

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

13/88

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

2EX

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
EN VOILES ET EN PORTIQUES :
ETUDE COMPARATIVE**

2 PLANCHES

Proposé par:
M^r BENSLIMANE
Idriss

Etudié par :
M^r KIBBOUA Abderrahmane
et
M^r ALIANE Messaoud

Dirigé par :
M^r BENSLIMANE
Idriss

PROMOTION : JANVIER 1988

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT : GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

**ETUDE D'UN BATIMENT (R + 6) EN
VOILES ET EN PORTIQUES
ETUDE COMPARATIVE**

Proposé par :

M^r BENSLIMANE Idriss

Etudié par :

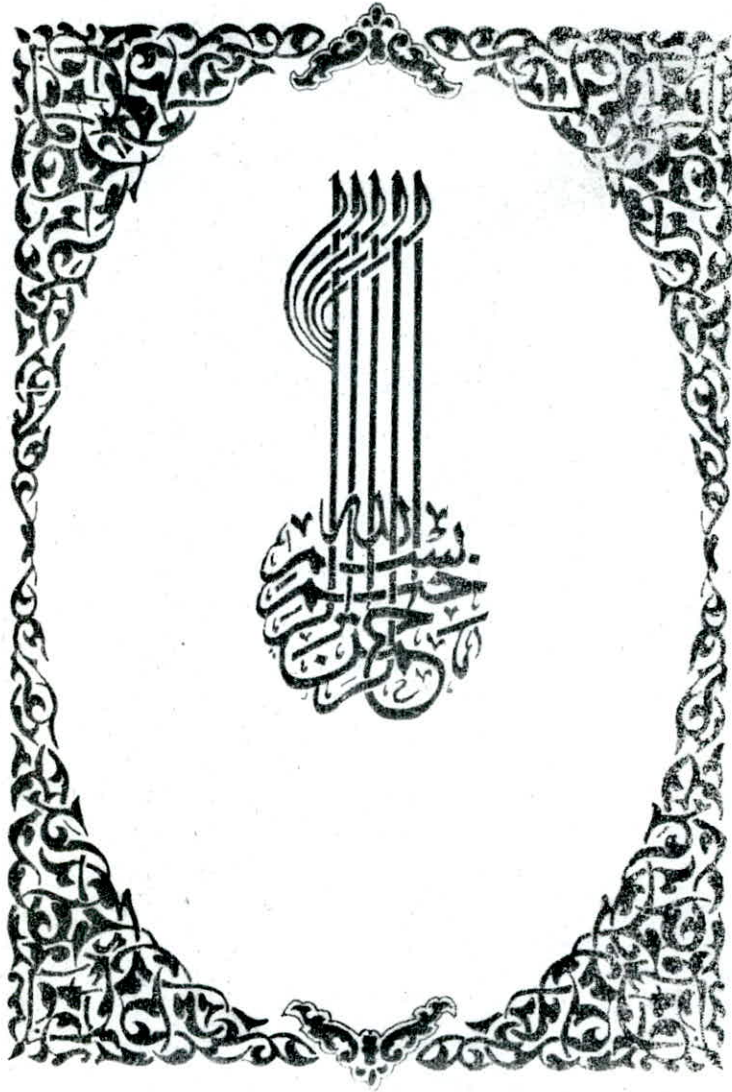
M^r KIBBOUA Abderrahmane
M^r ALIANE Messaoud

Dirigé par :

M^r BENSLIMANE Idriss

PROMOTION : Janvier 1988

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique



REMERCIEMENTS.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur M^{re} BENSLIMANE Idriss pour l'aide qu'il nous a apporté et le constant intérêt qu'il a accordé à notre travail.

On est également reconnaissant à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

DÉDICACES.

Je dédie ce travail :

- À mes chers parents pour tous les sacrifices consentis à mon égard.
- À toute ma famille.
- À mes frères, mes sœurs, mes cousins et cousines.
- À tous mes amis.
- Et à tous ceux qui me sont chers.

A. KIBBOUA

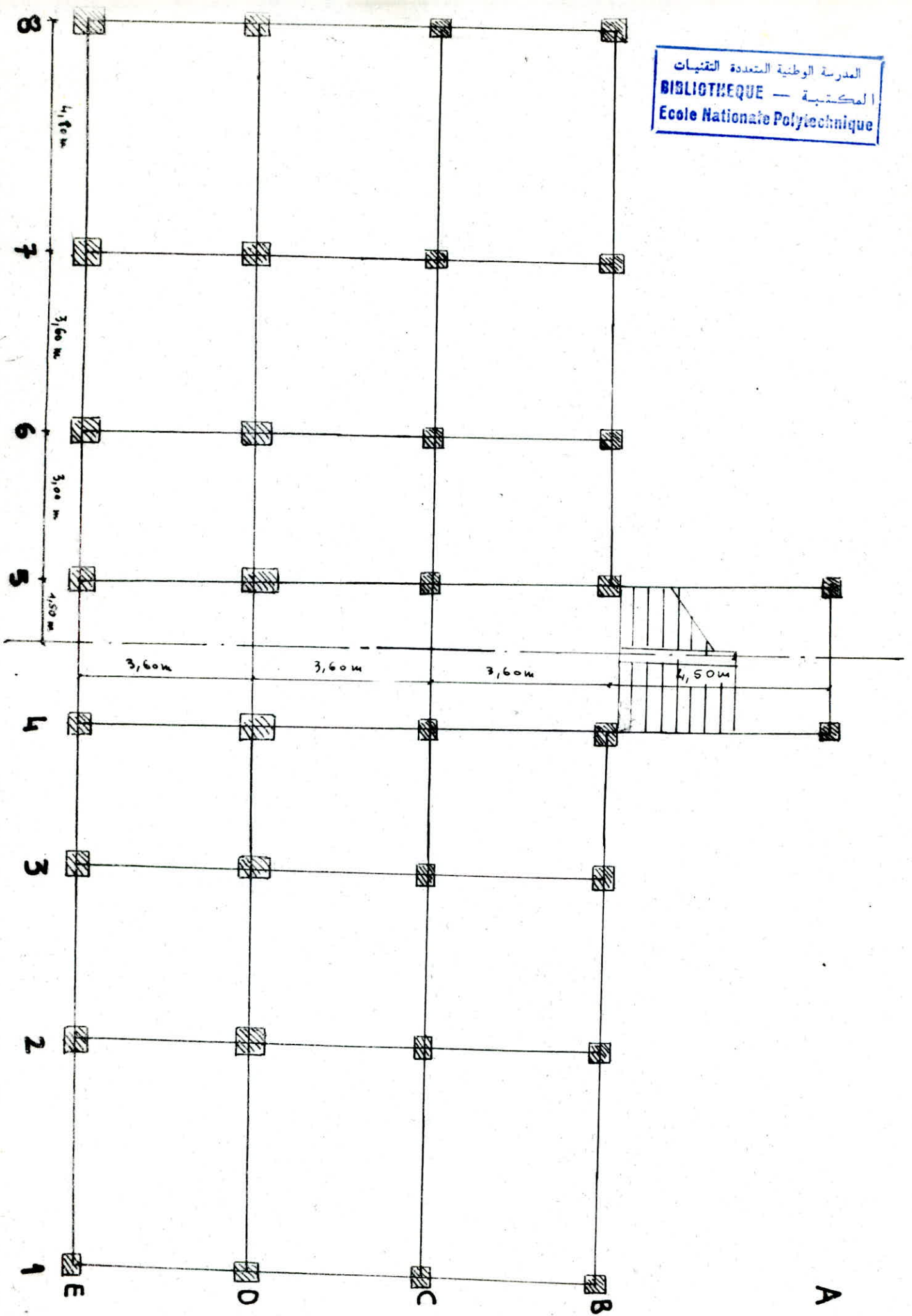
Je dédie ce modeste travail :

