3	0,698	0,481	0,688	6,436	0,452	6,391	-5,053	0,487	-5,029	6,271	0,313	6,228	-5,219	0,348	-5,882
	3-4	0,702	0,597	0,524	6,318	1,126	7,343	-4,926	-0,616	-6,805	6,151	1,023	7,218	-5,093	-0,179	-6,430
6 <sup>e</sup>	1-2	0,566	0,642	0,743	9,883	-0,858	7,684	-8,761	1,816	-6,212	9,747	-0,733	7,567	-8,896	1,641	-6,389
	2-3	0,698	0,481	0,688	7,964	0,447	7,909	-6,581	0,492	-6,547	7,799	0,308	7,746	-6,747	0,353	-6,710
	3-4	0,702	0,597	0,524	7,812	1,793	10,053	-6,421	-0,623	-9,015	7,646	1,631	9,928	-6,588	-0,786	-9,140
5 <sup>e</sup>	1-2	0,588	0,569	0,698	11,051	0,196	10,438	-9,887	0,918	-9,055	10,911	0,039	10,273	-10,026	0,761	-9,221
	2-3	0,645	0,450	0,638	10,742	0,416	10,788	-9,564	0,462	-9,525	10,689	0,287	10,637	-9,717	0,333	-9,677
	3-4	0,655	0,529	0,544	10,649	0,823	11,270	-9,353	0,153	-10,192	10,494	0,737	11,141	-9,508	0,007	-10,321



Niveau	Haies	G + 1,2P			G+P+E			G+P-E			0,86+E			0,86-E		
		Mw(km)	ME(km)	Mc(km)	Mw(km)	ME(km)	Mc(km)	Mw(km)	ME(km)	Mc(km)	Mw(km)	ME(km)	Mc(km)	Mw(km)	ME(km)	Mc(km)
4 <sup>e</sup>	1-2	0,618	0,554	0,699	13,181	-0,432	11,313	-11,956	1,516	-9,928	13,034	-0,526	11,147	-12,103	1,362	-10,695
	2-3	0,643	0,451	0,638	11,755	0,421	11,712	-10,481	0,458	-10,449	11,602	0,292	11,561	-10,634	0,329	-10,601
	3-4	0,655	0,515	0,573	11,560	1,561	13,473	-10,262	-0,493	-12,339	11,405	1,358	13,337	-10,417	-0,636	-12,475
3 <sup>e</sup>	1-2	0,618	0,554	0,699	14,305	0,101	13,313	-13,080	0,982	-12,119	14,159	-0,052	13,388	-13,227	0,828	-12,286
	2-3	0,643	0,471	0,638	14,049	0,437	13,998	-12,775	0,482	-12,735	13,896	0,304	13,807	-12,928	0,349	-12,887
	3-4	0,655	0,515	0,573	13,811	0,953	14,628	-12,513	0,054	-13,494	13,655	0,811	14,492	-12,667	-0,088	-13,630
2 <sup>e</sup>	1-2	0,600	0,503	0,653	13,890	-0,104	12,749	-12,700	1,088	-11,457	13,747	-0,245	12,594	-12,843	0,947	-11,612
	2-3	0,594	0,420	0,591	13,258	0,393	13,221	-12,082	0,427	-12,051	12,117	0,272	13,081	-12,223	0,306	-12,191
	3-4	0,609	0,467	0,556	13,045	1,067	14,212	-11,839	-0,153	-13,112	12,901	0,936	14,081	-11,984	-0,284	-13,244
1 <sup>er</sup>	1-2	0,614	0,496	0,654	11,884	0,392	11,737	-10,668	0,579	-10,732	11,738	0,253	11,582	-10,814	0,439	-10,598
	2-3	0,593	0,420	0,590	12,198	0,393	12,161	-11,024	0,427	-10,993	12,057	0,273	12,021	-11,165	0,307	-11,133
	3-4	0,610	0,460	0,569	12,003	0,551	12,172	-10,795	0,349	-11,038	11,858	0,421	12,029	-10,940	0,219	-11,173

- 30 -



Efforts tranchants dans les poteaux

portique transversal rive rive "6-6"

Niv	travées	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		0,86+E		0,86-E	
		Tw(L)	Te(R)	Tw(R)	Te(L)	Tw(L)	Te(R)	Tw(R)	Te(L)	Tw(L)	Te(R)
9 <sup>e</sup>	1-2	2,570	-1,399	0,510	-2,440	2,510	-0,340	0,158	-2,127	2,258	-0,027
	2-3	1,408	-1,410	0,473	-2,327	2,325	-0,475	0,157	-2,011	2,009	-0,158
	3-4	1,343	-1,526	0,226	-2,624	2,442	-0,408	-0,075	-2,282	2,141	-0,066
8 <sup>e</sup>	1-2	1,767	-1,643	-0,540	-3,917	4,040	0,663	-0,959	-3,527	3,620	1,053
	2-3	1,614	-1,622	-0,615	-3,819	3,811	0,607	-0,998	-3,434	3,428	0,991
	3-4	1,594	-1,713	-0,839	-4,113	3,995	0,721	-1,217	-3,707	3,617	1,127
7 <sup>e</sup>	1-2	1,765	-1,649	-1,882	-5,264	5,378	1,996	-2,301	-4,868	4,959	2,392
	2-3	1,615	-1,622	-1,980	-5,185	5,178	1,973	-2,363	-4,800	4,795	2,357
	3-4	1,585	-1,710	-2,260	-5,522	5,398	2,136	-2,636	-5,116	5,022	2,542
6 <sup>e</sup>	1-2	1,765	-1,645	-3,109	-6,486	6,605	3,228	-3,528	-6,095	6,126	3,619
	2-3	1,615	-1,623	-2,933	-6,139	6,131	2,925	-3,316	-5,753	5,748	3,310
	3-4	1,585	-1,710	-3,554	-6,816	6,692	3,430	-3,930	-6,410	6,316	3,836
5 <sup>e</sup>	1-2	1,686	-1,609	-4,366	-7,628	7,704	4,442	-4,766	-7,246	7,304	4,824
	2-3	1,658	-1,563	-4,720	-7,911	8,006	4,815	-5,110	-7,540	7,616	5,186
	3-4	1,549	-1,630	-4,845	-7,993	7,913	4,765	-5,213	-7,606	7,545	5,152
4 <sup>e</sup>	1-2	1,677	-1,620	-5,262	-8,526	8,582	5,318	-5,660	-8,141	8,184	5,703
	2-3	1,559	-1,563	-5,393	-8,485	8,481	5,389	-5,763	-8,114	8,111	5,760
	3-4	1,560	-1,620	-5,783	-8,932	8,873	5,724	-6,154	-8,547	8,502	6,109
3 <sup>e</sup>	1-2	1,677	-1,620	-6,252	-9,516	9,572	6,308	-6,650	-9,131	9,173	6,693
	2-3	1,559	-1,563	-6,225	-9,917	9,913	6,221	-7,195	-9,546	9,542	7,192
	3-4	1,561	-1,620	-6,831	-9,920	9,921	6,772	-7,202	-7,157	9,550	9,595
2 <sup>e</sup>	1-2	1,609	-1,571	-5,988	-9,136	9,174	6,026	-6,370	-8,763	8,792	6,399
	2-3	1,502	-1,505	-6,421	-9,398	9,395	6,418	-6,777	-9,041	9,038	6,775
	3-4	1,511	-1,552	-6,536	-9,569	9,528	6,495	-6,894	-9,201	9,169	6,863
1 <sup>e</sup>	1-2	1,604	-1,576	-5,029	-8,237	8,265	5,117	-5,469	-7,863	7,824	5,491
	2-3	1,502	-1,504	-5,759	-8,735	8,733	5,757	-6,116	-8,378	8,376	6,114
	3-4	1,516	-1,547	-5,576	-8,609	8,578	5,545	-5,935	-8,242	8,219	5,912



MOMENTS et efforts normaux dans les poteaux

portique "6-6"

Niv	poteau	G + 1,2P			G+P+1,2E			G+P-1,2E			0,86+E			0,86-E		
		M sup	M inf	N norm	M sup	M inf	N norm	M sup	M inf	N norm	M sup	M inf	N norm	M sup	M inf	N norm
9 <sup>e</sup>	1	0,362	0,262	1,570	2,516	1,079	2,820	-2,516	-1,079	0,299	2,097	0,899	2,858	2,097	0,899	0,158
	2	0,009	-0,020	2,807	3,485	2,323	2,440	-3,485	-2,323	2,938	2,904	1,936	2,036	-2,904	-1,936	2,224
	3	-0,027	0,007	2,751	3,516	2,344	2,952	-3,516	-2,344	2,516	2,930	1,953	2,299	-2,930	-1,953	1,926
	4	0,393	-0,242	1,526	2,570	1,102	0,187	-2,570	-1,102	2,846	2,142	0,918	0,066	-2,142	-0,918	2,283
8 <sup>e</sup>	1	0,295	0,273	3,337	4,058	2,705	7,319	-4,058	-2,705	-0,699	3,382	2,255	5,879	-3,382	-2,255	-0,803
	2	-0,023	-0,022	6,065	6,000	4,916	5,773	-6,000	-4,916	6,257	5,000	4,097	4,410	-5,000	-4,097	4,214
	3	0,007	0,007	5,957	6,059	4,957	6,370	-6,059	-4,957	5,446	5,049	4,131	4,915	-5,049	-4,131	4,145
	4	-0,273	-0,261	3,240	4,148	3,112	-1,017	-4,148	-3,112	7,443	3,457	2,593	-1,061	-3,457	-2,593	5,989
7 <sup>e</sup>	1	0,283	0,283	5,403	5,302	4,338	13,423	-5,302	-4,338	-3,307	4,418	3,615	10,838	-4,418	-3,615	-3,104
	2	-0,022	-0,022	9,325	5,302	7,006	8,940	-5,302	-7,006	9,545	4,418	5,238	6,214	-4,418	-5,238	7,318
	3	0,007	0,007	9,164	8,639	7,069	9,246	-8,639	-7,069	8,322	7,199	5,891	7,579	-7,199	-5,891	6,309
	4	-0,261	-0,261	4,949	5,423	4,436	-3,920	-5,423	-4,436	13,732	4,519	3,497	-3,604	-4,519	-3,497	11,106
6 <sup>e</sup>	1	0,273	0,171	6,868	6,849	5,604	20,999	-6,849	-5,604	-7,387	5,728	4,672	17,024	-5,728	-4,672	-6,632
	2	-0,022	-0,015	12,526	10,057	10,057	11,779	-10,057	-10,057	13,164	8,381	8,381	8,944	-8,381	-8,381	10,097
	3	0,007	0,005	12,372	10,147	10,147	13,732	-10,147	-10,147	10,727	8,456	8,456	10,526	-8,456	-8,456	8,132
	4	-0,261	-0,158	6,659	7,004	5,730	-8,374	-7,004	-5,730	21,572	5,837	4,775	-7,436	-5,837	-4,775	17,516

- 22 -



Niveau	potéca	G + 1,2 P			G + P + 1,2 E			G + P - 1,2 E			0,86 + E			0,26 - E		
		Mdup	Minf	Ncum	Mdup	Minf	Ncum	Mdup	Minf	Ncum	Mdup	Minf	Ncum	Mdup	Minf	Ncum
5 <sup>e</sup>	1	0,370	0,266	7,591	6,581	6,581	27,616	-6,581	-6,581	-12,894	5,484	5,484	21,848	-5,484	-5,484	-11,910
	2	-0,030	-0,024	13,869	13,127	10,740	13,263	-13,127	-10,740	13,824	10,839	8,950	8,902	-10,939	-8,950	9,370
	3	0,010	0,008	13,729	13,281	10,866	14,821	-13,281	-10,866	11,901	11,067	9,055	10,153	-11,067	-9,055	7,803
	4	-0,331	-0,246	7,357	6,758	6,758	-14,247	-6,758	-6,758	28,516	5,132	5,632	-13,002	-5,632	-5,132	22,634
4 <sup>e</sup>	1	0,266	0,266	9,032	7,681	7,681	36,864	-7,681	-7,681	-19,356	6,401	6,401	29,315	-6,401	-6,401	-17,834
	2	-0,024	-0,024	16,701	13,928	13,928	15,921	-13,928	-13,928	16,449	11,607	11,607	10,664	-11,607	-11,607	11,104
	3	0,008	0,008	16,413	14,091	14,091	17,760	-14,091	-14,091	14,052	11,742	11,742	12,241	-11,742	-11,742	9,151
	4	-0,246	-0,246	8,749	7,888	7,888	-21,217	-7,888	-7,888	38,177	6,573	6,573	-19,041	-6,573	-6,573	30,455
3 <sup>e</sup>	1	0,266	0,168	10,473	7,856	9,604	47,235	-7,856	-9,604	-26,901	6,547	8,003	37,719	-6,547	-8,003	-24,095
	2	-0,024	-0,016	19,433	15,831	15,831	19,080	-15,831	-15,831	18,572	13,192	13,192	12,844	-13,192	-13,192	12,420
	3	0,008	0,005	19,098	16,014	16,014	20,363	-16,014	-16,014	16,639	13,345	13,345	13,965	-13,345	-13,345	10,861
	4	-0,246	-0,155	10,142	8,068	9,862	-29,376	-8,068	-9,862	49,028	6,723	8,218	-26,071	-6,723	-8,218	39,267
2 <sup>e</sup>	1	0,348	0,264	11,857	5,486	12,803	57,178	-5,486	-12,803	-34,209	4,572	10,669	45,775	-4,572	-10,669	-30,381
	2	-0,034	-0,026	22,074	12,288	22,822	22,004	-12,288	-22,822	20,754	10,240	19,018	14,843	-10,240	-19,018	13,800
	3	0,011	0,008	21,691	12,450	23,122	23,011	-12,450	-23,122	19,005	10,375	19,268	15,742	-10,375	-19,268	12,404
	4	-0,322	-0,245	11,476	5,645	13,172	-37,203	-5,645	-13,172	59,435	4,704	10,976	-32,804	-4,704	-10,976	47,719
1 <sup>ee</sup>	1	0,264	0,264	13,235	0	25,658	66,089	0	-25,658	-40,455	0	21,382	52,973	0	-21,382	-35,914
	2	-0,026	-0,026	24,721	2,942	26,485	25,207	-2,942	-26,485	22,667	2,452	22,071	17,072	-2,452	-22,071	14,956
	3	0,008	0,008	24,289	2,953	26,581	25,331	-2,953	-26,581	21,707	2,461	22,151	17,244	-2,461	-22,151	14,224
	4	-0,245	0,245	12,907	0	25,771	-43,850	0	-25,771	68,854	0	21,476	-38,577	0	-21,476	55,343



portique "5-5"

Niveau	potéau	G+1,2P			G+P+1,2E			G+P-1,2E			0,86+E			0,86-E		
		M <sub>sup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>sup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>sup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>sup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>sup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>
5 <sup>e</sup>	1	0,397	0,225	1,527	4,575	1,019	2,947	-4,575	-1,019	0,367	3,812	0,849	2,119	-3,812	-0,849	0,135
	2	-0,028	-0,017	2,836	3,294	3,196	2,643	-3,294	-2,196	2,923	2,745	1,83	1,897	-2,745	-1,83	2,181
	3	0,009	0,006	2,781	3,323	3,215	2,935	-3,323	-2,215	2,523	2,769	1,846	2,147	-2,769	-1,846	1,803
	4	-0,366	-0,209	1,542	2,433	1,043	0,259	-2,433	-1,043	2,769	2,027	0,869	0,049	-2,027	-0,869	2,141
8 <sup>e</sup>	1	0,253	0,244	3,106	3,834	2,556	6,813	-3,834	-2,556	-0,761	3,195	2,130	5,255	-3,195	-2,130	-1,067
	2	-0,019	-0,019	5,637	5,677	4,645	5,263	-5,677	-4,645	5,719	4,731	3,871	3,616	-4,731	-3,871	3,996
	3	0,006	0,006	5,537	5,728	4,686	5,830	-5,728	-4,686	4,956	4,773	3,905	4,102	-4,773	-3,905	3,374
	4	-0,235	-0,226	3,015	3,922	2,614	-1,058	-3,922	-2,614	6,932	3,268	2,178	-1,291	-3,268	-2,178	5,367
7 <sup>e</sup>	1	0,244	0,244	4,624	5,009	4,098	12,396	-5,009	-4,098	-3,411	4,774	3,415	9,656	-4,774	-3,415	-3,516
	2	-0,019	-0,019	8,441	5,009	6,621	7,917	-5,009	-6,621	8,485	4,174	5,517	5,363	-4,174	-5,517	5,837
	3	0,006	0,006	8,294	8,163	6,678	8,778	-8,163	-6,678	7,338	6,802	5,565	6,103	-6,802	-5,565	4,902
	4	-0,226	-0,226	4,485	5,123	4,192	-3,978	-5,123	-4,192	12,694	4,269	3,493	-3,969	-4,269	-3,493	9,925
6 <sup>e</sup>	1	0,244	0,146	6,142	6,468	5,294	19,370	-6,468	-5,294	-7,450	5,390	4,412	15,217	-5,390	-4,412	-7,133
	2	-0,019	-0,013	11,245	9,503	9,503	10,258	-9,503	-9,503	11,564	7,919	7,919	6,849	-7,919	-7,919	7,937
	3	0,006	0,001	11,052	9,586	9,586	12,115	-9,586	-9,586	9,333	7,989	7,988	8,425	-7,988	-7,988	6,107
	4	-0,226	-0,136	5,955	6,618	5,414	-8,367	-6,618	-5,414	19,925	5,515	4,512	-7,269	-5,515	-4,512	15,707