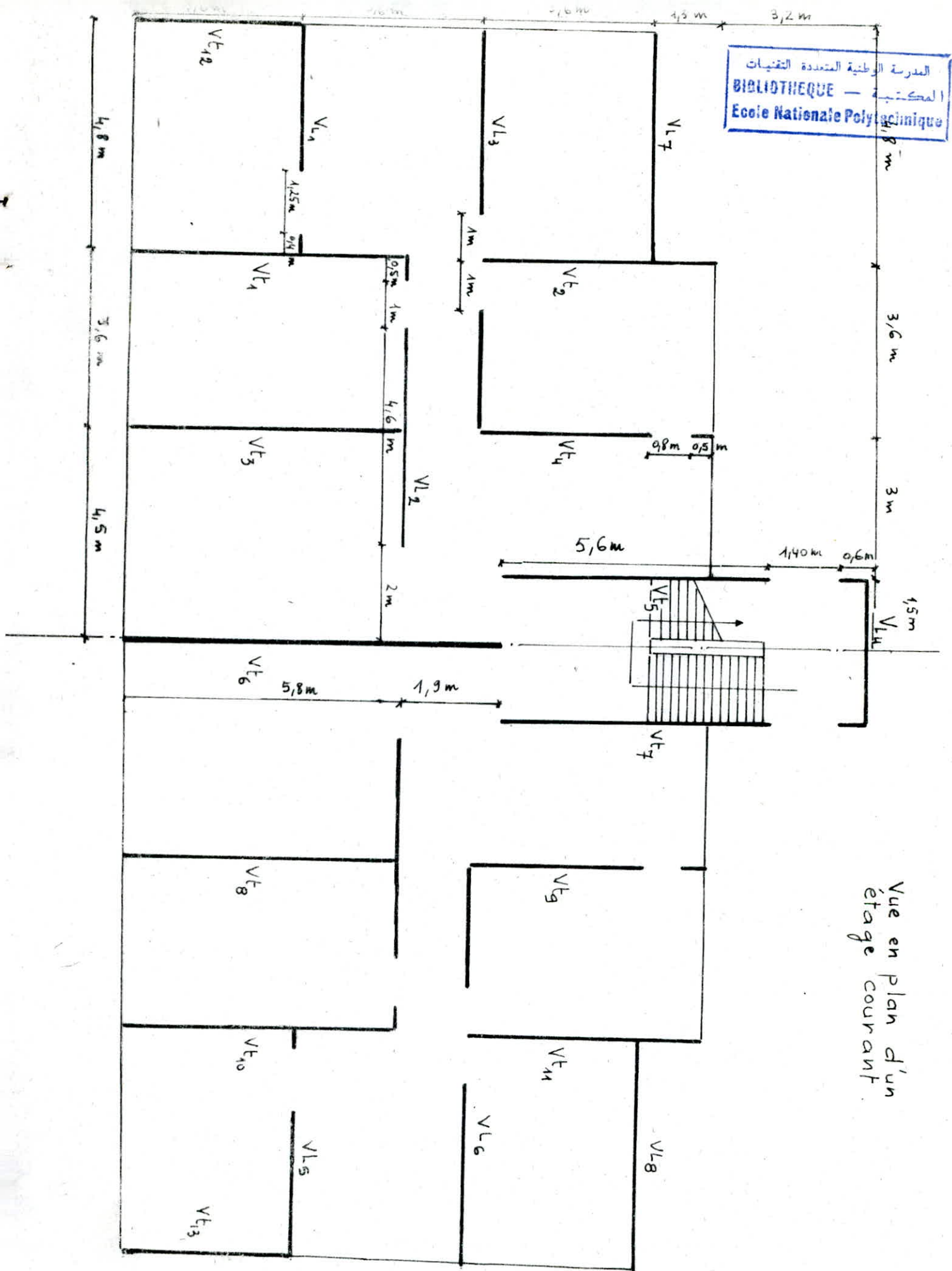
- À ma mère, mon père
- À mon frère et mes sœurs
- À tout mes frères en Dieu
- À tout mes amis SCOUTS
- Et à tout ceux que j'aime.

M. ALIANE

SOMMAIRE

CARACTÉRISTIQUES MECANIQUES	
DES MATERIAUX — — — — —	5
DESCENTE DE CHARGES — — — — —	6
PREDIMENSIONNEMENT — — — — —	8
INERTIES EQUIVALENTES — — — — —	9
CALCUL DES RIGIDITES — — — — —	14
PERIODES ET FORCES SISMQUES — — — — —	17
DISTRIBUTION DES CHARGES HORIZONTALES	
(STRUCTURE VOILE) — — — — —	27
CHARGES VERTICALES (STRUCTURE VOILE) — — — — —	41
SUPERPOSITION DES SOLLICITATIONS	
(STRUCTURE VOILES) — — — — —	48
FERRAILLAGE DES ELEMENTS (VOILES) — — — — —	53
CHARGES HORIZONTALES	
(structure Portique) — — — — —	60
CHARGES VERTICALES (structure Portique) — — — — —	77
SUPERPOSITION DES SOLLICITATIONS	
(Structure Portiques) — — — — —	87
FERRAILLAGE DES ELEMENTS (structure Portiques) — — — — —	102
MÉTRÉ — — — — —	107





Vue en plan d'un étage courant.

II. CARACTERISTIQUES MECANIKES DES MATERIAUX.

1. Béton: Le béton armé entrant dans la construction du bâtiment sera conforme aux règles techniques de conception et de calcul des ouvrages en béton armé (CCBA 68), et à tous les règlements en vigueur applicable en Algérie.

Il est dosé à 350 kg/m^3 de CPA 325.

1.1. Contraintes de compression admissibles:

a) Sollicitation du 1^{er} genre:

$$\bar{\sigma}'_b = \alpha \beta \gamma \delta \varepsilon \sigma'_{28} \quad \text{avec} \quad \sigma'_{28} = 275 \text{ kgf/cm}^2$$

- * α : dépend de la classe du ciment $\alpha = 1$ pour CPA 325.
- * β : dépend de l'efficacité du contrôle $\beta = \frac{5}{6}$ pour contrôle atténué.
- * γ : dépend des épaisseurs des éléments h_m et des dimensions des granulats C_g .

$$\text{Si } h_m \geq 4 C_g \Rightarrow \gamma = 1$$

$$\text{Si } h_m < 4 C_g \Rightarrow \gamma = \frac{h_m}{4 C_g}$$

* δ : dépend de la répartition des contraintes dans la section.

- compression simple: $\delta = 0,3$
- flexion simple et flexion composée avec effort de traction: $\delta = 0,6$
- flexion composée avec effort de compression: $\delta = 0,3 \left(1 + \frac{e_0}{e_1}\right)$
avec maximum 0,6.

* ε : dépend du mode de la sollicitation et de la forme de la section.

- compression simple, quelque soit la forme de la section $\varepsilon = 1$.
- flexion composée avec traction ou flexion simple pour la section rectangulaire $\varepsilon = 1$.

- pour les autres cas ε est déterminé par la condition: $\sigma'_m \leq \bar{\sigma}'_{b_0}$

où: σ'_m = contrainte moyenne dans le béton.

$\bar{\sigma}'_{b_0}$ = contrainte admissible en compression simple.

Généralement ε est tel que: $0,5 < \varepsilon < 1$.

b) Sollicitation du 2nd genre:

$\bar{\sigma}'_b = 1,5 \alpha \beta \gamma \delta \epsilon \sigma'_{28}$. ($\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ sont déterminés précédemment).
1.2. Contrainte de traction de référence:

a) Sollicitation du 1^{er} genre:

$\bar{\sigma}'_b = \rho_b \cdot \sigma'_{28}$ avec $\rho_b = \alpha \beta \gamma \theta$
 θ est liée à la résistance nominale du béton par la formule: $\theta = 0,018 + \frac{2,1}{\sigma'_{28}}$

b) Sollicitation du 2nd genre:

Pour la sollicitation totale pondérée du 2nd genre, la valeur précédente de θ est multipliée par 1,5.

Soit encore: $\theta = 1,5 \alpha \beta \gamma \theta \sigma'_{28}$.

On a donc:

- En compression simple:

1^{er} genre: $\bar{\sigma}'_{b0} = 1 \cdot \frac{5}{6} \cdot 0,3 \cdot 275 = 68,5 \text{ Kgf/cm}^2$

2^e genre: $\bar{\sigma}'_{b0} = 1,5 \cdot 68,5 = 102,75 \text{ Kgf/cm}^2$

- En flexion simple: (section rectangulaire)

1^{er} genre: $\bar{\sigma}'_b = 1,5 \cdot \frac{5}{6} \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 275 = 137 \text{ Kgf/cm}^2$

2nd genre: $\bar{\sigma}'_b = 1,5 \cdot 137 = 205,5 \text{ Kgf/cm}^2$

Pour la contrainte de traction de référence:

1^{er} genre: $\bar{\sigma}'_b = 1 \cdot \frac{5}{6} \cdot 1 \cdot 0,00258 = 5,9 \text{ Kgf/cm}^2$

2nd genre: $\bar{\sigma}'_b = 1,5 \cdot 5,9 = 8,85 \text{ Kgf/cm}^2$

2. Aciers:

L'acier doit être propre et dépourvu de toute trace de rouille non adhérente, de peinture et de graisse.

Ces aciers utilisés pour constituer les armatures de béton armé sont de trois types:

* Aciers doux (ronds lisses): Ils sont de nuance FeE 24 ayant une limite d'élasticité nominale: $\sigma_{eu} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$.

- Contraintes de traction admissibles:

$\bar{\sigma}_a = \rho_a \cdot \sigma_{eu}$
1^{er} genre: $\bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \sigma_{eu} = \frac{2}{3} \cdot 2400 = 1600 \text{ Kgf/cm}^2$
2^e genre: $\bar{\sigma}_a = 1,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot \sigma_{eu} = 2400 \text{ Kgf/cm}^2$

* Aciers à haute adhérence: (H.A)

Ils sont de nuance FeE40 dont la limite d'élasticité nominale est:

- pour $\phi \leq 20 \text{ mm} \rightarrow \sigma_{eu} = 4200 \text{ Kgf/cm}^2$.

- pour $\phi > 20 \text{ mm} \rightarrow \sigma_{eu} = 4000 \text{ Kgf/cm}^2$.

Contraintes admissibles:

Pour $\phi \leq 20 \text{ mm}$ $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{er}} \text{ genre: } \bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \cdot \sigma_{eu} = 2800 \text{ Kgf/cm}^2 \\ 2^{\text{nd}} \text{ genre: } \bar{\sigma}_a = 1,5 \cdot 2800 = 4200 \text{ Kgf/cm}^2 \end{array} \right.$

Pour $\phi > 20 \text{ mm}$ $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{er}} \text{ genre: } \bar{\sigma}_a = \frac{3}{2} \sigma_{eu} = 2666,7 \text{ Kgf/cm}^2 \\ 2^{\text{nd}} \text{ genre: } \bar{\sigma}_a = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \cdot \sigma_{eu} = 4000 \text{ Kgf/cm}^2 \end{array} \right.$

I. DESCENTE DE CHARGES.

CHARGES ET SURCHARGES. (VOILES)

a) Plancher terrasse:

* charges permanentes: (G)

- protection (gravillon 4 cm) ...	$0,04 \times 1800 = 72 \text{ kg/m}^2$
- Etanchéité multicouche	$= 10 \text{ kg/m}^2$
- Chape en béton 3 cm	$0,03 \times 2000 = 60 \text{ kg/m}^2$
- Isolation thermique (Liège)	$= 10 \text{ kg/m}^2$
- béton de pente 5%	$0,05 \times 2000 = 100 \text{ kg/m}^2$
- Dalle pleine 16 cm	$0,16 \times 2500 = 400 \text{ kg/m}^2$
- Enduits en plâtre (1,5 cm)	$0,015 \times 1400 = 21 \text{ kg/m}^2$

$$G_T = 673 \text{ kg/m}^2$$

b) Plancher étage courant:

* charges permanentes:

- carrelage (2 cm)	$22 \text{ kg/m}^2/\text{cm} \times 2 = 44 \text{ kg/m}^2$
- mortier de pose (2 cm)	$2000 \times 0,02 = 40 \text{ kg/m}^2$
- Sable (3 cm)	$1700 \times 0,03 = 51 \text{ kg/m}^2$
- Isolation thermique	$= 10 \text{ kg/m}^2$
- Dalle pleine (16 cm)	$2500 \times 0,16 = 400 \text{ kg/m}^2$
- Enduits de plâtre (1,5 cm)	$1400 \times 0,015 = 21 \text{ kg/m}^2$
- Cloisons	$= 75 \text{ kg/m}^2$

$$G_{EC} = 641 \text{ kg/m}^2$$

c) Escaliers:

- Volée :	$G = 0,715 \text{ t/m}^2$;	$S = 0,25 \text{ t/m}^2$
- palier :	$G = 0,495 \text{ t/m}^2$;	$S = 0,25 \text{ t/m}^2$

d) surcharges d'exploitation: (P)

- terrasse inaccessible $0,100 \text{ t/m}^2$
- plancher courant $0,175 \text{ t/m}^2$
- escalier, paliers $0,250 \text{ t/m}^2$
- acrotère : force horizontale de ... $100 \text{ Kg/m}^2 = 0,1 \text{ t/m}^2$

CHARGES ET SURCHARGES (PORTIQUE):