- 24 -



Niveau	potéam	G + 1, 2P			G + P + 1, 2E			G + P - 1, 2E			0, 86 + E			0, 86 - E		
		Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum
5 <sup>ei</sup>	1	0,417	0,309	8,554	6,962	6,962	29,910	-6,962	-6,962	-12,961	5,802	5,802	24,328	-5,802	-5,802	-11,398
	2	-0,036	-0,028	15,753	13,885	11,360	15,309	-13,885	-11,360	15,907	11,571	9,467	11,656	-11,571	-9,467	12,154
	3	0,012	0,009	15,488	14,046	11,492	16,837	-14,046	-11,492	13,853	11,705	9,577	12,945	-11,705	-9,577	10,459
	4	-0,386	-0,287	8,289	7,147	7,147	-14,415	-7,147	-7,147	30,841	5,956	5,956	-12,591	-5,956	-5,956	25,123
4 <sup>ei</sup>	1	0,309	0,309	10,220	8,124	8,124	39,997	-8,124	-8,124	-19,727	6,770	6,770	32,614	-6,770	-6,770	-17,159
	2	-0,028	-0,028	18,932	14,733	14,733	18,474	-14,733	-14,733	19,036	12,278	12,278	14,063	-12,278	-12,278	14,531
	3	0,009	0,009	18,611	14,904	14,904	20,398	-14,904	-14,904	16,476	12,420	12,420	15,687	-12,420	-12,420	12,419
	4	-0,287	-0,287	9,909	8,341	8,341	-21,605	-8,341	-8,341	41,239	6,951	6,951	-18,700	-6,951	-6,951	33,669
3 <sup>ei</sup>	1	0,309	0,195	11,907	8,310	10,157	51,151	-8,310	-10,157	-27,561	6,925	8,464	41,785	-6,925	-8,464	-23,803
	2	-0,028	-0,019	22,110	16,745	16,745	22,170	-16,745	-16,745	21,634	13,954	13,954	16,912	-13,954	-13,954	16,466
	3	0,009	0,006	21,737	16,939	16,939	23,502	-16,939	-16,939	19,561	14,116	14,116	18,045	-14,116	-14,116	14,761
	4	-0,287	-0,181	11,528	8,534	10,432	-30,053	-8,534	-10,432	52,893	7,112	8,693	-25,857	-7,112	-8,693	43,265
2 <sup>ei</sup>	1	0,405	0,307	13,516	5,799	13,532	61,842	-5,799	-13,532	-35,065	4,233	11,277	50,577	-4,233	-11,277	-30,199
	2	-0,039	-0,030	25,182	12,989	24,123	25,604	-12,989	-24,123	24,284	10,824	20,103	19,551	-10,824	-20,103	18,451
	3	0,012	0,010	24,754	13,160	24,440	26,627	-13,160	-24,440	22,411	10,967	20,367	20,431	-10,967	-20,367	16,917
	4	-0,375	-0,285	13,080	5,967	13,924	-32,154	-5,967	-13,924	64,069	4,973	11,603	-32,780	-4,973	-11,603	52,466
1 <sup>ee</sup>	1	0,307	0,307	15,120	0	27,217	71,442	0	-27,217	-41,490	0	22,681	58,461	0	-22,681	-35,648
	2	-0,030	-0,030	28,261	3,121	28,091	29,334	-3,121	-28,091	26,649	2,601	23,409	22,437	-2,601	-23,409	20,199
	3	0,010	0,010	27,776	3,216	28,193	29,278	-3,216	-28,193	25,605	2,680	23,494	22,536	-2,680	-23,494	19,360
	4	0,285	0,285	14,621	0	27,334	-45,120	0	-27,334	74,089	0	22,778	-38,632	0	-22,778	60,708



Moment en travées dans les poutres

B- Portique longitudinal

portique D-D

Niveau	poutre	Mw (kn) "sout" "g"	Me (kn) "sout" "b"	Mo (k.m)			Mc (k.m)		
				G+1,2P	G+P	q86	G+1,2P	G+P	q86
9 <sup>e</sup>	A-B	3,281	3,020	4,203	4,136	3,040	2,102	2,035	1,360
	B-C	3,465	2,778	6,053	5,956	4,377	2,931	2,834	1,880
	C-D	2,116	2,116	2,364	2,326	1,710	0,248	0,210	0,017
8 <sup>e</sup>	A-B	1,563	2,566	4,437	4,320	2,987	2,432	2,315	1,383
	B-C	3,024	2,845	6,389	6,221	4,301	3,454	3,286	1,953
	C-D	1,894	1,894	2,496	2,430	1,680	0,602	0,536	0,165
7 <sup>e</sup>	A-B	1,531	2,499	4,437	4,320	2,987	2,422	2,305	1,375
	B-C	3,031	2,856	6,389	6,221	4,301	3,445	3,277	1,946
	C-D	1,877	1,877	2,496	2,430	1,680	0,619	0,553	0,178
6 <sup>e</sup>	A-B	1,531	2,499	4,437	4,320	2,987	2,422	2,305	1,375
	B-C	3,031	2,856	6,389	6,221	4,301	3,445	3,277	1,946
	C-D	1,877	1,877	2,496	2,430	1,680	0,619	0,553	0,178
5 <sup>e</sup>	A-B	1,671	2,317	4,218	4,107	2,840	2,224	2,113	1,245
	B-C	2,957	2,828	6,126	5,964	4,124	3,233	3,071	1,810
	C-D	1,632	1,632	2,332	2,271	1,570	0,700	0,639	0,264
4 <sup>e</sup>	A-B	1,786	2,278	4,218	4,107	2,840	2,186	2,075	1,214
	B-C	2,989	2,885	6,126	5,964	4,124	3,189	3,027	1,774
	C-D	1,539	1,539	2,332	2,271	1,570	0,793	0,732	0,339
3 <sup>e</sup>	A-B	1,786	2,278	4,218	4,107	2,840	2,186	2,075	1,214
	B-C	2,989	2,885	6,126	5,964	4,124	3,189	3,027	1,774
	C-D	1,539	1,539	2,332	2,271	1,570	0,793	0,732	0,339
2 <sup>e</sup>	A-B	1,794	2,130	4,004	3,899	2,696	2,042	1,937	1,126
	B-C	2,892	2,816	5,868	5,713	3,950	3,014	2,859	1,667
	C-D	1,362	1,362	2,174	2,117	1,464	0,812	0,755	0,102
1 <sup>er</sup>	A-B	1,850	2,108	4,004	3,899	2,696	2,025	1,920	1,113
	B-C	2,910	2,850	5,868	5,713	3,950	2,438	2,283	1,206
	C-D	1,306	1,306	2,174	2,117	1,464	2,174	2,811	1,419



Efforts tranchants dans les poutres

portique longitudinal de Rive "D-U"

NIV	Frais	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		0,86+E		0,86-E	
		T <sub>w</sub> (r)	T <sub>c</sub> (r)	T <sub>w</sub> (r)	T <sub>c</sub> (r)	T <sub>w</sub> (r)	T <sub>c</sub> (r)	T <sub>w</sub> (r)	T <sub>c</sub> (r)	T <sub>w</sub> (r)	T <sub>c</sub> (r)
9 <sup>e</sup>	A-B	4,713	-3,694	3,914	-4,359	5,360	-2,912	2,625	-3,395	4,131	-1,949
	B-C	4,885	-5,222	4,391	-5,535	5,223	-4,703	3,117	-4,178	3,950	-3,346
	C-D	3,152	-3,252	2,166	-4,038	4,038	-2,166	1,344	-3,216	3,216	-1,344
8 <sup>e</sup>	A-B	4,735	-4,139	2,794	-5,846	6,426	-2,214	1,372	-4,602	5,004	-0,970
	B-C	5,279	-5,369	4,021	-6,346	6,259	-4,108	2,435	-4,733	4,673	-2,495
	C-D	3,327	-3,327	0,718	-5,760	5,760	-0,718	-0,281	-4,761	4,761	+0,281
7 <sup>e</sup>	A-B	4,724	-4,149	1,781	-6,858	7,417	-1,222	0,362	-5,612	5,998	0,024
	B-C	5,280	-5,368	3,494	-6,873	6,788	-3,579	1,908	-5,261	5,222	-1,967
	C-D	3,327	-3,327	-0,470	-6,948	6,948	0,470	-1,469	-5,949	5,949	1,469
6 <sup>e</sup>	A-B	4,725	-4,150	0,869	-7,771	8,331	-0,309	-0,560	-6,525	6,912	0,937
	B-C	5,280	-5,368	2,829	-7,538	7,453	-2,914	1,243	-5,926	5,867	-1,302
	C-D	3,327	-3,327	-1,968	-8,446	8,446	1,968	-2,967	-7,447	7,447	2,967
5 <sup>e</sup>	A-B	4,522	-4,129	-0,364	-8,787	9,170	0,747	-1,722	-7,547	7,812	1,587
	B-C	5,181	-5,247	1,948	-8,204	8,140	-2,012	0,392	-6,628	6,584	-0,436
	C-D	3,217	-3,217	-3,887	-10,151	10,151	3,287	-4,853	-9,135	3,185	4,853
4 <sup>e</sup>	A-B	4,476	-4,175	-0,932	-9,355	9,648	1,225	-2,276	-8,101	8,304	2,479
	B-C	5,187	-5,239	1,681	-8,470	8,419	-1,732	0,123	-6,896	6,861	-0,158
	C-D	3,217	-3,217	-4,542	-10,206	10,206	4,542	-5,508	-9,840	9,840	5,508
3 <sup>e</sup>	A-B	4,476	-4,175	-1,681	-10,104	10,397	1,974	-3,025	-8,850	9,053	3,228
	B-C	5,187	-5,239	0,989	-9,162	9,111	-1,040	-0,569	-7,588	7,553	0,534
	C-D	3,217	-3,217	-6,117	-12,381	12,381	6,117	-7,083	-11,415	11,415	7,083
2 <sup>e</sup>	A-B	4,320	-4,111	-1,717	-9,925	10,129	1,921	-3,014	-8,690	8,832	3,156
	B-C	5,083	-5,121	0,880	-9,055	9,018	-0,917	-0,647	-7,517	7,491	0,621
	C-D	3,106	-3,106	-6,305	-12,353	12,353	6,305	-7,238	-11,420	11,420	7,238
1 <sup>re</sup>	A-B	4,295	-4,134	-1,027	-9,234	9,391	1,184	-2,317	-7,992	8,101	2,436
	B-C	5,027	-5,118	1,225	-8,711	8,681	-1,255	-0,303	-7,174	7,153	0,222
	C-D	3,106	-3,106	-5,503	-11,551	11,551	5,503	-6,436	-10,618	10,618	6,436



portique longitudinal "D-D"

Niveau	Travée	G+1,2P			G+P+E			G+P-E			0,86+E			0,86-E		
		Mw(km)	Me(km)	Mc(km)	Mw(km)	Me(km)	Mc(km)	Mw(km)	Me(km)	Mc(km)	Mw(km)	Me(km)	Mc(km)	Mw(km)	Me(km)	Mc(km)
6 <sup>e</sup>	A-B	1,306	2,102	3,341	3,778	1,769	4,612	0,066	2,301	1,962	2,801	1,094	3,741	-9,112	1,625	1,091
	B-C	3,832	2,931	3,073	4,892	2,794	4,065	2,65	2,874	1,983	3,293	1,840	3,263	1,651	1,920	1,181
	C-D	2,341	0,248	2,340	3,895	0,210	3,895	0,711	0,210	0,711	3,295	0,017	3,295	0,101	0,017	-0,101
8 <sup>e</sup>	A-B	1,776	2,432	2,978	6,164	1,886	6,466	-2,686	2,744	-0,668	5,627	0,954	5,572	-3,223	1,812	-1,562
	B-C	3,594	3,454	3,380	6,517	2,857	6,093	0,421	3,715	0,429	5,437	1,245	5,078	-0,599	2,061	-0,526
	C-D	2,251	0,602	2,251	6,477	0,536	6,477	-2,095	0,536	-2,095	5,801	0,165	5,801	-2,771	0,165	-2,771
7 <sup>e</sup>	A-B	1,819	2,422	2,969	8,922	1,354	8,139	-5,380	3,257	-2,357	8,376	0,423	7,247	-5,926	2,326	-3,209
	B-C	3,602	3,445	3,394	7,948	3,118	7,427	-0,934	3,436	-1,944	6,866	1,727	6,408	-3,810	2,105	-1,838
	C-D	2,230	0,619	2,230	8,476	0,553	8,476	-4,134	0,533	-4,134	7,807	0,178	7,807	-4,803	0,178	-4,803
6 <sup>e</sup>	A-B	1,819	2,422	2,969	10,818	1,465	10,259	-7,276	3,145	-4,477	10,272	0,535	9,367	-7,822	2,215	-5,369
	B-C	3,602	3,445	3,394	9,742	3,053	9,092	-2,728	3,561	-2,484	8,660	1,722	8,073	-3,810	2,169	-3,503
	C-D	2,230	0,619	2,230	11,024	0,553	11,024	-6,688	0,533	-6,682	7,082	0,178	7,082	-5,850	0,178	-5,850
5 <sup>e</sup>	A-B	1,985	2,224	2,754	13,108	1,426	12,482	-9,242	2,800	-7,120	12,512	0,558	11,655	-9,838	1,932	-7,947
	B-C	3,514	3,233	3,361	11,715	2,828	12,080	-4,873	3,314	-4,536	10,659	1,567	10,070	-5,928	2,053	-5,545
	C-D	1,939	0,700	1,939	13,829	0,639	13,829	-10,053	0,639	-10,053	13,247	0,264	13,247	-10,635	0,264	-10,635



Niveau	Fluvés	G + 1,8p			G + p + E			G + p - E			0,86 + E			0,86 - E		
		Mw(k.m)	Me(k.m)	Mc(k.m)	Mw(k.m)	Me(k.m)	Mc(k.m)	Mw(k.m)	Me(k.m)	Mc(k.m)	Mw(k.m)	Me(k.m)	Mc(k.m)	Mw(k.m)	Me(k.m)	Mc(k.m)
4 <sup>er</sup>	A-B	2,122	2,186	2,706	14,728	1,051	13,248	-10,536	3,099	-7,978	14,091	0,189	12,435	-11,233	2,238	-8,791
	B-C	3,552	3,189	3,429	12,438	2,807	11,878	-5,522	3,247	-5,262	11,371	1,554	10,849	-6,589	1,994	-6,232
	C-D	1,828	0,793	1,828	14,841	0,732	14,841	-11,281	0,732	-11,281	14,292	0,339	14,292	-11,830	0,339	-11,830
3 <sup>er</sup>	A-B	2,122	2,186	2,706	15,848	1,579	14,857	-11,716	2,571	-10,725	15,211	0,718	14,613	-12,353	1,709	-10,969
	B-C	3,552	3,189	3,429	14,092	2,761	13,630	-7,554	3,293	-6,954	13,214	1,568	12,600	-8,432	2,039	-7,984
	C-D	1,828	0,793	1,828	17,521	0,732	17,521	-13,961	0,732	-13,961	16,972	0,339	16,972	-14,510	0,339	-14,510
2 <sup>er</sup>	A-B	2,131	2,042	2,531	15,393	1,651	15,209	-11,243	2,224	-10,281	14,753	0,839	14,449	-11,883	1,413	-11,041
	B-C	3,437	3,014	3,346	14,130	2,655	13,634	-7,438	3,063	-7,118	13,110	1,463	12,629	-8,393	1,871	-8,123
	C-D	1,619	0,812	1,619	17,817	0,755	17,715	-14,293	0,755	-14,023	16,959	0,102	16,959	-14,638	0,102	-14,638
1 <sup>er</sup>	A-B	2,198	2,025	2,385	13,351	2,170	14,146	-9,071	1,670	-9,268	12,691	1,361	13,393	-9,731	0,865	-10,021
	B-C	3,458	2,438	3,400	13,273	2,083	12,785	-6,539	2,483	-6,171	12,234	0,992	11,758	-7,578	1,420	-7,198
	C-D	1,842	2,174	1,552	16,249	2,811	16,007	-12,743	2,811	-12,985	15,540	1,419	15,541	-13,451	1,419	-13,451