- a) Plancher terrasse : $G = 0,658 \text{ t/m}^2$ $P = 0,100 \text{ t/m}^2$
- b) Plancher courant : $G = 0,546 \text{ t/m}^2$ $P = 0,175 \text{ t/m}^2$
- c) Escaliers : $\begin{cases} G_{es} = 0,715 \text{ t/m}^2 \\ G_{pal} = 0,495 \text{ t/m}^2 \end{cases}$ $\begin{cases} P_{es} = 0,250 \text{ t/m}^2 \\ P_{pal} = 0,250 \text{ t/m}^2 \end{cases}$
- d) Acrotère : $e = 10 \text{ cm}$; $h = 50 \text{ cm}$
 $G = 2,5 \times 0,1 \times 0,5 = 0,125 \text{ t/ml}$
 $P = 0,1 \text{ t/m}^2 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ t/ml}$
- e) Mur de façade : $G = 0,366 \times 2,86 = 0,7 \text{ t/ml}$

PREDIMENSIONNEMENT

1° Poutres:

Charges sur la poutre porteuse sous planchers:

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= 0,546 + 1,2 \cdot 0,175 = 0,756 \text{ t/m}^2 \\ q_2 &= 0,658 + 1,2 \cdot 0,1 = 0,778 \text{ t/m}^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_1 = 0,8 \text{ t/m}^2$$

Poids propre de la poutre: On prend une poutre de largeur $b = 30 \text{ cm}$ et de hauteur $h = 45 \text{ cm}$

$$\left. \begin{aligned} q_2 &= 0,3 \cdot 4,5 \cdot 2,5 = 3,38 \text{ t/ml} \\ q_1 &= 0,8 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ t/ml} \end{aligned} \right\} \Rightarrow q = 4,58 \text{ t/ml}$$

Moment isostatique en travée: $M_0 = \frac{q l^2}{8} = \frac{4,58 \cdot (4,5)^2}{8} = 11,58 \text{ tm}$

Moment hyperstatique en travée: $M = 0,85 M_0 = 9,84 \text{ tm}$

La travée de la poutre étant sollicitée sur tout par le 1^{er} genre:

$$M_{rb} = 24,9 b_0 h^2 \geq M_{ext}$$

$$h \geq \sqrt{\frac{9,84 \cdot 10^5}{24,9 \cdot 30}} = 36,29, \text{ on adopte pour les 2 sens, la section de } b = 30 \text{ cm et } h = 45 \text{ cm.}$$

2°) Poteaux:

$$S = 25,8 \times 15,3 = 395 \text{ m}^2$$

$$W = S \cdot 7 \cdot 1 = 276,5 \text{ t}$$

Effort tranchant sismique $V = 10\% W = 27,65 \text{ t}$

$$V_{\text{par étage}} = \frac{27,65}{7} = 3,95 \text{ t}; \quad V_{\text{par poteau}} = \frac{3,95}{8} = 0,5 \text{ t}$$

En majorant de 10% pour la sollicitation du 2nd genre: $V = 5,5 \text{ t}$

l'axe neutre étant supposé à mi-hauteur: $M = V \cdot z = 8,4 \text{ t} \cdot \text{m}$

Au nœud de rive, la participation de la poutre de rive est: $M = 0,5 M_0 = 6 \text{ t}$

Donc $M = 6 + 8,4 = 14,4 \text{ tm}$

Le poteau ayant une section arbitraire de 55×55 et calculé au 2^e genre $M_{rb} = 38,2 \cdot 55 \cdot (55)^2 = 63,6 \text{ tm} > 14,4 \text{ tm}$.

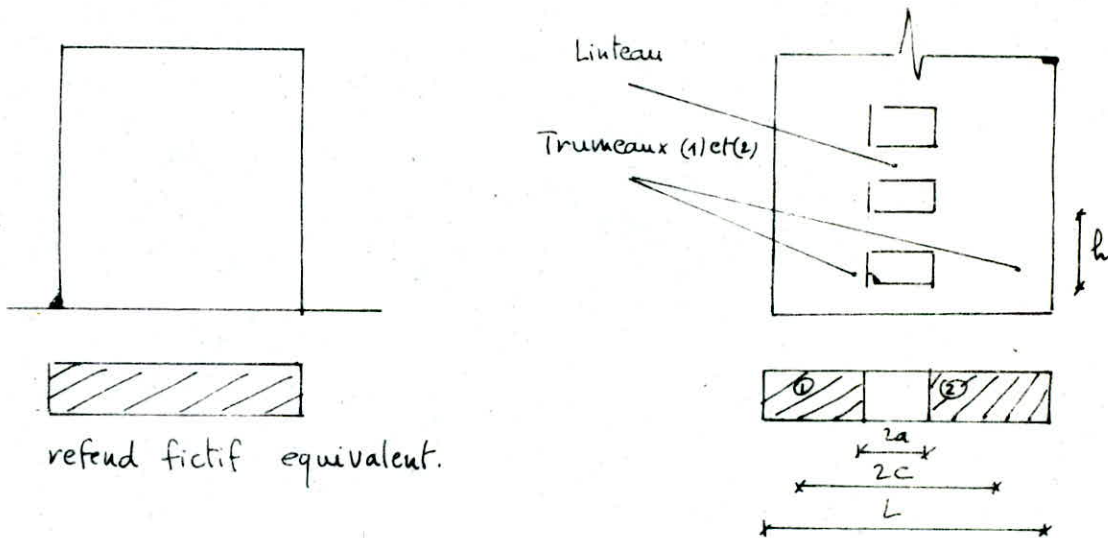
INERTIE EQUIVALENTE

L'introduction de la notion d'inertie équivalente permet par un artifice de calcul, d'assimiler les refends avec ouvertures aux refends linéaires pleins.

DÉFINITION :

On appellera " Inertie équivalente I_e " du refend considéré, l'inertie d'un refend linéaire plein fictif qui soumis au même effort horizontal uniformément réparti sur la hauteur du bâtiment, présenterait à son sommet une flèche égale à celle du refend avec ouvertures.

REFENDS AVEC UNE FILE D'OUVERTURE



$$I_{es} = \frac{\alpha_n \cdot I}{\frac{60}{11} \cdot \frac{2mc}{I_0} \cdot \frac{\lambda_0}{\alpha^2} + 1}$$

avec $I_0 = I_1 + I_2$

et :

$$\alpha_n = \frac{11}{20} + \frac{9}{20n} - \frac{1}{30n^2} - \frac{1}{30n^3}$$

- λ_0 : est lue sur l'abaque III. 10 page 81 (polycopié M. DAOUDI)
- I_1, I_2 : sont les inerties des 2 trumeaux respectivement.
- I : inertie totale du refend à une file d'ouverture.
- i : inertie du linteau.
- E : module d'YOUNG longitudinal du matériau constituant les trumeaux.

E' : module d'YOUNG longitudinal du matériau constituant les linteaux.

S_1, S_2 : aires des trumeaux (1) et (2).

On a :
$$m = \frac{2c}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2}}$$
 : moment statique de chacun des trumeaux par rapport au C.D.G de l'ensemble.

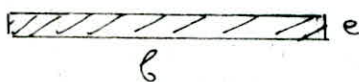
a : demi portée de l'ouverture.

$2c$: distance entre les C.D.G des trumeaux.

• Calcul de α :

$\alpha = \bar{\omega} \cdot H$ avec
$$\bar{\omega} = \frac{3E'a}{E(I_1+I_2)} \cdot \frac{I}{m} \cdot \frac{c}{a^3 \cdot h}; \quad (E=E')$$

REFENDS PLEINS (sans ouvertures).



$$I = e \frac{b^3}{12}$$

Le calcul des inerties équivalentes des différents voiles sont données dans le tableau suivant:

I_{ef} Voiles	inerties équivalentes	I_{ef} Voiles	inerties équivalentes
VL_1	0,5326 m ⁴	VT_4	0,6845
VL_5	0,5326 m ⁴	VT_9	0,6845
VL_3	3,3854 m ⁴	VT_5	2,1689
VL_6	3,3854 m ⁴	VT_7	2,1689
VL_2	15,8960 m ⁴	VT_6	5,7067.
VL_4	0,3375 m ⁴		
VT_1	2,4389 m ⁴		$\sum I_{e_1} = 24,07 \text{ m}^4;$
VT_{10}	2,4389 m ⁴		
VT_2	1,4706 m ⁴		$\sum I_{e_2} = 24,11 \text{ m}^4;$
VT_{11}	1,4706 m ⁴		
VT_3	2,4386 m ⁴		
VT_8	2,4386 m ⁴		

N.B. Les voiles $VL_4, VT_1, VT_{10}, VT_3, VT_8, VT_2, VT_{11}, VT_6$ sont des voiles pleins. Les autres sont à une file d'ouvertures.

CENTRE DE MASSE

Le calcul consiste à déterminer le centre de masse de chaque élément existant à chaque niveau.

$$X_{c.m} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$$

$$Y_{c.m} = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$$

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Etage	M(t)	Y_G (m)	X_G (m)
7 (terrasse)	273,05	6,88	0
6	316,03	6,79	0
5	356,25	6,48	0
4	364,17	6,43	0
3	364,17	6,43	0
2	398,97	6,24	0
1	407,62	6,13	0

$x_G = 0$ car on a choisi l'axe des y au milieu du fait qu'on a une symétrie de part et d'autre de cet axe.

CENTRE DE TORSION

1. Centre de torsion des éléments transversaux et Longitudinaux

a) Éléments transversaux :

Pour déterminer l'abscisse du centre de torsion dans le repère déjà choisi, on utilise le procédé suivant :

Soit x_i : l'abscisse de l'élément i dans le repère déjà choisi, et I_{e_i} : l'inertie équivalente de l'élément i .

L'abscisse du C.D.T est donnée par la formule :

$$x_T = \frac{\sum I_{e_i} x_i}{\sum I_{e_i}} \quad i = 1 \text{ à } n$$

Comme les voiles transversaux sont symétriques \Rightarrow $x_T = 0$

b) Éléments Longitudinaux :

$$y_T = \frac{\sum I_{e_j} y_j}{\sum I_{e_j}} \quad j = 1 \text{ à } n$$

Élém ^{ts}	$I_{e_j} (m^4)$	y_j	$I_{e_j} y_j (m^5)$
VL ₁	0,5326	3,6	1,92
VL ₂	15,8960	5,8	92,20
VL ₃	3,3854	7,2	24,37
VL ₄	0,3375	15,3	5,16
VL ₅	0,5326	3,6	1,92
VL ₆	3,3854	7,2	24,37
Σ	24,07		149,94

$$\Rightarrow y_T = \frac{149,94}{24,07} = 6,23$$

$y_T = 6,23 \text{ m}$

2. Calcul des excentricités dans les 2 sens :

a) sens longitudinal : $e_x = |x_G - x_T| = 0$

b) sens transversal : $e_y = |y_G - y_T|$

Tableau donnant les excentricités :

	Terrasse	NIV.6	NIV.5	NIV.4	NIV.3	NIV.2	NIV.1	RDC
y_G	6,88	6,79	6,48	6,43	6,43	6,24	6,13	5,35
e_y	0,65	0,56	0,25	0,20	0,20	0,01	0,10	0,28

D'après le tableau, la plus grande excentricité se trouve au niveau terrasse ($e_y = 0,65 \text{ m}$).

L'excentricité accidentelle fixée par le (R.P.A 93) est de 5% de la plus grande dimension du bâtiment ($L = 25,80 \text{ m}$).

$$e_{ac} = \frac{5}{100} \cdot 25,8 = 1,29 \text{ m}$$

$$e_{x_{max}} = 0 < e_{ac} = 1,29 \text{ m}$$

$$e_{y_{max}} = 0,65 < e_{ac} = 1,29 \text{ m}$$

Conclusion:

On prend pour les 2 sens ds les calculs.

$$e_x = e_y = 1,29 \text{ m}$$

3. Coordonnées des centres de gravité des refends dans le référentiel passant par le centre de torsion.

Voiles	$X_t \text{ (m)}$	$Y_t \text{ (m)}$
VL ₁	-10,50	-2,55
VL ₅	10,50	-2,55
VL ₃	-8,70	1,05
VL ₆	8,70	1,05
VL ₂	0,00	-0,35
VL ₄	0,00	3,15
Vt ₁	-8,10	-3,25
Vt ₁₀	8,10	-3,25
Vt ₂	-8,10	3,50
Vt ₁₁	8,10	3,50
Vt ₃	-4,50	-3,25
Vt ₈	4,50	-3,25
Vt ₄	-4,50	3,50
Vt ₉	4,50	3,50
Vt ₅	-1,50	5,35
Vt ₇	1,50	5,35
Vt ₆	0,00	-2,30

d'où:

l'inertie de torsion

est:

$$I_0 = \sum I_x \cdot y^2 + \sum I_y \cdot x^2$$

$$I_0 = 693,87 \text{ m}^6$$

CALCUL DES RIGIDITÉS :

Le calcul des rigidités sera fait selon la méthode de monsieur MUTO.
Les étapes à suivre sont :

- Détermination des rigidités linéaires des poteaux et des poutres.
- Détermination des coefficients a_j à chaque niveau.
- Détermination des rigidités relatives de niveau.

a) Rigidités linéaires des poteaux : $K_{pot} = \frac{I}{h}$; I : inertie du poteau de la sens considérée.

b) Rigidités linéaires des poutres : $K_{pout} = \frac{I}{l}$; I : inertie des poutres.
 l : portée de la poutre considérée.

c) Coefficient de correction a_j : (voir concept et calcul des structures soumise au séisme page 18.)

d) Rigidité relative de niveau : R_j

$$R_j = \frac{12 E \sum a_j K_{pot}}{h^2} \quad \text{avec}$$

R_{jx} : Rigidité relative de niveau des portiques longitudinaux.

R_{jy} : Rigidité relative de niveau des portiques transversaux.

Rmq :

Pour les calculs, on a élaboré un programme sur microordinateur.
Ses résultats sont exposés dans le tableau suivant :

RIGIDITÉS DES PORTIQUES TRANS.

PORT NIV	1	2	3	4	5	6	7	8
7	0.136	0.761	0.761	0.961	0.961	0.761	0.761	0.136
6	0.193	0.761	0.761	0.961	0.961	0.761	0.761	0.193
5	0.380	0.761	0.761	0.961	0.961	0.761	0.761	0.380
4	0.380	0.761	0.761	0.961	0.961	0.761	0.761	0.380
3	0.438	0.761	0.761	0.961	0.961	0.761	0.761	0.438
2	0.625	0.761	0.761	0.961	0.961	0.761	0.761	0.625
1	1.374	1.78	1.78	2.23	2.23	1.78	1.78	1.374

l'unité: $\text{kg/cm} \cdot 10^5$

RIGIDITÉS DES PORTIQUES LONG.