# Moments et Efforts Normaux dans les poteaux

poutique "c-c"

Niv	poteau	G+1,2P			G+P+1,2E			G+P-1,2E			0,86+E			0,86-E		
		M sup	M inf	N cum	M sup	M inf	N cum	M sup	M inf	N cum	M sup	M inf	N cum	M sup	M inf	N cum
9 <sup>e</sup>	A	1,771	1,048	5,932	3,226	2,403	6,601	-0,366	-0,393	4,969	2,968	1,179	4,720	-0,526	-0,534	3,360
	B	0,667	0,362	11,606	3,412	2,605	10,995	-2,108	-1,911	11,689	2,760	2,099	7,729	-1,840	-1,664	8,307
	C	-0,993	-0,663	11,365	2,000	1,794	11,691	-3,940	-3,064	10,517	1,790	1,626	8,329	-3,160	-2,424	7,351
8 <sup>e</sup>	A	1,180	1,135	11,841	4,731	4,034	14,316	-2,469	-1,858	8,582	3,709	3,137	9,982	-2,290	-1,733	5,804
	B	0,407	0,395	23,860	5,550	4,610	21,476	-4,769	-3,852	23,744	4,545	3,764	14,141	-4,055	-3,288	16,031
	C	-0,746	-0,726	22,217	4,850	3,857	23,675	-6,281	-5,249	19,339	4,189	3,357	16,173	-5,077	-4,231	12,558
7 <sup>e</sup>	A	1,135	1,135	17,735	6,219	5,285	23,148	-4,043	-3,109	11,052	4,958	4,180	16,178	-3,394	-2,816	6,097
	B	0,395	0,395	35,130	7,078	7,078	31,434	-6,320	-6,321	36,349	5,821	5,821	20,115	-5,345	-5,345	24,212
	C	-0,726	-0,726	33,068	6,513	6,514	36,403	-7,905	-7,905	27,415	5,571	5,809	24,635	-6,445	-6,267	17,145
6 <sup>e</sup>	A	1,135	0,720	23,631	6,219	6,710	33,011	-4,043	-5,330	12,491	4,958	5,456	23,232	-3,594	-4,737	6,132
	B	0,395	0,275	46,900	7,078	8,911	41,113	-6,321	-8,383	49,235	5,821	7,372	25,856	-5,345	-7,040	32,624
	C	-0,726	-0,515	43,919	6,514	8,812	50,071	-7,905	-9,800	34,551	5,809	7,445	33,892	-6,267	-8,065	20,948
5 <sup>e</sup>	A	1,758	1,325	29,274	8,261	7,846	43,783	-4,891	-5,306	12,539	6,537	6,277	31,094	-4,423	-4,683	5,058
	B	0,673	0,527	57,518	12,297	10,038	50,370	-11,007	-9,028	62,254	10,115	8,261	31,274	-9,305	-7,627	41,178
	C	1,258	-0,998	54,483	11,728	9,626	64,628	-14,140	-11,540	40,246	10,021	8,219	43,925	-11,535	-9,419	23,607



Niv	Potencia	G + 1,2P			G + P + 1,2E			G + P - 1,2E			0,86 + E			0,86 - E		
		Mbup	Mrif	Ncum	Mbup	Mrif	Ncum	Mbup	Mrif	Ncum	Mbup	Mrif	Ncum	Mbup	Mrif	Ncum
4 <sup>er</sup>	A	1,325	1,325	34,859	8,940	8,940	55,069	-6,400	-6,400	11,961	7,189	7,189	39,396	-5,595	-5,595	3,472
	B	0,527	0,527	70,202	12,859	12,859	59,423	-11,849	-11,849	75,603	10,612	10,612	36,511	-9,998	-9,998	49,995
	C	-0,998	-0,998	65,036	12,758	12,758	79,609	-14,672	-14,672	45,497	10,829	10,829	54,324	-12,029	-12,029	25,898
3 <sup>er</sup>	A	1,325	0,865	40,327	9,106	10,407	67,077	-6,568	-8,749	10,425	7,328	8,562	48,303	-5,734	-7,462	1,093
	B	0,527	0,367	81,887	14,529	14,376	89,024	-13,519	-13,672	68,404	12,004	11,902	58,871	-11,370	-11,466	41,627
	C	-0,998	-0,701	75,529	14,612	14,897	95,588	-16,526	-16,241	49,750	12,374	12,552	65,556	-13,574	-13,396	27,358
2 <sup>er</sup>	A	1,994	1,372	45,719	7,108	13,887	78,889	-3,668	-11,257	8,957	5,569	11,702	57,082	-3,411	-9,652	-1,200
	B	0,763	0,595	93,359	13,037	19,030	77,319	-11,575	-14,213	102,102	11,334	15,741	46,852	-9,176	-15,025	67,564
	C	-1,455	-1,144	85,856	12,523	19,779	111,355	-15,313	-21,973	53,669	10,723	16,709	76,667	-12,473	-18,085	28,595
1 <sup>er</sup>	A	1,372	1,372	51,079	1,315	26,707	89,879	1,315	24,677	8,239	0,825	26,217	65,182	0,825	-20,567	-2,852
	B	0,595	0,595	100,989	6,428	24,003	82,818	-5,278	-22,802	110,912	5,239	23,730	49,289	-4,524	-22,875	72,701
	C	-1,144	-1,144	91,318	5,009	23,317	121,794	-7,200	-25,511	53,305	4,398	23,726	23,493	-5,774	-25,102	26,125



Portigues D-D

Niv	Porteur	G + 1,2 P			G + P + 1,2 E			G + P - 1,2 E			0,86 + E			0,86 - E		
		Mamp	Ming	Ncum	Mamp	Ming	Ncum	Mamp	Ming	Ncum	Mamp	Ming	Ncum	Mamp	Ming	Ncum
5 <sup>e</sup>	A	1,306	0,840	4,312	3,512	3,098	5,504	-0,942	0,129	3,769	8,800	1,803	4,131	-0,868	-0,671	2,685
	B	0,491	0,289	8,579	3,418	2,684	8,074	-2,452	-2,120	8,811	2,201	2,197	5,899	-2,091	-1,207	6,512
	C	0,694	-0,531	8,855	-3,362	2,067	8,346	-9,631	-3,102	7,596	2,103	1,796	6,564	-3,163	-2,512	5,521
8 <sup>e</sup>	A	0,946	0,910	9,447	4,657	4,016	12,294	-2,994	-2,244	6,200	3,825	3,221	9,135	-2,551	-1,995	4,057
	B	0,325	0,316	17,909	5,819	4,809	16,408	-5,184	-4,193	19,818	4,203	3,964	11,543	-4,365	-3,578	13,551
	C	-0,558	-0,581	17,051	5,339	4,278	18,903	-6,503	-5,410	14,381	4,532	3,646	13,818	-5,336	-4,428	9,975
7 <sup>e</sup>	A	0,910	0,910	14,192	6,338	5,316	20,274	-4,566	-3,574	7,417	5,156	4,330	15,133	-3,931	-3,104	4,419
	B	0,316	0,316	27,429	7,433	7,434	24,269	-6,817	-6,818	29,321	6,151	6,151	16,792	-5,725	-5,725	21,002
	C	-0,581	-0,581	25,946	7,103	7,103	29,934	-8,235	-8,235	20,372	6,000	5,999	21,735	-6,782	-6,782	13,767
6 <sup>e</sup>	A	0,910	0,576	18,896	7,282	6,957	29,352	-5,510	-5,835	7,540	5,943	5,718	22,045	-4,717	-4,942	3,868
	B	0,316	0,221	36,861	9,500	9,413	31,748	-8,204	-8,983	40,206	7,873	7,814	21,722	-7,447	-7,516	28,771
	C	-0,581	-0,412	34,441	9,333	9,497	41,874	-10,464	-10,130	25,364	7,858	7,971	30,484	-8,640	-8,527	16,727
5 <sup>e</sup>	A	1,408	1,061	23,018	8,385	8,047	39,475	-5,643	-5,981	6,223	6,793	6,559	29,856	-4,897	-5,131	2,146
	B	0,529	0,422	46,172	13,043	10,651	38,808	-11,991	-9,830	51,276	10,753	8,818	26,319	-10,000	-8,230	36,309
	C	-1,009	-0,799	42,905	12,817	10,511	54,821	-14,777	-12,069	28,797	10,820	8,870	40,105	-12,178	-9,946	18,561



Niv	pořadí	G + 1,2P			G + P + 1,2E			G + P - 1,2E			0,86 + E			0,86 - E		
		M <sub>rup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>rup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>rup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>rup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>	M <sub>rup</sub>	M <sub>inf</sub>	N <sub>cum</sub>
4 <sup>ci</sup>	A	1,061	1,061	27,895	9,213	9,213	50,181	-7,147	-7,147	4,233	9,521	7,531	32,160	-6,103	-6,103	-0,129
	B	0,422	0,422	55,536	13,621	13,621	45,621	-12,860	-12,860	62,697	11,343	11,343	30,703	-10,775	-10,775	44,933
	C	-0,799	-0,799	51,362	13,851	13,852	62,222	-15,409	-15,409	31,965	11,653	11,653	50,104	-12,730	-12,730	19,290
3 <sup>ci</sup>	A	1,061	0,694	32,371	9,391	10,891	61,726	-7,325	-9,054	1,344	7,679	8,980	47,213	-6,251	-8,046	-3,155
	B	0,422	0,295	64,901	15,476	15,351	52,363	-14,655	-14,777	74,189	12,839	12,752	35,027	-12,271	-12,256	53,216
	C	-0,799	-0,562	59,220	15,831	16,062	82,681	-16,608	-17,156	33,973	13,303	13,463	60,985	-14,379	-14,219	20,395
2 <sup>ci</sup>	A	1,307	1,099	36,691	7,166	14,523	73,099	-3,405	-12,383	-1,557	5,773	11,951	56,045	-3,837	-10,471	-6,169
	B	0,611	0,476	74,693	13,763	20,218	59,088	-12,574	-19,290	85,364	11,325	16,783	39,363	-10,563	-16,141	61,259
	C	-1,166	-0,917	68,048	13,750	21,434	97,004	-16,020	-23,220	35,672	11,619	17,988	71,775	-13,129	-19,233	20,675
1 <sup>ce</sup>	A	1,099	1,099	40,986	1,070	<del>27,266</del> 83,532	83,532	1,070	-25,724	-3,626	0,740	23,069	64,145	0,740	-21,689	-2,426
	B	0,476	0,476	83,315	6,645	25,191	66,289	-5,717	-24,283	96,118	5,472	20,927	44,090	-4,830	-20,285	67,948
	C	-0,917	-0,917	76,292	5,550	24,877	110,770	-7,336	-26,663	37,920	4,751	20,857	22,120	4,751	-22,093	21,412

---

FERRAILLAGE  
~~DES~~  
PORTIQUES



Les poutres seront ferrées en flexion simple sous  $SP_1$  si  $1,5 SP_1 > SP_2$   
et sous  $SP_2$  si  $1,5 SP_1 < SP_2$ .

$SP_1$ : Toute sollicitation, de 1<sup>er</sup> genre (Moment fléchissant et efforts tranchants).  
 $SP_2$ : Toute sollicitation, de 2<sup>ème</sup> genre, solide ou la combinaison la plus défavorable.

contraintes admissibles:

$$\bar{\sigma}_b (SP_2) = 1,5 \bar{\sigma}_b (SP_1) = 205,5 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\bar{\sigma}_{b0} (SP_2) = 1,5 \bar{\sigma}_{b0} (SP_1) = 102,75 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\bar{\sigma}_a (SP_2) = 1,5 \bar{\sigma}_a (SP_1) = 4200 \text{ kg/cm}^2.$$

le calcul des armatures longitudinales sera effectué en considérant  $g = \frac{7}{8} h$ .

condition exigées par le C.T.C

le pourcentage total minimum, des aciers longitudinaux sur toute la longueur, de la poutre, doit être, de 3%, pour (A.A.A) et 0,5% (A.D.X)

les poutres sollicitées, principalement par les faces latérales sismiques doivent avoir, des armatures symétriques avec, une section en travers au m' égale à la moitié de la section sur appui (c'est, des poutres, des portiques longitudinaux).

Toute les vérifications, des sections d'armatures seront faites par la règle, de l'IBIBO (CCBA68), ainsi que le règlement, du C.T.C (RPA81)

Sens longitudinal

le calcul, des armatures longitudinal ainsi que les vérifications seront, données sous forme, de tableaux.

remarque: pour le ferrailage, on prend le cas le plus défavorable entre les deux portiques étudiés c'est à dire entre C-C et D-D.

poutre sens longitudinal

Niv	$\bar{\sigma}_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Max) M (k.m)	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>acab</sub>	$\phi$
9 <sup>e</sup>	2800	4,170	3,782	7,10	2T14 + 2T16
8 <sup>e</sup>	2800	4,170	4,263	7,10	2T14 + 2T16
7 <sup>e</sup>	2800	4,692	4,256	7,10	2T14 + 2T16
6 <sup>e</sup>	2800	4,692	4,256	7,10	2T14 + 2T16
5 <sup>e</sup>	2800	4,421	4,010	7,10	2T14 + 2T16
4 <sup>e</sup>	2800	4,371	3,965	7,10	2T14 + 2T16
3 <sup>e</sup>	2800	4,371	3,964	7,10	2T14 + 2T16
2 <sup>e</sup>	2800	4,142	3,757	7,10	2T14 + 2T16
1 <sup>re</sup>	2800	4,113	3,731	7,10	2T14 + 2T16

les appuis

M (kn) max	F <sub>cal</sub>	A <sub>acab</sub>	$\phi$
6,129	3,706	7,16	T12 + 3T16
7,137	4,216	7,16	3T16 + T12
8,922	5,395	7,16	3T16 + T12
11,024	6,666	7,16	3T16 + T12
13,829	8,362	9,42	3T20
14,841	8,974	9,42	3T20
17,521	10,595	10,96	3T20 + T14
17,715	10,712	10,96	3T20 + T14
16,007	9,679	10,30	2T20 + 2T16



Portique Longitudinal

<u>Niv Terrasse</u>	$\frac{T12+3T14}{\Delta}$	$\frac{2T12}{3T14}$	$\frac{T12}{3T14}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 8<sup>e</sup></u>	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 7<sup>e</sup></u>	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 6<sup>e</sup></u>	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$	$\frac{3T14+T12}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 5<sup>e</sup></u>	$\frac{3T20}{\Delta}$	$\frac{3T20}{\Delta}$	$\frac{3T20}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 4<sup>e</sup></u>	$\frac{3T20}{\Delta}$	$\frac{3T20}{\Delta}$	$\frac{3T20}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 3<sup>e</sup></u>	$\frac{3T20+T14}{\Delta}$	$\frac{3T20+T14}{\Delta}$	$\frac{3T20+T14}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 2<sup>e</sup></u>	$\frac{3T20+T14}{\Delta}$	$\frac{3T20+T14}{\Delta}$	$\frac{3T20+T14}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$
<u>Niv 1<sup>er</sup></u>	$\frac{2T20+2T16}{\Delta}$	$\frac{2T20+2T16}{\Delta}$	$\frac{2T20+2T16}{\Delta}$
	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$	$2T12+2T14$

Vérification :

\* vérification à la flexion :  $K = 1,5 \times 10^6$  (flexion peu nuisible)  $\eta = 1$ ,

$$A = 3T20 + T14 = 11,43 \text{ cm}^2 \Rightarrow \omega_f = \frac{11,43}{2 \times 5 \times 30} = 0,038 \Rightarrow \sigma_1 = 3302 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a = 2800$$

$$A = T12 + 3T14 = 7,16 \text{ cm}^2 \Rightarrow \omega_f = \frac{7,16}{2 \times 5 \times 30} = 0,024 \Rightarrow \sigma_1 = 2890 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

$$A = 3T20 = 9,42 \text{ cm}^2 \Rightarrow \omega_f = \frac{9,42}{2 \times 5 \times 30} = 0,031 \Rightarrow \sigma_1 = 2867,6 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

Vérification, des contraintes :

Niv	$\sigma_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
9 <sup>er</sup>	2114,604	57,707	1468,328	47,235
8 <sup>er</sup>	2462,321	67,198	1464,328	47,235
7 <sup>er</sup>	3078,235	84,004	1647,632	53,148
6 <sup>er</sup>	3803,459	103,796	1647,632	53,148
5 <sup>er</sup>	3653,839	112,754	1552,468	50,078
4 <sup>er</sup>	3921,290	121,006	1534,911	49,512
3 <sup>er</sup>	3994,077	131,651	1534,911	49,512
2 <sup>er</sup>	4032,301	133,1076	1454,415	46,518
1 <sup>er</sup>	3876,843	134,400	1444,312	46,590
	Armat - aux appuis		Armat en travée	

remarque :

en appui :  $\max \sigma_b = 134,400 < \bar{\sigma}_b$ .