PORT NIV	A	B	C	D	E
7	0,32	1,74	1,74	1,36	1,36
6	0,32	1,74	1,74	1,36	1,36
5	0,32	1,74	1,74	1,74	1,36
4	0,32	1,74	1,74	1,74	1,36
3	0,32	1,74	1,74	1,74	1,45
2	0,32	1,74	1,74	1,74	1,74
1	0,84	3,72	3,72	3,72	3,72

RIGIDITÉS DES NIVEAUX.

NIV	1	2	3	4	5	6	7
LONG $\times 10^5$	15,72	7,28	6,99	6,9	6,9	6,61	6,52
TRANS $\times 10^5$	15,14	6,49	6,12	5,99	5,99	5,62	5,51

CALCUL DU CENTRE DE MASSE ET DE TORSION:

A. Calcul du centre de masse:

$$x_G = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$$

et

$$y_G = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$$

Niv.	1	2	3	4	5	6	7
$x_G(m)$	0	0	0	0	0	0	0
$y_G(m)$	6.20	6.25	6.66	6.66	6.25	6.72	6.85

B. Calcul du centre de torsion: Dans le repère (xoy), les coordonnées du centre de torsion de l'étage j sont données par:

$$x_{c_j} = \frac{\sum R_{jy} \cdot y_j^t \cdot x_j^t}{\sum R_{jy}}$$

et

$$y_{c_j} = \frac{\sum R_{jx} \cdot x_j^l \cdot y_j^l}{\sum R_{jx}}$$

t: sens transversal ; l: sens longitudinal.
 x_j^t : position d'un portique / oy ; y_j^l : position d'un portique / ox.

Niv.	1	2	3	4	5	6	7
$x_{c_j}(m)$	0	0	0	0	0	0	0
$y_{c_j}(m)$	5.93	5.83	6.08	6.15	6.15	6.27	6.30

Calcul des excentricités entre le centre de gravité et centre de torsion:

Niv.	1	2	3	4	5	6	7
$e_x = x_G - x_{c_j}$	0	0	0	0	0	0	0
$e_y = y_G - y_{c_j}$	0.27	0.42	0.58	0.51	0.10	0.45	0.55

On prendra 5% $e_y = 5\% \cdot 25,80 = 1,29 m$: excentricité accidentelle préconisée par le R.P.A 81 (Art. 33-5), qui est prépondérante.

Calcul de la rigidité à la torsion:

$$\sum R_{jy} (x_j)^2 + \sum R_{jx} (y_j)^2$$

x_j et y_j sont les coordonnées des portiques par rapport au nouveau repère (C, x, y).

PERIODES ET FORCES SISMQUES

Actuellement, il n'existe pas de règlement parasismique universel, mais néanmoins tous ont pour but d'assurer un maximum de protection des personnes et des biens contre les effets des secousses telluriques.

Celles-ci sont fonction du lieu géographique, et des couches géologiques qui constituent la croûte terrestre.

Les règlements parasismiques sont généralement fondés sur la théorie dynamique du génie sismique, sur l'enregistrement des secousses telluriques (accélérographes) et sur l'expérience : expérience sur modèles réduits, expertises de structure ayant subi un choc sismique, etc...

Nous aborderons deux règlements : RPA et P.S du point de vue de l'évaluation des périodes et des charges sismiques de deux types de structures différentes.

I. CALCUL DES PERIODES:

- PORTIQUE : La formule proposée par le RPA et le PS est :

$$T = \frac{0,09 H}{\sqrt{L}}$$

- VOILES : La formule proposée par le R.P.A est :

$$T = \frac{0,09 H}{\sqrt{L}}$$

La formule proposée par le P.S est :

$$T = 0,08 \frac{H}{\sqrt{L}} \sqrt{\frac{H}{L+H}}$$

- On calculera aussi la période dynamique par une des méthodes approximatives à savoir la méthode de M^R : "STODOLA-VIANELLO".

Exposé de la méthode de STODOLA:

Sous l'action des forces sismiques, la structure répond par des vibrations en effectuant tout d'abord une série d'oscillations forcées-réglées par des lois en général complexes que lui succèdent des oscillations libres qui obéissent à des lois plus simples et qui finissent par s'amortir.

L'étude dynamique a pour but de définir les pulsations propres de vibrations du bâtiment.

L'équation du mouvement vibratoire des masses concentrées au niveau des planchers est la suivante :

$$[K - m\omega^2] \times [\vec{X}] = 0$$

La résolution de cette équation nous donne les pulsations propres de la structure, mais -comme il est laborieux de rechercher une solution exacte à cette équation, monsieur STODOLA l'a présentée

sous la forme suivante: $[\frac{1}{\omega^2} I - SM] \phi = 0$

Elle peut s'écrire sous la forme: $\frac{1}{\omega^2} [\phi] = [S \times M] [\phi]$, avec:

S: matrice de souplesse

M: matrice masse.

ϕ : vecteur représentant le mode de déformation.

D = S.M: matrice dynamique.

$\bar{\phi} = \frac{\phi}{\omega^2}$: mode amélioré, finalement on aura:
 $\bar{\phi}_1 = D \cdot \phi_1$

Recherche du 1^{er} mode:

On se donne un vecteur initial ϕ_1^0 arbitraire qui se rapproche de la réalité.

$\bar{\phi}_1^{(0)}$

$$\bar{\phi}_1^{(1)} = D_1 \phi_1^{(0)} \quad 1^{re} \text{ itération}$$

$$\bar{\phi}_1^{(2)} = D_1 \phi_1^{(1)} \quad 2^{e} \text{ itération}$$

...

$$\bar{\phi}_1^{(k)} = D_1 \phi_1^{(k-1)} \quad k^{ieme} \text{ itération}$$

à la convergence, on aura $\bar{\phi}_1^{(k)} \approx \bar{\phi}_1^{(k-1)}$

ainsi, il faut procéder à une série d'itérations jusqu'à la convergence. La pulsation ω sera alors:

$$\omega^2 = \frac{\phi_i^{(k)}}{\bar{\phi}_i^{(k)}}$$

Recherche du 2^e mode:

$$\text{Soit } B_1 = I - \frac{1}{M_1} \phi_1 \phi_1^t \cdot m$$

B_1 : matrice de balayage permettant d'éliminer le 1^{er} mode.

ϕ_1 : vecteur modal du 1^{er} mode.

ϕ_1^t : transposé du vecteur modal ϕ_1 .

m: matrice masse

M_1 : matrice masse généralisée: $M_1 = \phi_1^t \cdot m \cdot \phi_1$

D_2 : matrice dynamique: $D_2 = D_1 \cdot B_1$

$$\bar{\Phi}_2^{(1)} = D_2 \Phi_2^{(0)}$$

On poursuit l'itération jusqu'à la convergence des modes de la même manière que précédemment.

Recherche des modes supérieurs:

$$B_{i-1} = B_{i-2} - \frac{1}{N_{B_{i-1}}} \Phi_{i-1} \cdot \Phi_{i-1} \cdot m$$

$$D_i = D_{i-1} \cdot B_{i-1} \quad \text{et} \quad \Phi_i^{(1)} = D_i \cdot \Phi_i^{(0)}$$

Remarque: Ses calculs ont été fait sur microordinateur.