Vérification, de la flèche : (CCB17 62 Art 61.21)

\*  $\frac{h_f}{L} \geq \frac{1}{16} \Rightarrow \frac{50}{520} = 0,096 \geq 0,062$

\*  $\frac{A}{bh} \leq \frac{43}{\sigma_{en}}$  avec  $A_{sup} = 2T14 + 2T16 = 7,1 \text{ cm}^2$

$b = 30 \text{ cm}, h = 50 \text{ cm}, \sigma_{en} = 4200 \text{ kg/cm}^2$

d'où :  $0,0047 \leq 0,0200$ .

\*  $\frac{h_f}{L} \geq \frac{1}{10} \frac{M_f}{M_0} \Rightarrow \frac{50}{520} = 0,096 \geq \frac{1}{10} \times 0,5$  vérifié.

condition de non fragilité du béton (BA 68. Art 52)

en travée :  $A \geq 0,69 bh \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} = 0,69 \times 30 \times 50 \times \frac{5,9}{4200} = 1,45 \text{ cm}^2$

Aux appuis :  $A_{sup} \geq 0,69 \times 30 \times 50 \times \frac{5,9}{4200} = 1,45 \text{ cm}^2$  vérifié.



condition aux appuis:

$$c > \frac{2T}{b_0 \bar{\sigma}_b} = c_0 \quad \text{avec } T \text{ 'effort tranchant max à l'appui, ole live}$$

$$r = 5,5\phi, \quad d = 5\text{cm} \quad c = a - (d+r).$$

d: enrobage.

Si cette condition est vérifiée, la contrainte, ole compression, dans la tige due à la barre enroulée par l'effort tranchant reste inférieure à la contrainte admissible ( $\bar{\sigma}_b \leq \frac{1}{3} \bar{\sigma}_{b0}$ ).

Niveaux 9, 8, 7, 6  $c = a - (d+r) = 40 - (5 + 5,5 \times 2) = 24 \text{ cm}.$

$$c_0 = \frac{2 \times 8,331 \times 10^3}{30 \times 68,5 \times 1,5} = 5,405 \text{ cm} \Rightarrow c > c_0.$$

Niveaux 5, 4, 3  $c = 30 - (5 + 5,5 \times 2) = 34 \text{ cm}.$

$$c_0 = \frac{2 \times 10,397 \times 10^3}{30 \times 68,5 \times 1,5} = 6,746 \text{ cm} \Rightarrow c > c_0.$$

Niveaux 2, 1  $c = 60 - (5 + 5,5 \times 2) = 44 \text{ cm}.$

$$c_0 = \frac{2 \times 10,129 \times 10^3}{30 \times 68,5 \times 1,5} = 6,572 \text{ cm} \Rightarrow c > c_0.$$

donc  $\bar{\sigma}_b < \frac{1}{3} \bar{\sigma}_{b0}$  et les barres ne seront pas en traction.

Placements inférieurs aux appuis:

on vérifie si  $A \bar{\sigma}_a > T + \frac{M}{g}$ .

Niveau	T (T)	M (k.m)	$(T + M/g)$ $F_a$	A (cm <sup>2</sup> )	Niveau	T (T)	M (k.m)	$(T + M/g)$ $F_a$	A (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	5,535	6,129	2,39	7,16	4 <sup>e</sup>	10,866	14,841	6,40	9,42
8 <sup>e</sup>	6,346	7,127	2,80	7,16	3 <sup>e</sup>	12,321	17,521	7,65	10,96
7 <sup>e</sup>	6,948	8,922	3,74	7,16	2 <sup>e</sup>	12,353	17,715	7,77	10,96
6 <sup>e</sup>	8,146	11,024	4,655	7,16	1 <sup>e</sup>	11,551	16,007	6,93	10,30
5 <sup>e</sup>	10,151	13,229	5,945	9,42					

condition de non enlèvement, des barres: (CCBA 68 art 29)

on vérifie si  $\tau_d = \frac{T}{np} < \bar{\tau}_b$  avec  $\bar{\tau}_d = 2 \varphi \bar{\sigma}_b = 2 \times 1,5 \times 5,9 \times 1,5 = 26,5$

$$z = \frac{7}{9} h = 39,38 \text{ cm.}$$

$$p = \pi \phi \quad (\phi \text{ en cm}).$$

vérifié.....

Niv	9 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	1 <sup>re</sup>
T(max) <sub>T</sub>	5,535	6,346	6,948	8,446	10,151	10,806	12,381	12,353	11,551
np	15,080	15,080	15,080	15,080	18,850	18,850	17,590	17,590	20,110
$\tau_d$	9,320	19,686	11,699	14,228	13,675	14,557	17,874	17,833	14,585
$\bar{\tau}_d$	26,55	26,55	26,55	26,55	26,55	26,55	26,55	26,55	26,55

Armatures transversales: d'après le "R.P.A 81"  $A_{t \min} = 0,0035 b$

avec  $s =$  espacement, des armatures.

$b$ : l'argueur, de la section.

$$s \leq \frac{h_t}{2} \quad (h_t: \text{hauteur totale, de la poutre}).$$

pour notre cas:  $h_t = 50 \text{ cm} \rightarrow s = 25 \text{ cm}$  on prendra  $s = 20 \text{ cm}$ .

dans la zone nodale  $s \leq \min(\frac{h_t}{4}, 12\phi) = 12,5 \text{ cm}$ .

$$\tau_{b \max} = T(\max) / b s; \quad T = A_t \rho \bar{\sigma}_{at} / T \quad \text{avec } \bar{\sigma}_{at} = \rho_{at} \bar{\sigma}_{en}$$

- s'il n'y a pas reprise, de bit  $\rho_{at} = \max \left\{ \frac{2}{3} \bar{\sigma}_{en}, (1 - \epsilon_0 / 9 \bar{\sigma}_b) \bar{\sigma}_{en} \right\}$
- s'il y a reprise, de bit  $\rho_{at} = 2/3$

on prendra, dans notre cas  $\rho_{at} = 2/3$ .

$$\bar{\sigma}_{at} = 2400 \text{ kg/cm}^2, \quad A_t = 2,01 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ cales}$$

Niv	9 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	1 <sup>re</sup>
T(max) <sub>T</sub>	5,535	6,346	6,948	8,446	10,151	10,806	12,381	12,353	11,551
t (cm)	34,32	29,93	27,34	22,49	18,71	17,57	15,34	15,38	16,44

$$\tau_b(\max) = \frac{12,381 \times 10^3}{30 \times \frac{7}{9} \times 45} = 10,48 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{et } \bar{\tau}_b \leq 3,5 \bar{\sigma}_b \quad \text{si } \bar{\sigma}_b \leq \frac{1}{3} \bar{\sigma}_{b0}$$

$$\bar{\tau}_b \leq (4,5 - \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{b0}}) \bar{\sigma}_b \quad \text{si } \bar{\sigma}_b < \bar{\sigma}_b < 2 \bar{\sigma}_{b0}$$

$$\bar{\sigma}_b \geq \bar{\sigma}_{b0} \quad (131,651 > 102,5 \text{ kg/cm}^2) \Rightarrow \bar{\tau}_b = 18,972 \text{ kg/cm}^2$$

et on choisit un écartement de 12 cm en zone nodale et 20 cm en zone courante.



Sens Transversal

poutre

Niv	$\bar{\sigma}_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	M (mou) cm	A <sub>cal</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>adop</sub>	$\phi$
9 <sup>ci</sup>	2800	0,64	0,746	7,1	2T14 + 2T16
8 <sup>ci</sup>	4200	1,018	0,799	7,1	2T14 + 2T16
7 <sup>ci</sup>	4200	1,154	0,897	7,1	2T14 + 2T16
6 <sup>ci</sup>	4200	1,717	1,335	7,1	2T14 + 2T16
5 <sup>ci</sup>	4200	0,875	0,992	7,1	2T14 + 2T16
4 <sup>ci</sup>	4200	1,444	1,123	7,1	2T14 + 2T16
3 <sup>ci</sup>	4200	0,140	0,731	7,1	2T14 + 2T16
2 <sup>ci</sup>	4200	1,041	0,809	7,1	2T14 + 2T16
1 <sup>ce</sup>	2800	0,564	0,587	7,1	2T14 + 2T16

apoyos

M <sub>0</sub> (mou) t. m	A <sub>cal</sub>	A <sub>adop</sub>	$\phi$
2,488	1,934	7,16	3T16 + T12
4,833	3,757	7,16	3T16 + T12
7,343	5,709	7,16	3T16 + T12
10,053	7,816	8,04	4T16
11,270	8,762	9,42	3T20
13,473	10,475	10,55	3T20 + T12
14,628	11,372	11,43	3T20 + T16
14,212	11,049	11,43	3T20 + T16
12,158	9,483	10,55	3T20 + T12

Portique transversal

	3T16+T12		3T16+T12		3T16+T12		3T16+T12
<u>Ni Fermette</u>	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12
Niv 8	3T16+T12		3T16+T12		3T16+T12		3T16+T12
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12
Niv 7	3T16+T12		3T16+T12		3T16+T12		3T16+T12
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12	2T14+2T16	3T16+T12
Niv 6	4T16		4T16		4T16		4T16
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	4T16	2T14+2T16	4T16	2T14+2T16	4T16	2T14+2T16	4T16
Niv 5	3T20		3T20		3T20		3T20
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T20	2T14+2T16	3T20	2T14+2T16	3T20	2T14+2T16	3T20
Niv 4	3T20+T12		3T20+T12		3T20+T12		3T20+T12
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T20+T12	2T14+2T16	3T20+T12	2T14+2T16	3T20+T12	2T14+2T16	3T20+T12
Niv 3	3T20+T16		3T20+T16		3T20+T16		3T20+T16
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T20+T16	2T14+2T16	3T20+T16	2T14+2T16	3T20+T16	2T14+2T16	3T20+T16
Niv 2	3T20+T16		3T20+T16		3T20+T16		3T20+T16
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T20+T16	2T14+2T16	3T20+T16	2T14+2T16	3T20+T16	2T14+2T16	3T20+T16
Niv 1	3T20+T12		3T20+T12		3T20+T12		3T20+T12
	$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$		$\Delta$
	3T20+T12	2T14+2T16	3T20+T12	2T14+2T16	3T20+T12	2T14+2T16	3T20+T12

Vérifications :

les mêmes vérifications que le portique longitudinal.

Normales transversales:  $A_L = 2,01 \text{ m}^2$  (2 axes  $\phi 20$ )  $\left. \begin{array}{l} t_{p_n} = 10 \text{ mm (RpA81)} \\ t_{p_c} = 20 \text{ mm} \end{array} \right\}$

Vérification à la fissuration :

on vérifie les sections les plus exposées à la fissuration.



$$A = 2T14 + 2T16 = 7,1 \text{ cm}^2 \Rightarrow w_f = \frac{7,1}{2 \times 30 \times 4} = 0,029 \Rightarrow \sigma_1 = 3372 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

$$A = 3T16 + T12 = 7,16 \text{ cm}^2 \Rightarrow w_f = \frac{7,16}{2 \times 30 \times 4} = 0,029 \Rightarrow \sigma_1 = 3372 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

avec  $\bar{\sigma}_a = 2/3 \sigma_{cn} = 2200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $K = 1,5 \times 10^6$  (fissuration peu nuisible)

$\eta = 1,6$  (HA), donc toute les sections sont vérifiées à la fissuration.

condition de non fragilité (CCBA 68 art 52)

$$A_{min} = b h 0,69 \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{cn}} \Rightarrow A > 0,69 \times 30 \times 36 \frac{5,9}{4200} = 1,047 \text{ cm}^2$$

en traction  $\Rightarrow A > A_{min}$  ... vérifiée.

aux appuis  $\Rightarrow A > A_{min}$

vérification de la flèche:  $h_f = 40 \text{ cm} > \frac{l}{16} = \frac{335}{16} = 20,9 \text{ cm}$

$$k = \frac{h_f}{h_0} = 0,5, \quad \frac{l}{10} = 33,5 \text{ cm} \Rightarrow k \frac{l}{10} \leq h_f \Rightarrow 16,75 \text{ cm} \leq 40 \text{ cm}$$

$$\max A_L = 2T14 + 2T16 = 7,1 \text{ cm}^2 \leq \frac{43 b h}{\sigma_{cn}} = \frac{43 \times 30 \times 36}{4200} = 11,06 \text{ cm}^2$$

les 3 conditions sont vérifiées, donc la vérification à la flèche est inutile.

vérification des contraintes:

Niv	$\sigma_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	1123,395	35,316	292,692	10,977
8 <sup>e</sup>	2182,222	68,603	465,564	17,477
7 <sup>e</sup>	3360,703	105,651	527,761	19,812
6 <sup>e</sup>	4058,369	134,348	775,239	29,478
5 <sup>e</sup>	3903,274	138,475	400,387	15,022
4 <sup>e</sup>	4181,081	155,692	660,026	24,791
3 <sup>e</sup>	4199,939	161,748	476,083	2,403
2 <sup>e</sup>	4080,499	157,148	64,026	17,872
1 <sup>e</sup>	3856,324	142,438	230,495	8,653
	armat aux appuis		armat en traction	

Remarque: aux appuis

$$\max(\sigma'_a) = 1479 \text{ kg/cm}^2$$

ferraillage des poteaux

les poteaux sont soumis à, des efforts normaux, effort tranchant, et des moments fléchissants, dans le sens transversal et, dans le sens longitudinal. le calcul se fait sous "g<sub>1</sub>" et sous la plus défavorable, des combinaisons de second genre "g<sub>2</sub>" et on adoptera la section, d'acier la plus grande. 1<sup>re</sup> thode de calcul.

Normatives longitudinales

3- cas de flexion composée

le calcul des aciers comprimés et tendus se fait sous les efforts suivants (N<sub>max</sub>, M<sub>max</sub>) (N<sub>max</sub>, M<sub>min</sub>) et (N<sub>min</sub>, M<sub>max</sub>).

contrainte admissible de compression selon le béton

$$\sigma'_b = 2\sigma_{b0} \quad \text{si } \xi > \frac{h_T}{2}$$

$$\sigma'_b = (1 + \frac{e_0}{3e_1}) \sigma_{b0} \quad \text{si } e_0 < \frac{h_T}{2} \quad \text{avec } e_0 = \frac{M}{N}, \quad e_1 = \frac{h_T}{6}$$

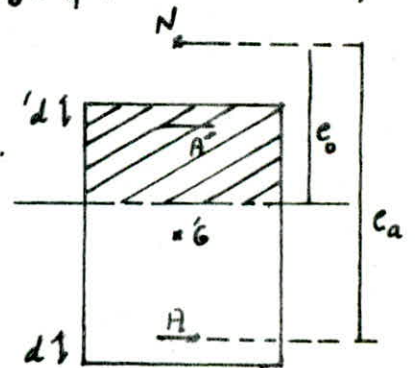
1-a) section partiellement comprimée ( $e_0 > e_1$ , N est en compression)

$$e_a = e_0 + (\frac{h_T}{2} - d) \quad M_f = N e_a$$

$$\mu = \frac{M_f}{\sigma_a \sigma_b} \quad \text{et} \quad A = A - \frac{N}{\sigma_a} \quad (\sigma_a = \frac{7}{3} \sigma_b)$$

$$\bar{A} = \hat{A} = \frac{M_f - M_{rb}}{(h - d) \sigma_a} \quad (\text{si } M_{rb} < M_f)$$

$$\text{et } \sigma_a = 15 \sigma'_b \frac{\alpha h - d}{\alpha h}$$



1-b) section entièrement comprimée ( $\xi < e_1$ )

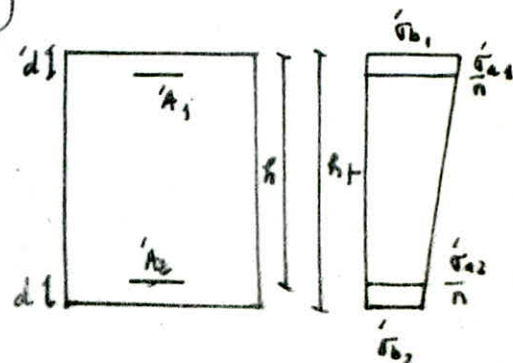
$$p = \frac{\sigma'_b}{N} \frac{b h_T}{\sigma_b}; \quad \beta = \frac{6e_0}{h_T}, \quad s = \frac{d}{h_T}$$

$$D = 0,3(p - \beta) - 0,9(1 - p)(1 - 2s)^2$$

$$E = p - 1 - \beta, \quad C = 0,27(1 - 2s)^2 p$$

$$\omega = \frac{-D + \sqrt{D^2 - 4CE}}{8C}$$

$$\Rightarrow \bar{A}_1 = \bar{A}_2 = \omega \frac{b h_T}{100}$$





Vérification des contraintes

Séction entièrement comprimée

$A_1 = A_2$  avec  $A = A_1 + A_2 = 2A_1$ ,  $B_0 = bh_T + 2nA$ .

$I_{sa} = \frac{bh_T^3}{12} + 2nA \left( \frac{h_T}{2} - d \right)^2$ ,  $\sigma_{ba/b_2} = \frac{N}{B_0} \pm \frac{M_G}{I} \frac{h_T}{2}$ ,  $\sigma_{sa/s_2} = n \left( \frac{N}{B_0} \pm \frac{M_G}{I} \frac{h_T - d}{2} \right)$ .

avec  $u_1 = u_2 = \frac{h_T}{2}$ .

Séction partiellement comprimée

on utilisera le tableau de DAVIDOVICI

$H = A$ ,  $K_c = \frac{N}{N} bh_T$ ,  $\omega = \frac{100A}{bb_T} = \frac{100A}{bh_T} \rightarrow K_b, K$ .

$\sigma_b = \frac{1}{K_b} \frac{M}{bb_T^2}$ ,  $\sigma_a = K \sigma_b$ .

compression simple

$A = \max \left\{ \begin{array}{l} A_{min} = \frac{1,25}{1000} \theta_1 \theta_2 \theta_3 \frac{N}{\sigma_{b0}} \\ A = \frac{N - B \sigma_{b0}}{n \sigma_{b0}} \end{array} \right.$

$\theta_1$ : coefficient, pris égal à:  
1, pour les poteaux intérieurs.

1,4 " " " " rive.

1,8 " " " " d'angle.

$\theta_2 = 1 + \frac{lc}{4a - 2c}$  avec

$lc$ : longueur de flambement égal à  $0,7l_0$  (Bâtiment à étage multiple)

$a$ : plus petite dimension de la section transversale.

$c$ : enrobage, des armatures longitudinales.

$\theta_3 = 1 + \frac{2160}{\sigma_{en}}$

Armatures longitudinales (R.p.A 81)

le pourcentage minimum, des armatures longitudinales sera, de :  
1% en zone II, sans être fois, dépasser en toute section 4%

Longueur de recouvrement

$l_{min} = 50 \phi$

La distance entre les barres verticales, dans une face, de poteau ne doit pas dépasser 25 cm.

Les jonctions par recouvrement doivent être si possible à l'extérieur, des zones nodales.

Vérification au flambement

$l_c = 0,7 l_0 = 0,7 \times 3,06 = 214,2 \text{ cm}$ ,  $i = \sqrt{\frac{I}{S}}$ , avec  $I = \frac{b b^3}{12}$ ,  $S = b b$ .

Niveau 9, 8, 7, 6  $\Rightarrow i = 11,547$  et  $\lambda = 18,55$ .

Niveau 5, 4, 3  $\Rightarrow i = 14,43$  et  $\lambda = 14,84$ .  $\lambda = \frac{l_c}{i}$ .

Niveau 2, 1  $\Rightarrow i = 17,32$  et  $\lambda = 12,37$ .

dans les trois cas  $\lambda < S_b \Rightarrow$  on ne tient pas compte du flambement.

Armature transversales : R.p.A 81 art (4,2 3.1.2)

$t = \frac{A_t b_r \sigma_{cn}}{1,25 T_b}$  écartement, des armatures transversales avec T

T: effort tranchant

$A_t$ : section d'armatures transversales

$\sigma_{cn}$ : contrainte nominale, des armatures transversales.

Écartement admissible

$\bar{t} \leq 12 \phi$  en zone courante ( $\phi$  plus petit diamètre, des armatures longitudinales)

$\bar{t} = \min(10 \phi, 15 \text{ cm})$  en zone nodale.

Section minimale (R.p.A 81)

$A_{t,min} = 0,004 t b_f$



Sens Transversal

potéau 1

Niv	N (t)	Maxe (k.m)	e <sub>0</sub> (cm)	Nat S	A (cm <sup>2</sup> )	A' (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	2,820	4,575	162,234	P.C	3,287	-
8 <sup>e</sup>	-1,057	4,058	323,917	P.T	3,340	-
7 <sup>e</sup>	-3,411	5,302	155,438	P.T	4,606	-
6 <sup>e</sup>	-7,450	6,849	91,933	P.T	6,313	-
5 <sup>e</sup>	-12,961	6,962	53,715	P.T	5,778	-
4 <sup>e</sup>	-19,727	8,124	41,182	P.T	7,271	-
3 <sup>e</sup>	-27,561	10,157	36,853	P.T	9,423	-
2 <sup>e</sup>	-35,065	13,532	38,591	P.T	10,751	-
1 <sup>e</sup>	-40,000	27,217	68,042	P.T	18,821	-

potéau 2

Niv	N (t)	Maxe (k.m)	e <sub>0</sub> (cm)	Nat (S)	A (cm <sup>2</sup> )	A' (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	2,938	3,485	118,618	P.C	2,410	-
8 <sup>e</sup>	6,257	6,000	95,892	"	4,006	-
7 <sup>e</sup>	9,545	7,006	73,399	"	4,410	-
6 <sup>e</sup>	13,164	10,057	76,398	"	6,395	-
5 <sup>e</sup>	15,309	13,285	90,699	"	6,754	-
4 <sup>e</sup>	19,036	14,733	77,395	"	6,889	-
3 <sup>e</sup>	22,170	16,745	75,529	"	7,768	-
2 <sup>e</sup>	25,604	24,123	94,216	"	9,288	-
1 <sup>e</sup>	29,334	28,091	95,762	"	10,870	-

potéau 3

Niv	N (t)	Maxe (k.m)	e <sub>0</sub> (cm)	Nat S	A (cm <sup>2</sup> )	A' (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	2,952	3,516	119,105	P.C	2,433	-
8 <sup>e</sup>	6,330	6,059	95,118	"	4,039	-
7 <sup>e</sup>	9,846	8,639	87,741	"	5,667	-
6 <sup>e</sup>	13,732	10,147	73,893	"	6,398	-
5 <sup>e</sup>	16,837	14,046	83,423	"	6,718	-
4 <sup>e</sup>	20,398	14,904	73,066	"	6,837	-
3 <sup>e</sup>	23,502	16,939	72,075	"	7,734	-
2 <sup>e</sup>	26,627	24,440	91,786	"	9,333	-
1 <sup>e</sup>	29,416	28,193	95,842	"	10,912	-

potéau 4

Niv	N (t)	Maxe (k.m)	e <sub>0</sub> (cm)	Nat (S)	A (cm <sup>2</sup> )	A' (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	2,846	2,570	90,302	P.C	1,696	-
8 <sup>e</sup>	-7,058	4,148	58,770	P.T	3,411	-
7 <sup>e</sup>	-3,978	5,423	136,325	"	4,769	-
6 <sup>e</sup>	-8,374	7,004	83,640	"	6,546	-
5 <sup>e</sup>	-14,415	7,147	49,580	"	6,058	-
4 <sup>e</sup>	-21,605	8,341	38,607	"	7,620	-
3 <sup>e</sup>	-30,053	10,432	34,712	"	9,879	-
2 <sup>e</sup>	-38,154	13,924	36,494	"	11,294	-
1 <sup>e</sup>	-45,000	27,334	60,742	"	18,820	-



sens longitudinal

potéau A

Niv	N(T)	M <sub>max</sub> (k.m)	e <sub>0</sub> (cm)	Nat S	A (cm <sup>2</sup> )	A' (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	6,601	3,826	57,961	P.C	2,343	-
8 <sup>e</sup>	14,316	4,731	33,047	P.C	2,039	-
7 <sup>e</sup>	23,148	6,338	27,380	P.C	2,259	-
6 <sup>e</sup>	33,011	7,282	22,059	P.C	1,829	-
5 <sup>e</sup>	43,783	8,385	19,151	P.C	0,013	-
4 <sup>e</sup>	-0,429	9,213	714,860	P.T	5,586	-
3 <sup>e</sup>	-3,155	10,891	345,198	P.T	6,955	-
2 <sup>e</sup>	-6,169	14,523	235,419	P.T	7,891	-
1 <sup>re</sup>	-8,486	27,865	328,264	P.T	14,757	-

potéau B

Niv	N(T)	M <sub>max</sub> (k.m)	e <sub>0</sub> (cm)	Nat S	A (cm <sup>2</sup> )	A' (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	11,689	3,418	29,241	P.C	1,313	-
8 <sup>e</sup>	23,744	5,818	24,503	P.C	1,775	-
7 <sup>e</sup>	36,349	7,434	20,452	P.C	1,552	-
6 <sup>e</sup>	49,235	9,500	19,295	P.C	1,628	-
5 <sup>e</sup>	62,254	13,043	20,951	P.C	0,758	-
4 <sup>e</sup>	75,603	13,681	18,096	P.C	<0	-
3 <sup>e</sup>	89,024	15,467	17,374	P.C	1,79	5,803
2 <sup>e</sup>	102,102	20,218	19,802	P.C	<0	-
1 <sup>re</sup>	110,912	25,191	22,713	P.C	<0	-

potéau C

Niv	N(T)	M <sub>max</sub> (k.m)	e <sub>0</sub> (cm)	Nat S	A (cm <sup>2</sup> )	A' (cm <sup>2</sup> )
9 <sup>e</sup>	11,691	3,540	30,279	P.C	2,300	-
8 <sup>e</sup>	23,675	6,503	27,468	P.C	2,320	-
7 <sup>e</sup>	36,403	8,235	22,622	P.C	2,179	-
6 <sup>e</sup>	50,071	10,464	20,898	P.C	2,314	-
5 <sup>e</sup>	64,628	14,781	22,871	P.C	1,610	-
4 <sup>e</sup>	79,609	15,409	19,354	P.C	0,131	-
3 <sup>e</sup>	95,588	17,156	17,947	P.C	3,704	8,181
2 <sup>e</sup>	111,355	23,220	20,852	P.C	<0	-
1 <sup>re</sup>	121,794	26,663	21,892	P.C	0,650	2,537

-107-



Tableau récapitulatif

des poteaux la plus sollicités

poteau	Niveau	Sens	A(max)	N. us (T)	M us (t.m)	Nat S	A uslop
4	9-6	Trans	6,546	-8,374	7,004	P.T	4T16
5		Long	2,320	23,675	6,583	P.C	4T16
4	5-3	Trans	9,879	-30,053	10,432	P.T	4T20
C		Long	2,181	95,588	17,156	P.C	4T20
1	2-1	Trans	18,821	-40,000	27,217	P.T	6T20
A		Long	14,757	-8,486	27,265	P.T	6T20

le ferrailage adopté, pour les poteaux

Niv 9 à 6 (sens trans ou sens Longi) 4T16  
 Niv 5 à 3 ( " " " ) 4T20 symétriquement.  
 Niv 2,1 ( " " " ) 6T20

verification, ok, voir limites:

$$\begin{cases} \bar{\sigma}_a = 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}_b = 205,5 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

pot	Niv	Sens	Kc	w	Kb	K	$\sigma_b (kg/cm^2)$	$\sigma_a (kg/cm^2)$
4	9-6	Trans	0,472	0,500	0,160	46,000	68,398	3146,328
C		Long	1,400	0,500	0,130	15,770	78,161	1232,599
4	5-3	Trans	1,440	0,500	0,200	78,750	41,728	3286,080
C		Long	2,700	0,500	0,130	5,980	105,574	631,341
1	2-1	Trans	0,882	0,523	0,170	53,310	74,120	3951,337
A		Long	0,183	0,523	0,150	33,600	86,003	3405,722

Dimensions transversales:

$$\bar{t} \leq \min 12 \phi \Rightarrow \begin{cases} \bar{t} = 19,2 \text{ cm} \rightarrow \phi 16 \\ \bar{t} = 24 \text{ cm} \rightarrow \phi 20 \end{cases}$$

$$t = \frac{A_t h_f \sigma_{en}}{1,25 T} \quad A_t = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$\bar{t} \leq \min (10 \phi, 15) = 15 \text{ cm}$$

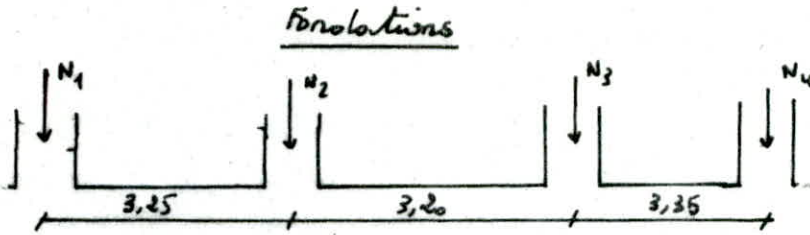
en zone courante  $t_{gc} = 19 \text{ cm}$

en zone nodale  $t_{gn} = 10 \text{ cm}$

---

FOUNDATIONS





la sollicitation la charge la plus défavorable pour les poteaux

a, on a :  $N_1 = 103,048t$

$N_3 = 168,847t$

$N_2 = 166,853t$

$N_4 = 105,048t$

avec  $\bar{\sigma}_s = 2 \text{ kg/cm}^2$

dimensionnement :

on choisit, les semelles carrées, de côté  $a$ .

$N_1 = 103,048t \Rightarrow \frac{N}{a^2} \leq \bar{\sigma}_s \Rightarrow a^2 \geq \frac{N}{\bar{\sigma}_s} \Rightarrow a \geq \sqrt{\frac{N}{\bar{\sigma}_s}} \quad a_1 \geq 2,3 \text{ m.}$

$N_2 = 166,853t \Rightarrow a_2 \geq 2,9 \text{ m.}$

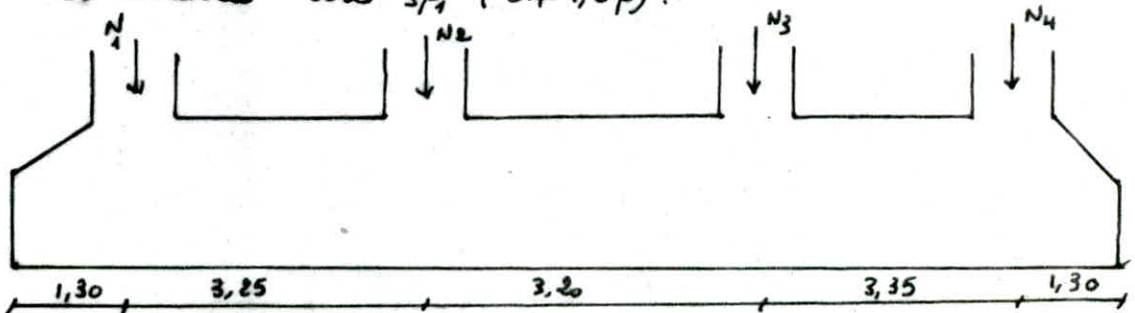
$N_3 = 168,847t \Rightarrow a_3 \geq 2,9 \text{ m.}, \quad N_4 = 105,042 \Rightarrow a_4 \geq 2,29 \text{ m.}$

conclusion: à cause de risque d'interférence de contrainte

on adopte, les semelles continues sous poteaux, ainsi elle seront

armées à une profondeur de 1,30 m, les semelles seront, prédimensionnées

et calculées sous  $S_{p1}$  (6+1,2p).



dimensionnement, de la semelle sous poteaux :

$L$ : longueur, de la semelle,  $B$ : largeur.

$L = 13,4 \text{ m. d'ou } B.L \geq \frac{\sum N_i}{\bar{\sigma}_s} = \frac{543790}{2} = 271895 \Rightarrow B \geq 2,2 \text{ m.}$

on prendra  $B = 2,5 \text{ m.}$

le fonctionnement, de cette semelle qui doit être assez rigide se fait

dans les deux sens,  $h_f = \frac{l}{6} \text{ à } \frac{l}{9} \Rightarrow h_f = \frac{335}{6} \div \frac{335}{9} = (55,8 \div 37,22)$

$l$ : distance entre axes.

$$R \geq \frac{B-b}{4} = \frac{2,5 - 0,6}{4} = 47,5 \text{ cm, donc on prendra } h = 58 \text{ cm et } h_f = 55 \text{ cm.}$$

épaisseur  $e$ :  $e \geq 6\phi + 6$  avec  $\phi = 2 \text{ mm} \Rightarrow e \geq 18 \text{ cm} \Rightarrow e = 20 \text{ cm.}$

pour les semelles continues sous poteaux, la répartition des contraintes sur le sol est fonction de la rigidité de la semelle.

pour étudier la rigidité, on utilise la théorie de la poutre sur sol élastique.

calcul de la longueur élastique :

$$l_e = \sqrt[4]{\frac{4EI}{KB}}$$

$I$ : moment d'inertie de la semelle  $I = \frac{B h_f^3}{12} = 34,7 \cdot 10^5 \text{ cm}^4.$

$E$ : module d'élasticité du béton  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2.$

$K$ : coefficient de rigidité du sol  $K = 4 \text{ kg/cm}^2.$

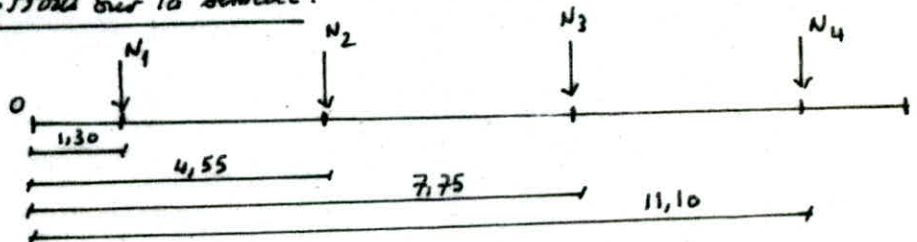
$B$ : largeur de la semelle  $B = 2,5 \text{ m.}$

Si  $l \leq \frac{\pi}{2} l_e \Rightarrow$  le calcul se fait en supposant une répartition linéaire des contraintes sur le sol. et il n'y a pas lieu de faire les calculs relatifs à la poutre sur sol élastique.