*) PORTIQUE

SENS LONGITUDINAL		
1 ^{er} mode	2 ^e mode	3 ^e mode
1	-0,86	1
0,98	-0,69	0,41
0,94	-0,38	-0,40
0,88	+0,04	-0,80
0,79	0,49	-0,56
0,69	0,86	+0,05
0,58	1	0,48
T = 0,96 A	T = 0,14 A	T = 0,07 A

SENS TRANSVERSAL		
1 ^{er} mode	2 ^e mode	3 ^e mode
1	1	0,59
0,95	0,59	0,10
0,85	-0,07	-0,52
0,70	-0,67	-0,67
0,52	-0,97	-0,09
0,31	-0,82	0,85
0,09	-0,29	1
T = 0,67 A	T = 0,24 A	T = 0,08 A

*) VOILES

SENS LONG.		
1 ^{er} mode	2 ^e mode	3 ^e mode
1	1	0,97
0,80	0,21	-0,42
0,60	-0,45	-0,99
0,42	-0,84	-0,44
0,26	-0,87	+0,57
0,12	-0,60	1
0,03	-0,20	0,51
T = 0,35 A	T = 0,06 A	T = 0,02 A

SENS TRANS.		
1 ^{er} mode	2 ^e mode	3 ^e mode
1	1	0,97
0,80	0,21	-0,42
0,60	-0,45	-0,99
0,42	-0,84	-0,44
0,26	-0,87	0,57
0,12	-0,60	1
0,03	-0,20	0,51
T = 0,35 A	T = 0,06 A	T = 0,02 A

PORTIQUE

	R.P.A	P.S	Stodola
T_L	0,49	0,49	0,96
T_t	0,38	0,38	0,67

VOILE

	R.P.A	P.S	Stodola
T_L	0,49	0,33	0,35
T_t	0,38	0,23	0,35

II. CALCUL DES FORCES SISMIQUES :

a) FORCES SISMIQUES SELON LE R.P.A :

L'effort tranchant total à la base est: $V = ADBQW$ où:

A: Coefficient d'accélération du sol dans une zone donnée, et pour une classe de construction donnée; il caractérise l'intensité du séisme.

PORTIQUE : $A = 0,15$

VOILE : $A = 0,15$

B: Facteur de comportement de la structure, il dépend du type de contreventement.

PORTIQUE : $B = 1/4$

VOILE : $B = 1/3$

D: Facteur d'amplification dynamique moyen, il tient compte de l'effet dynamique de la sollicitation sismique sur la construction

PORTIQUE : $D_L = 2,02$ et $D_t = 2,02$

VOILE : $D_L = D_t = 2$

Q: Facteur de qualité ; il est fonction de l'hyperstaticité de la structure, de ses symétries en plan, de sa régularité en élévation et du contrôle en cours de construction.

PORTIQUE : $Q = 1,2$

VOILE : $Q = 1,2$

W: charge permanente totale et une fraction des autres charges à considérer.

PORTIQUE : 2580 t

VOILE : 2160 t

D'où :

	PORTIQUE	VOILE
$V_L(t)$	234	261
$V_T(t)$	265	261

b) FORCES SISMQUES SELON LE PS :

$$F_k = \sigma \cdot W_k \quad \text{ou} \quad \sigma = \alpha \beta \gamma \delta$$

γ : coefficient de distribution

β : coefficient de reprise

α : coefficient d'intensité

δ : coefficient de fondation

D'où :

	PORTIQUE	VOILE
$V_L(t)$	273	262
$V_T(t)$	296	280

c) FORCES DYNAMIQUES

$$F_{ik} = m_k \cdot \gamma_i \cdot S'_a(\beta, T_i) \cdot \Phi_{ik}$$

$$S'_a(\beta, T_i) = S''_a(\beta, T_i) \cdot Q$$

$S''_a(\beta, T_i)$: spectre de réponse élasto-plastique des accélérations

	PORTIQUE	VOILE
V_L	157	352
V_T	162	352

RÉCAPITULATION :

PORTIQUE

	RPA	P.S	DYN.		
$T_{L(w)}$	0.49	0.49	0.96	% V_{RPA} / V_{RPA}	% V_{DYN} / V_{PS}
$T_{T(w)}$	0.38	0.38	0.67		
$V_L^{(H)}$	234	273	157	+14	-40
$V_T^{(H)}$	265	296	162	+10	-40

VOILES

	RPA	PS	DYN	% PS/RPA	% DYN/PS
$T_L (s)$	0.49	0.33	0.35		
$T_T (s)$	0.38	0.23	0.35		
$V_L (t)$	261	262	352	0	+25
$V_T (t)$	261	280	352	0	+25

CONSTATATIONS:

- Dans le cas du voile, la période dynamique est inférieure à la période donnée par la formule empirique du R.P.A.
- L'influence du 2^e mode est négligeable pour la structure en voile.
- Les forces dynamiques sont différentes des forces statiques d'environ 30% dans les deux cas de structures.
- Les forces données par le R.P.A et le P.S dans le cas de la structure en voile sont équivalentes. Dans le cas de la structure cantilever, au des périodes identiques, les forces P.S sont supérieures aux forces du R.P.A d'environ 12%.
- Pour les portiques $V_{dyn} = 6\% \cdot W$ et $V_{ps} = 12\% \cdot W$
- Pour les voiles : $V_{dyn} = 15\% \cdot W$

Périodes.

CONCLUSIONS

L'utilisation des formules empiriques ne peut se justifier que lors des calculs d'avant projet de prédimensionnement et ceci sous réserve que la formule choisie est bien été établie pour le système constructif envisagé car une formule empirique étant établie à partir d'un certain nombre d'essai et dans des conditions particulières. Donc il est évident que quelquessoit le nombre des essais sur la base desquelles elle a été établie cette formule ne s'applique qu'à un domaine bien limité :

type de construction et conditions géologiques déterminées.

Néanmoins si les conditions et les hypothèses sont respectées, il est préférable d'utiliser la formule empirique de période plus rapide et de précision suffisante.

Il est aussi à noter à ce sujet qu'en général, le calcul théorique des périodes ne prend pas en compte certains éléments structuraux (portique, élément de refend à faibles inerties) ou non structuraux (cloisons, murs de façade, ce qui fausse légèrement les résultats.

D'exemple étant pris de la structure en voile. Ses conditions d'application n'étant pas vérifiées, la formule nous donne des périodes élevées, donc une structure trop souple, ce qui n'est pas le cas.

FORCES SISMIQUES

- Etant donné que la rigidité de la structure en voile étant plus grande que celle de la structure en portique, il est tout à fait normal que l'effort sismique soit plus grand dans le cas du voile. Donc plus la rigidité augmente et plus l'effort sismique devient important, et en connaissant l'intensité de ces efforts, on pourra dimensionner les structures en conséquence.

Donc l'ingénieur, dans sa conception doit réduire au maximum la masse de la structure et en même temps, il doit obtenir pour une intensité sismique grande, une accélération spectrale la plus faible possible. Ce qui revient à rechercher une solution optimale associant la légèreté, la souplesse et le confort.

- Dans le cas du bâtiment en voile, les forces dynamiques sont nettement supérieures aux forces données par la méthode statique sous l'action du séisme, il est de grande importance lors de l'utilisation de la méthode statique de bien vérifier les conditions de son application.
- Vu que les forces dynamiques sont estimées à 15% de la masse totale du bâtiment en voiles, les fondations seront plus importantes et plus coûteuses.