$l$ : entre axe des poteaux  $3,35 < \frac{\pi}{2} \times 229,47 = 3,60 \text{ m.}$

donc on suppose une répartition linéaire des contraintes.

position des efforts sur la semelle :



$N_{TOT} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + \text{ poids de la semelle } + \text{ poids des terres.}$

$$N_s = B \cdot 2,5 \left[ L \cdot e + \frac{b+B}{2} (h_f - e) \right] = 2,5 \times 2,5 \left[ 12,4 \times 0,2 + \frac{0,6 + 2,5}{2} (0,55 - 0,2) \right] = 18,89 \text{ t.}$$

poids des terres :

$$N_t = 1,8 B (0,4 \times 12,4) = 22,32 \text{ t.}$$

position de la résultante des efforts normaux :



$$\sum M^H_0 = 0 \Rightarrow 1,3 \times N_1 + 4,55 N_2 + (N_4 + N_3) 6,2 + 7,75 N_3 + 11,1 N_4 - R x = 0$$

$$R = 585 \text{ t} \Rightarrow x = \frac{1,3 \times N_1 + 4,55 N_2 + (N_4 + N_3) 6,2 + 7,75 N_3 + 11,1 N_4}{R}$$

$$\Rightarrow x = \frac{3623,176}{585} = 6,19 \text{ m.}$$

L'excentricité :  $e = |620 - 619| = 1 \text{ cm} < \frac{L}{4} = \frac{1240}{4} = 310 \text{ cm.}$

donc la poutelle est stable.

calcul des ( $\sigma_1$  et  $\sigma_2$ ) :

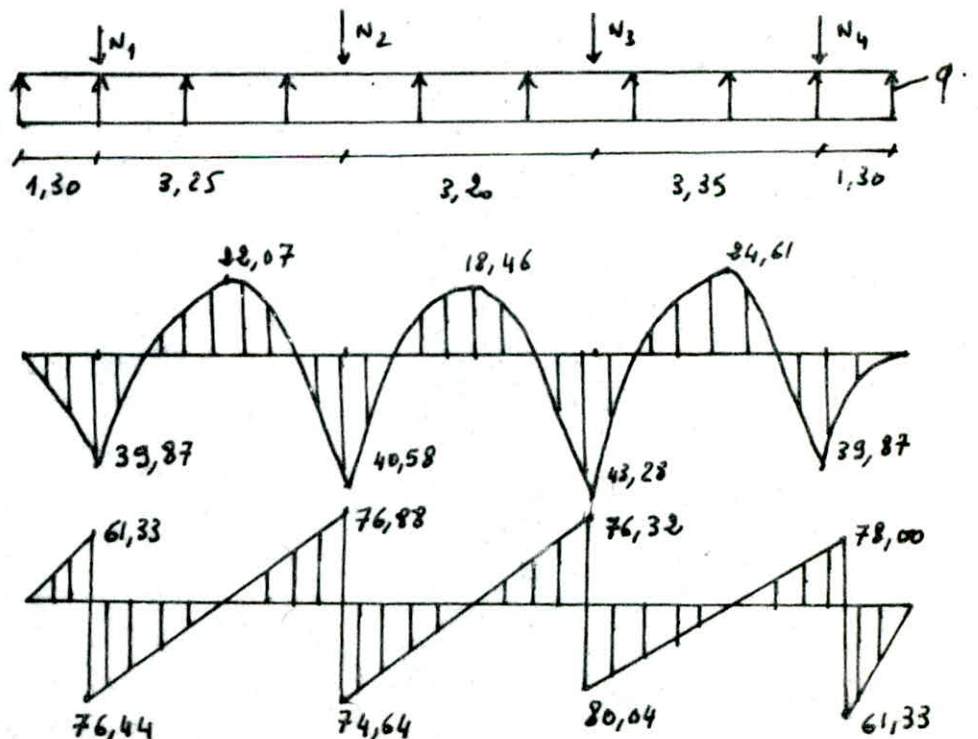
$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{12} r}{L \cdot B} \left( 1 \mp \frac{6e}{L} \right) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 1,89 \text{ kg/cm}^2 < 2 \text{ kg/cm}^2 = \bar{\sigma}_s \\ \sigma_2 = 1,87 \text{ kg/cm}^2 < 2 \text{ kg/cm}^2 = \bar{\sigma}_s \end{array} \right.$$

Ferraillage de la poutelle :

Sous longitudinal :

elle agit comme une poutre renversée, avec les poteaux comme appuis soumise à une charge uniformément répartie "q".

$$q = \frac{N_r}{L} = \frac{585}{12,4} = 47,177 \frac{\text{t}}{\text{ml}}$$



les efforts sont calculés par la méthode des trois moments.

EN France :  $M_t(\max) = 24,61 \text{ t.m.}$

$$\mu = \frac{15 M_t}{\bar{\sigma}_a b h^2} = 0,021 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon = 0,9363 \\ K = 63,5 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{K} = \frac{2800}{63,5} = 44,09 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b \Rightarrow \dot{A} = 0$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \varepsilon h} = \frac{24,61 \times 10^5}{2800 \times 0,9363 \times 38} = 18,77 \text{ cm}^2 \Rightarrow 8 T_2 = 25,13 \text{ cm}^2$$

Sur appui :

$$M_a = 43,28 \text{ t.m.} \Rightarrow \mu = \frac{15 M_a}{\bar{\sigma}_a \cdot b h^2} = 0,037 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon = 0,9180 \\ K = 46,0 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{46} = 60,87 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b \text{ donc } \dot{A} = 0$$

$$A = \frac{M_a}{\varepsilon \cdot h \cdot \bar{\sigma}_a} = \frac{43,28 \times 10^5}{0,918 \times 38 \times 2800} = 33,67 \text{ cm}^2 \Rightarrow 12 T_2 = 37,68 \text{ cm}^2$$

Vérification :

condition aux appuis :

$$A \bar{\sigma}_a > T + \frac{M}{8} = 80,04 \times 10^3 - \frac{43,28 \times 10^5}{\frac{7}{8} \times 55} = -9992,5 \text{ kg} < 0$$

donc aucune vérification, de la section, des armatures à l'appui et de leur ancrage n'est nécessaires.

Condition, de non entassement, des barres :

$$\tau_d = \frac{T}{n p g} = \frac{39,87 \times 10^3}{8 \times 71 \times 2 \times \frac{7}{8} \times 38} = \frac{1469,4}{2198} = 6,7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_b = 2 \varphi_b \bar{\sigma}_b = 2 \times 1,5 \times 5,9 = 17,4 \text{ kg/cm}^2 \text{ d'où } \tau_d < \bar{\tau}_b \text{ vérifiée.}$$

Armatures transversales :

$$\tau_b = \frac{T_{\max}}{b g} = \frac{80,04 \times 10^3}{238 \times \frac{7}{8} \times 58} = 7,81 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_b = 41,55 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \tau_b = \left(4,5 - \frac{\sigma'_b}{\bar{\sigma}_b}\right) \bar{\sigma}_b = 22,97 \text{ kg/cm}^2$$

donc  $\tau_b < \bar{\tau}_b \Rightarrow$  on peut utiliser, des cadres et étriers, perpendiculaire à la ligne moyenne avec :



$$t \leq \frac{A_t q \bar{\sigma}_{at}}{T} \quad (\psi_{10} = 8) \quad A_t = 6,28 \text{ cm}^2, \quad \bar{\sigma}_{at} = 2200 \text{ kg/cm}^2.$$

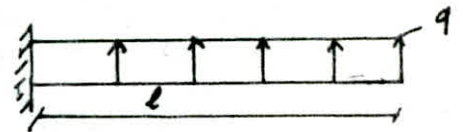
$$t \leq 30 \text{ cm.} \quad \text{avec} \quad \bar{t} = \max \begin{cases} 0,2h = 10 \text{ cm} \\ (1 - 0,3 \frac{\tau_b}{\sigma_b}) h = 33 \text{ cm.} \end{cases}$$

donc on prendra :  $t = 30 \text{ cm.}$

Sens transversal :

$$q = \frac{47,177}{2,5} = 18,87 \text{ t/ml}, \quad b = 100 \text{ cm}, \quad h = 50 \text{ cm.}$$

$$l = \frac{B - b}{2} = \frac{2,5 - 0,6}{2} = 0,95 \text{ m.}$$



$$M_a = q l \frac{l}{2} = 8,52 \text{ t.m.}$$

$$T(\max) = q l = 17,93 \text{ t.}$$

$$\mu = \frac{15 M_a}{\bar{\sigma}_a b h^2} = 0,018 \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9408. \\ K = 69,5. \end{cases} \quad \text{soit } \bar{\sigma}_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = 40,29 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_b^{\text{lim}} \Rightarrow A' = 0.$$

$$A = \frac{M_a}{\bar{\sigma}_a \epsilon h} = 6,47 \text{ cm}^2 \Rightarrow A = 5714 = 7,69 \text{ cm}^2. \quad \text{espace, soit } 20 \text{ cm.}$$

Vérification au cisaillement :

$$\tau_b = \frac{T(\max)}{b z} = \frac{17,93 \times 10^3}{100 \times \frac{2}{3} \times 50} = 4,1 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 3,5 \bar{\sigma}_b = 2,65 \text{ kg/cm}^2$$

---

LONGRINES

---



Calcul des longrines

Les longrines sont prévues entre les poutres, dans le sens longitudinal du bâtiment, pour reprendre les moments à la base, des poteaux.

Ces longrines, doivent être calculées conformément à l'article 42. 33 R.P. 81), pour résister à la traction sous l'action d'une force égale à :

$$\frac{N}{15}, \text{ pour la terrasse, où la distance moyenne.}$$

$$\frac{N}{10} \text{ " " " meuble.}$$

Le ferrailage minimum doit être 4T14 ou 4T12 avec un espacement ne dépassant pas 20 cm.

N: l'effort axial, du poteau considéré.

Dimensionnement et ferrailage, de longrines:

$$N(\max) = 168,847t. \Rightarrow \frac{N}{10} = 16,885t.$$

La section, d'acier nécessaire à la traction est:  $A \geq \frac{N}{\sigma_a} = \frac{16,885 \times 10^3}{2800}$

$$A \geq 6,03 \text{ cm}^2 \text{ on, prendra } 4T14 = 6,15 \text{ cm}^2.$$

condition, de non fragilité:

$$B_f \leq \frac{A \sigma_{en}}{\sigma_{28}} = \frac{6,15 \times 4200}{23,3} = 1113,363 \Rightarrow \sqrt{B_f} = 34 \text{ cm.}$$

donc on, prendra, de longrines (30x40 cm<sup>2</sup>).

Vérification à la fissuration:

$$w_f = \frac{A}{B_f} = \frac{6,15}{30 \times 40} = 0,00512$$

$$\sigma_1 = \frac{KM}{\phi} \frac{w_f}{1+10w_f} = 835,74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{MK}{\phi} \sigma_a} = 2413,67 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow \max(\sigma_1, \sigma_2) < \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2.$$

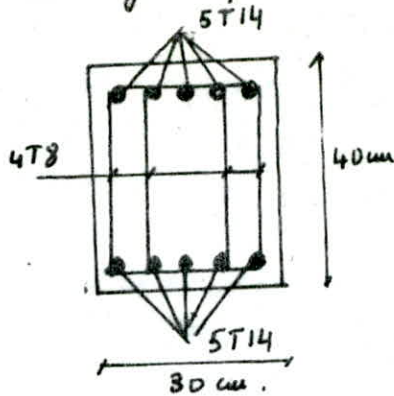
La condition, de non fissuration n'est pas vérifiée, on, doit changer la contrainte admissible  $\bar{\sigma}_a$ .

$$\bar{\sigma}_a = \frac{N}{A} = \frac{16885}{AS} \Rightarrow A = \frac{16885}{2413,67} = 7 \text{ cm}^2.$$

finalment on choisit: 5T14 = 7,69 cm<sup>2</sup>.

Armatures transversales :

on prendra 2 cales  $\phi 8 \Rightarrow A_t = 2,01 \text{ cm}^2$ , espacés, de 7,5 cm.  
 les longrines, doivent armées symétriquement.



Voile périphérique

inscription "R.P.A 81"

les ouvertures au dessous du niveau de base, formés de poteaux contre vide sanitaires ou sous sols, doivent comporter un voile périphérique continue entre le niveau des fondations et le niveau de base en regard et ce voile ceinture le bâtiment et assure, un bon chaînage et une bonne stabilité de l'ensemble, au cas il supporte la force exercée par la poussée des terres.

dimension du voile :

l'épaisseur du voile, doit être  $\geq 15 \text{ cm} \Rightarrow e = 20 \text{ cm}$ .

la hauteur du voile  $\geq \max(\frac{1}{10}$ , de la hauteur totale du bâtiment; et dans notre cas  $h_f = 3,10 \text{ m}$ .

ferraillage du voile :

le R.P.A recommande de prendre de armatures longitudinales supérieur  $\geq 0,2\%$  de la section transversale du voile.

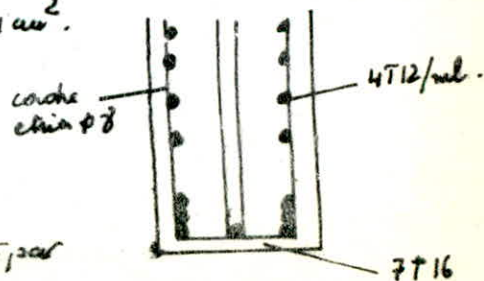
$A_L \geq 0,2\% R.C = 0,2\% 310 \times 20 = 12,4 \text{ cm}^2$ .

soit 7T16

Armatures longitudinales de pose :

$A \geq 2 \text{ cm}^2 / \text{ml}$ . soit 4T12 = 4,52 cm<sup>2</sup>/ml et, par

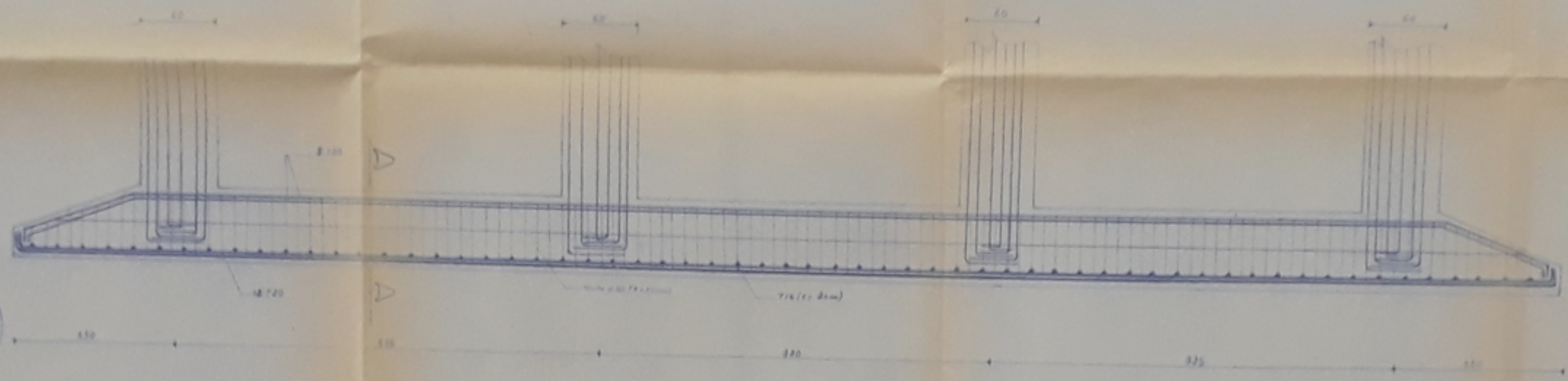
face, dans les angles on met de équeres, de renforcement.





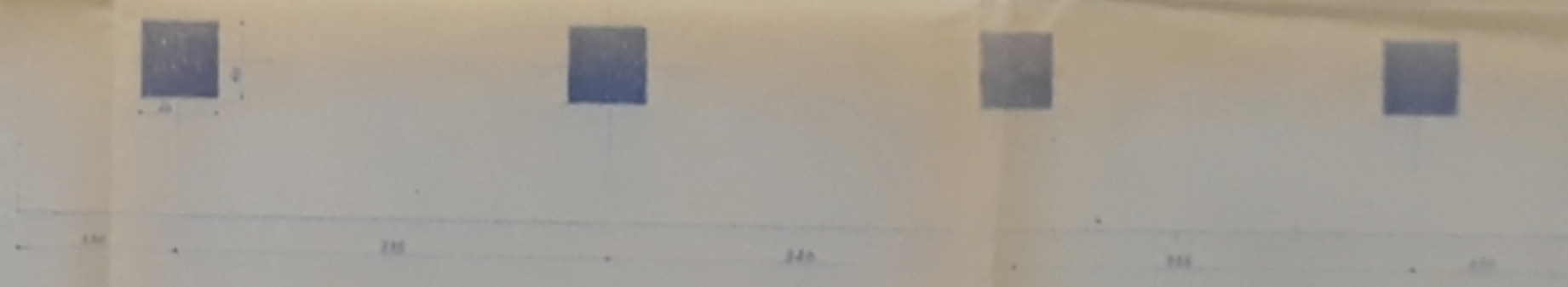
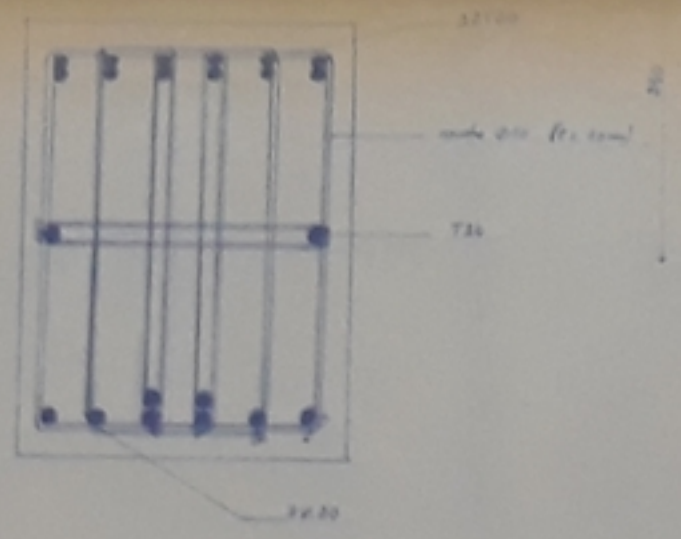
## BIBLIOGRAPHIE

- R.P.A 81
- Règles CCBA 68.
- calcul et vérification des ouvrages en béton Armé "Pierre Charrier".
- traité, de Béton armé tome 3 et 4 "Guerrin".
- calcul des ouvrages en béton armé "Bellaïou Gou".
- conception et calcul de structure soumises au séisme "O.P.U".
- thèse mémoire béton armé "V. DAVIDOVICI".
- thèse mémoire béton armé "J. Goulet".



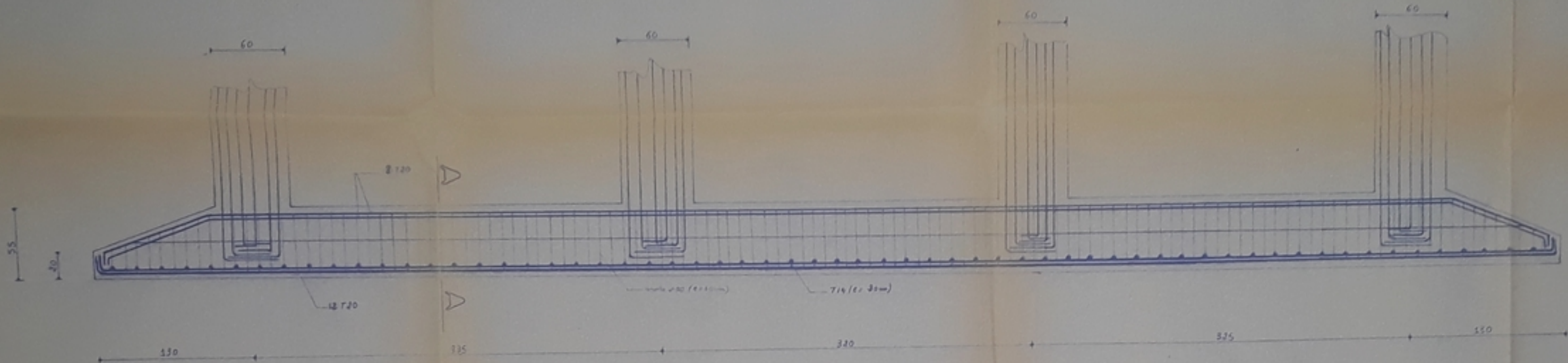
COUPE A.A

ECH:1/30



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE	
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DP' G.C	
PROJET DE FIN D'ETUDES	ECH:1/20
FERRAILLAGE DE LA SEMELLE	PROPOSE PAR C.T.C
ETABLI PAR MOHAMMED ORABI PAR MOHAMMED ORABI	DATE PAR 15/10/20

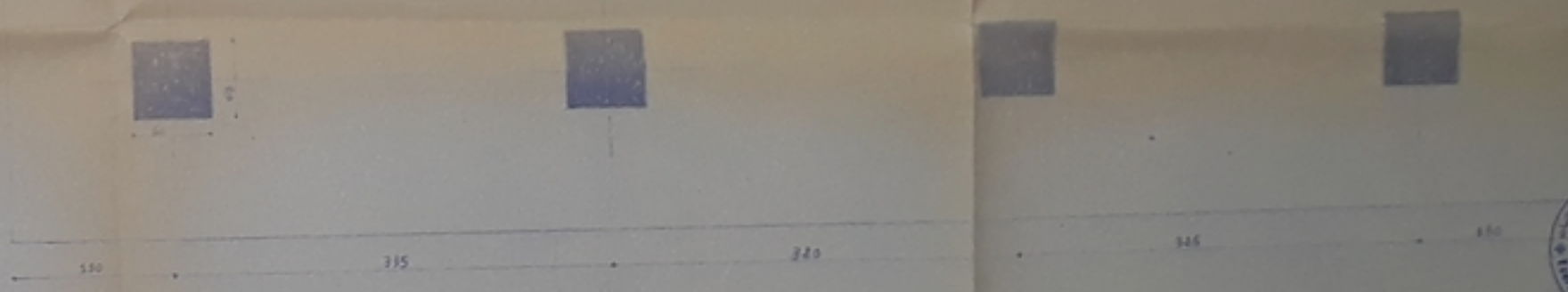
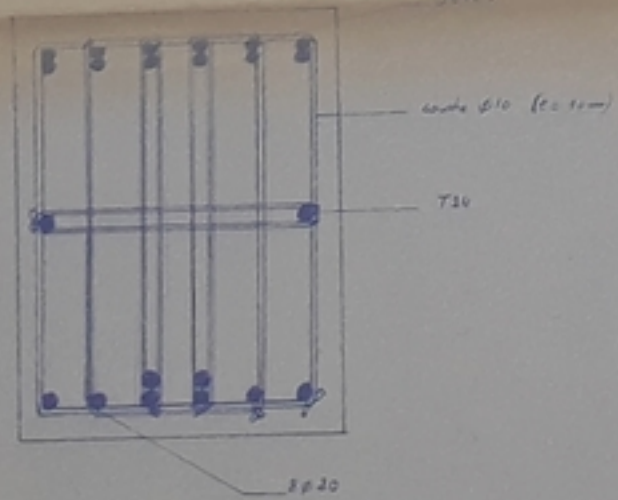




COUPE A.A

ECH:1/30

PB02488  
- 2 -

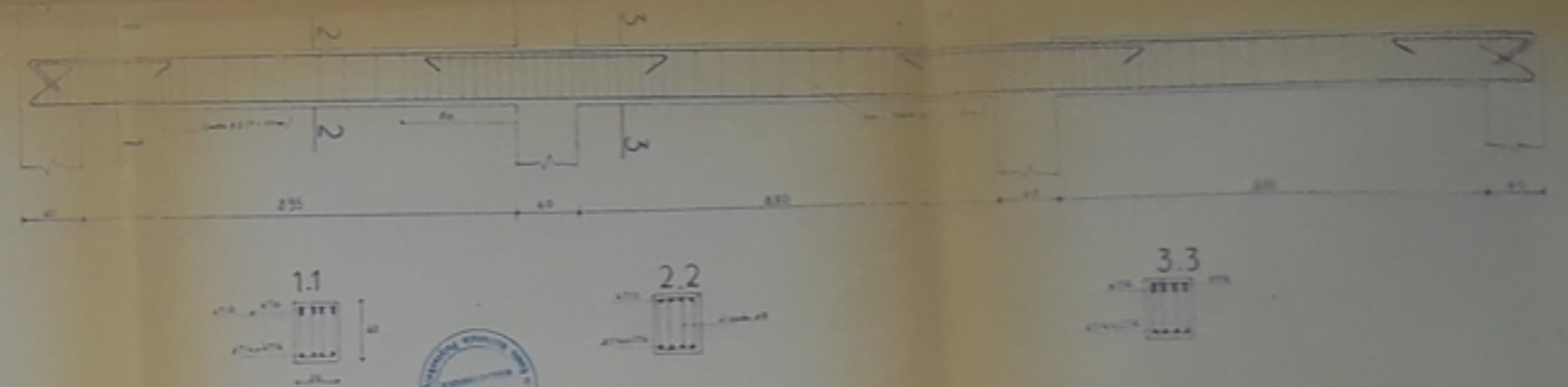
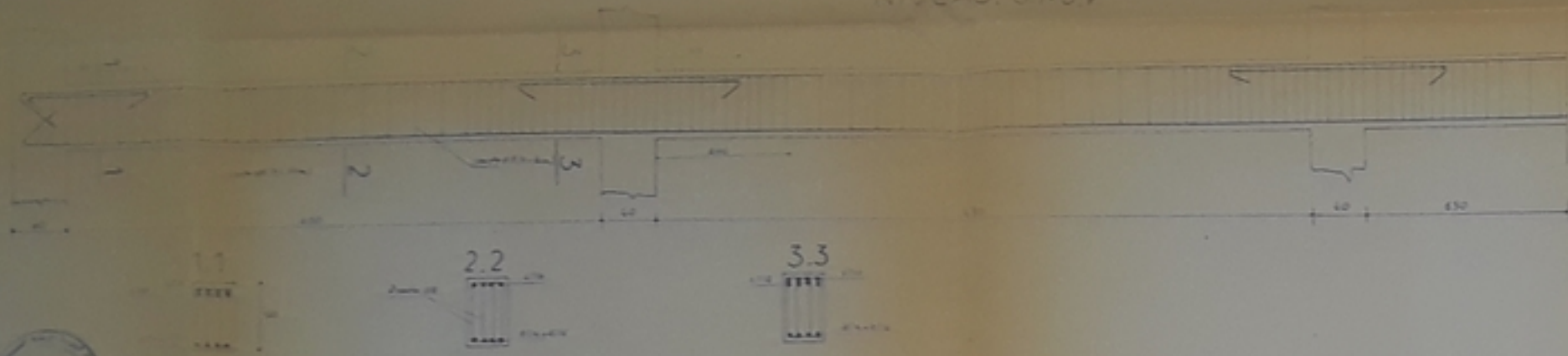


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE	
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DP <sup>r</sup> G.C	
PROJET DE FIN D'ETUDES	ECH:1/20
FERRAILLAGE DE LA SEMELLE	PROPOSE PAR: CTC
ETUDE PAR MOHAMED	DIRIGE PAR: IBRAHIM MO 23 JUN



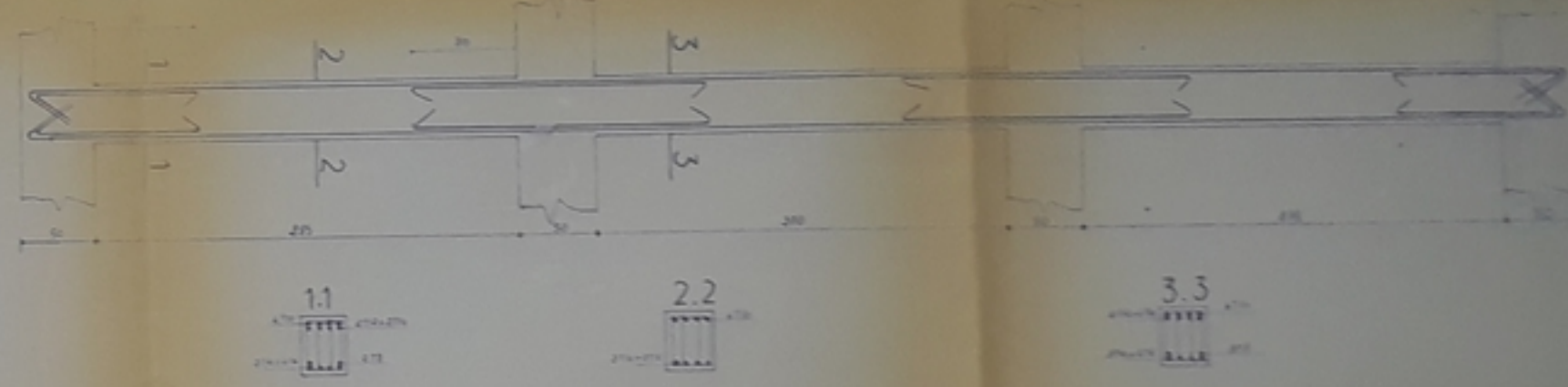
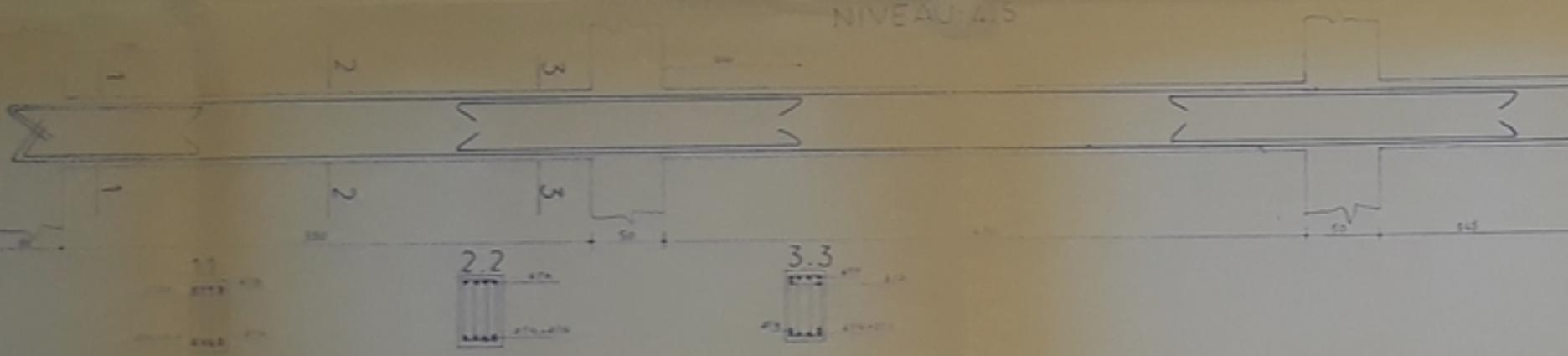
NIVEAU: 6.7.8.9

NIVEAU: 7.8.9



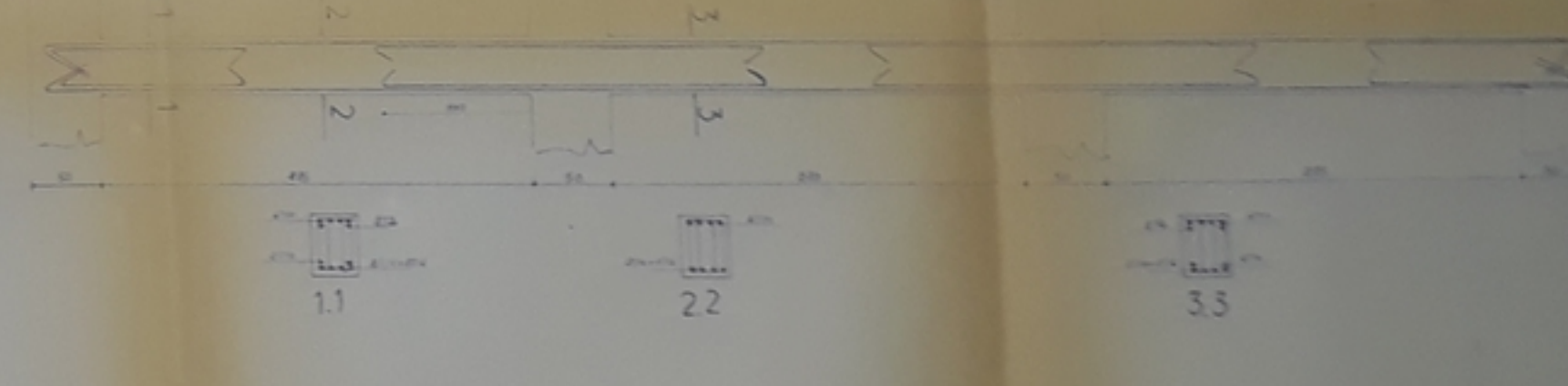
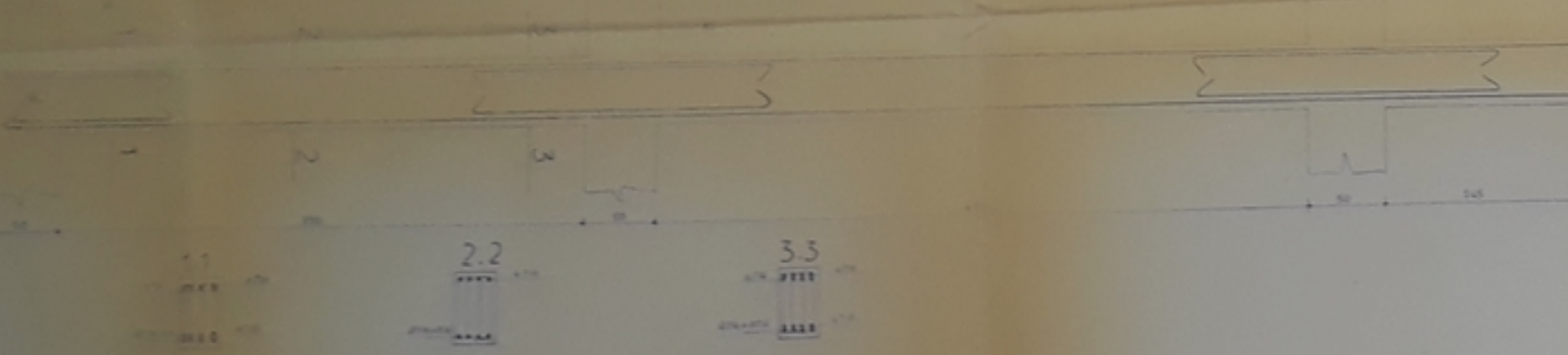
NIVEAU: 4.5

NIVEAU: 6



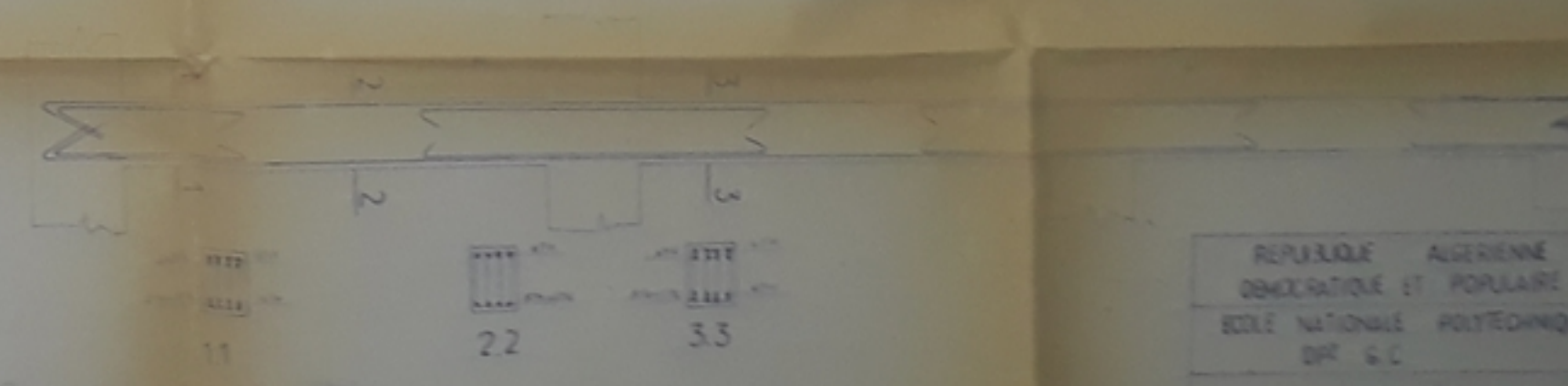
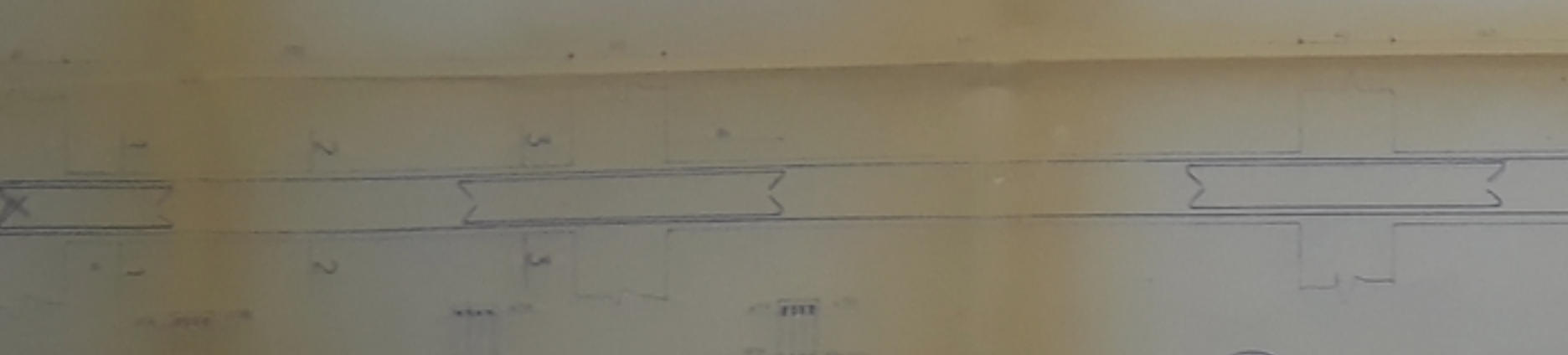
NIVEAU: 2.3

NIVEAU: 5



NIVEAU: 1

NIVEAU: 1.2.3.4

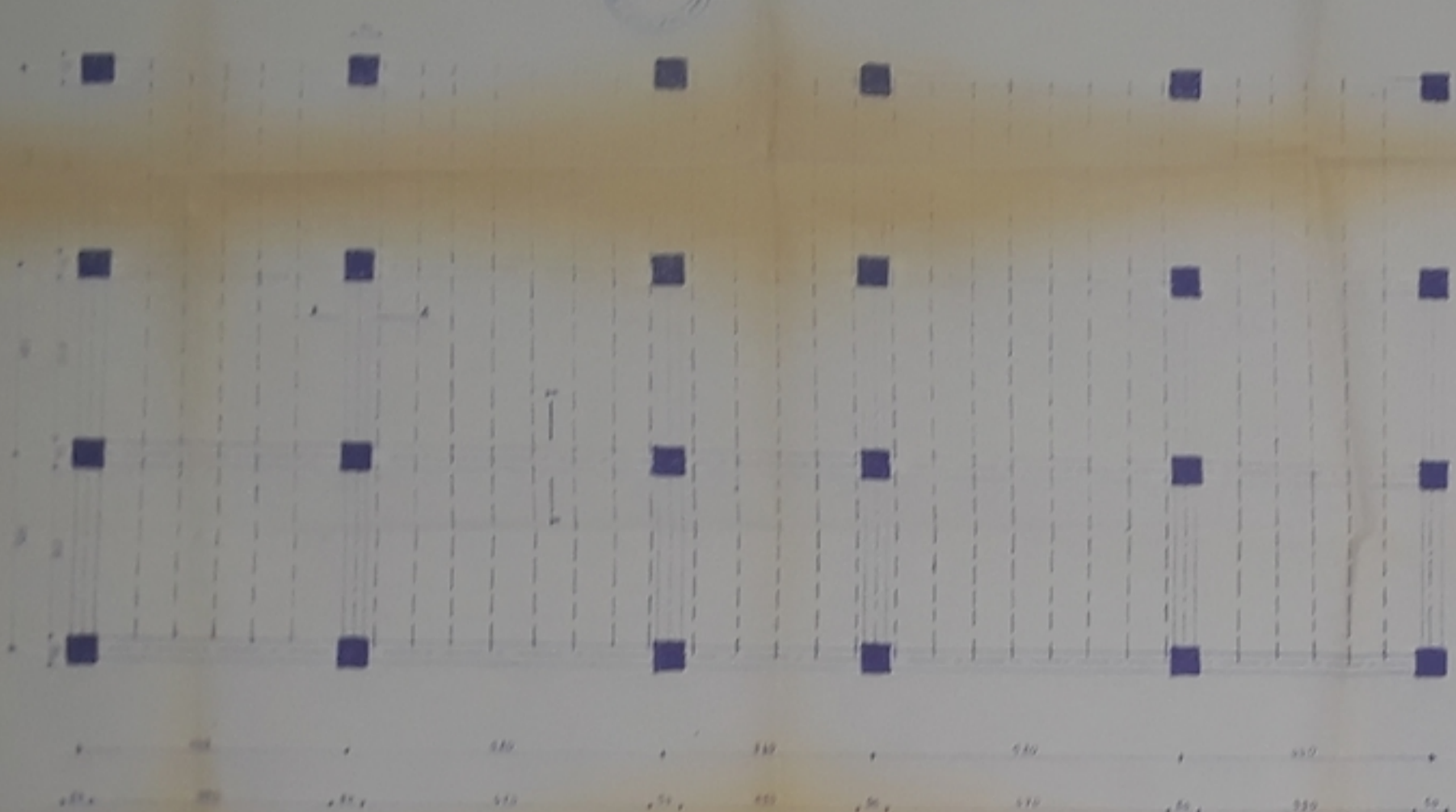
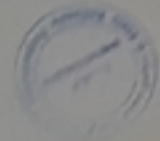


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE	
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE BP 67	
PROJET DE FIN D'ETUDES	ED: 100
FERRAILLAGE DES POUTRES	PROPOSE PAR C.N.
ETUDE DES MEMBRES SOULEVES	DATE PAR: 1988 10 JUIN 88

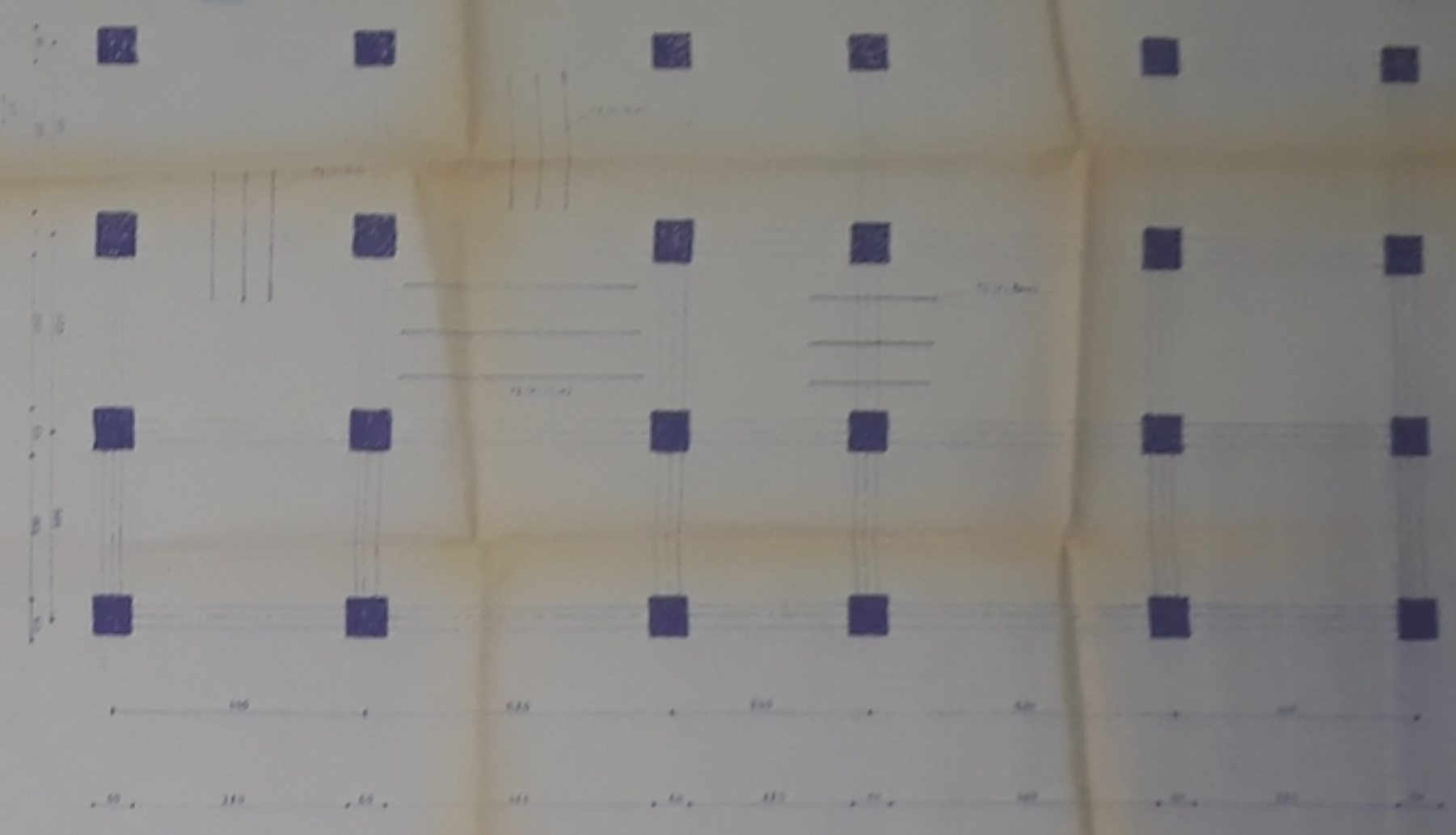
08 024 98  
-3-



ETAGE COURANT



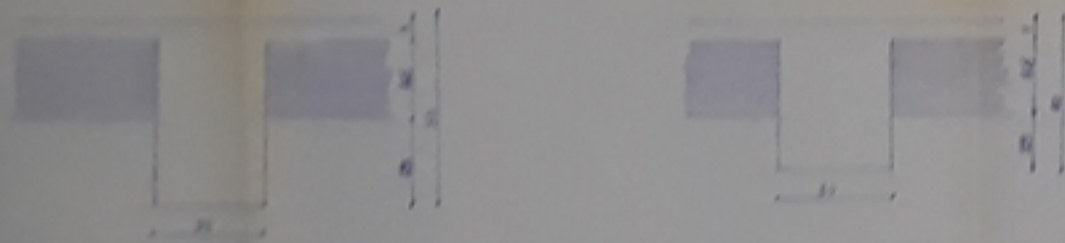
REZ DE CHAUSSEE



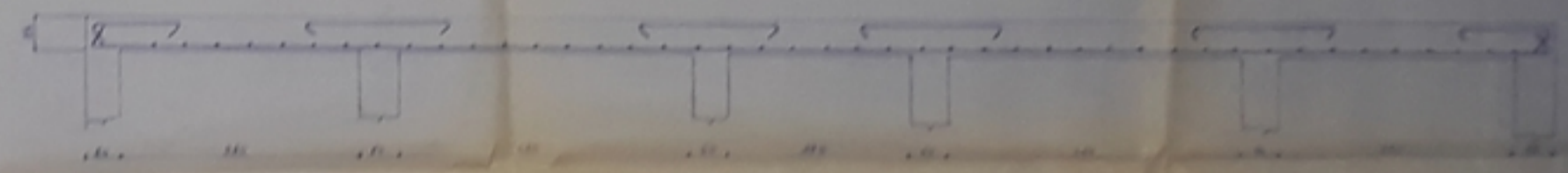
COUPE 1.1

ECH. 1/10

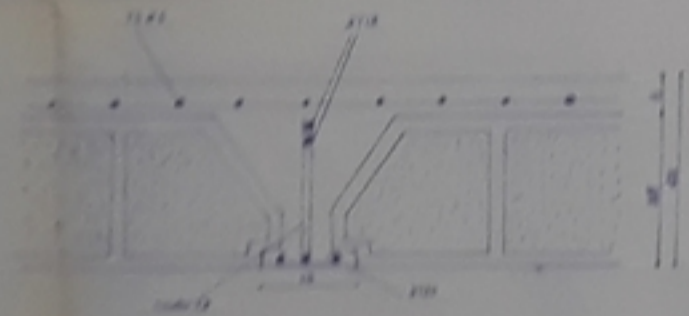
COUPE 2.2



ECH. 1/20



CA 101



REPUBLIQUE ALGERIENNE  
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
DIP. G.C.

PROJET DE FIN D'ETUDES

ECH. 1/50

FERRAILLAGE DE  
PLANCHER

PROPOSE PAR  
CTC

ETUDE PAR MOHAMMED  
MOURJIDA

DIRIGE PAR YOUSSEF  
PRO. JUN 88