DISTRIBUTION DES CHARGES HORIZONTALES.

La déformation en plan du bâtiment sous l'action des charges horizontales peut être décomposée comme suit :

- une déformation de translation parallèlement à la charge horizontale
- une déformation de rotation autour d'un point fixe qui est le centre de torsion.

Hypothèses de base :

- Les refends sont parfaitement encastres à la base.
 - Le produit EI est constant sur toute la hauteur du bâtiment.
- De ce fait, l'effort repris par chaque refend est proportionnel à son inertie ainsi qu'au déplacement qu'il subit. Cet effort est la somme des efforts engendrés par la rotation et la translation.

En ne tenant que des deux premiers modes de vibration, les forces sismiques sont obtenues après combinaison des deux modes.

Efforts sismiques horizontaux à chaque niveau :

Niveaux	7	6	5	4	3	2	1
Sens long. $F_k(t) = H_x$	82,25	66,44	59,05	54,72	46,09	32,08	11,07
Sens transv. $F_k(t) = H_y$	82,24	66,44	59,04	54,71	46,08	32,08	11,07

DISTRIBUTION DES CHARGES HORIZONTALES

Ⓐ Forces provenant des translations :

$$H_{trans}^x = H_x \cdot \frac{I_y}{\sum I_y}$$

et

$$H_{trans}^y = H_y \cdot \frac{I_x}{\sum I_x}$$

⊗ SEISME LONGITUDINAL :

$$\sum I_y = \sum I_x = 24,07 \text{ m}^4$$

VOILES	NIV.	$I_y (m^4)$	$H_{trans}^x = H_x \cdot \frac{I_y}{\sum I_y}$
VL ₁ et VL ₅	5	0,5326	1,31
	4	0,5326	1,21
	3	0,5326	1,02
	2	0,5326	0,71
	1	0,5326	0,24

VOILES	NIV.	$I_y (m^4)$	$H_{trans}^x = H_x \cdot \frac{I_y}{\sum I_y}$
VL ₃ et VL ₆	7	3,3854	11,57
	6	3,3854	9,34
	5	3,3854	8,31
	4	3,3854	7,70
	3	3,3854	6,48
	2	3,3854	4,51
	1	3,3854	1,56

Voiles	Niv	$I_y (m^4)$	$H_{trans}^x = H_x \cdot \frac{I_y}{\sum I_y}$
VL ₂	7	15,8960	54,32
	6	15,8960	43,88
	5	15,8960	39,00
	4	15,8960	36,14
	3	15,8960	30,44
	2	15,8960	21,19
	1	15,8960	7,31

VOILE	NIV.	$I_y (m^4)$	$H_{trans}^x = H_x \cdot \frac{I_y}{\sum I_y}$
VL ₄	7	0,3375	1,15
	6	0,3375	0,93
	5	0,3375	0,83
	4	0,3375	0,77
	3	0,3375	0,65
	2	0,3375	0,45
	1	0,3375	0,16

⊗ SEISME TRANSVERSAL : $\sum I_x = \sum I_{et} = 24,11 m^4$

VOILES	NIV.	$I_x (m^4)$	$H_{trans}^y = H_y \cdot \frac{I_x}{\sum I_x}$
V ₁ , V ₁₀ et V ₈ , V ₈	7	2,4389	8,32
	6	2,4389	6,72
	5	2,4389	5,97
	4	2,4389	5,53
	3	2,4389	4,66
	2	2,4389	3,25
	1	2,4389	1,12

VOILES	NIV.	$I_x (m^4)$	$H_{trans}^y = H_y \cdot \frac{I_x}{\sum I_x}$
V ₂ et V ₁₁	7	1,4706	5,02
	6	1,4706	4,05
	5	1,4706	3,60
	4	1,4706	3,34
	3	1,4706	2,81
	2	1,4706	1,96
	1	1,4706	0,68

VOILES	NIV	$I_x (m^4)$	$H_{trans}^y = H_y \cdot \frac{I_x}{\sum I_x}$	VOILE	NIV.	$I_x (m^4)$	$H_{trans}^y = H_y \cdot \frac{I_x}{\sum I_x}$
Vt ₄ et Vt ₅	7	0,6845	2,33	Vt ₅ et Vt ₇	7	2,1689	7,40
	6	0,6845	1,89		6	2,1689	5,98
	5	0,6845	1,68		5	2,1689	5,31
	4	0,6845	1,55		4	2,1689	4,92
	3	0,6845	1,31		3	2,1689	4,15
	2	0,6845	0,91		2	2,1689	2,89
	1	0,6845	0,31		1	2,1689	1,00

VOILE	NIV.	$I_x (m^4)$	$H_{trans}^y = H_y \cdot \frac{I_x}{\sum I_x}$
Vt ₆	7	5,7067	19,47
	6	5,7067	15,73
	5	5,7067	13,97
	4	5,7067	12,95
	3	5,7067	10,91
	2	5,7067	7,59
	1	5,7067	2,62

ⓑ) Forces provenant des rotations :

⊛ SEISME LONGITUDINAL :

VOILES	VL ₁	VL ₂	VL ₃	VL ₄	VL ₅	VL ₆
$I_y (m^4)$	0,5326	15,8960	3,3854	0,3375	0,5326	3,3854
$y (m)$	-2,55	-0,35	1,05	9,15	-2,55	1,05
$I_y \cdot y (m^5)$	-1,36	-5,56	3,55	3,09	-1,36	3,55
$I_y \cdot y^2 (m^6)$	3,46	1,95	3,73	28,26	3,46	3,73

(*) SÉISME TRANSVERSAL :

VOILES	Vt ₁	Vt ₂	Vt ₃	Vt ₄	Vt ₅	Vt ₆
I _x (m ⁴)	2,4389	1,4706	2,4389	0,6845	2,1689	5,7067
x (m)	-8,10	-8,10	-4,5	-4,5	-1,5	0
I _x · x (m ⁵)	-19,76	-11,91	-10,98	-3,08	-3,25	0
I _x · x ² (m ⁶)	160,02	96,49	49,39	13,86	4,88	0

VOILES	Vt ₇	Vt ₈	Vt ₉	Vt ₁₀	Vt ₁₁
I _x (m ⁴)	2,1689	2,4389	0,6845	2,4389	1,4706
x (m)	1,5	4,5	4,5	8,1	8,1
I _x · x (m ⁵)	3,25	10,98	3,08	19,76	11,91
I _x · x ² (m ⁶)	4,88	49,39	13,86	160,02	96,49

On a : $e_x = e_y = 1,29 \text{ m}$ (RPA 81)

$$H_{rot}^x = H_x \cdot \frac{e_y \cdot I_y}{\Theta} \cdot y$$

et

$$H_{rot}^y = H_y \cdot \frac{e_x \cdot I_x}{\Theta} \cdot x$$

$$\Theta = 693,87 \text{ m}^6$$

Remarque : On ne tient pas compte des forces de rotations négatives

(*) SÉISME LONGITUDINAL :

VOILE	NIV	e _y	$H_{rot}^x = H_x \cdot \frac{e_y \cdot I_y}{\Theta} \cdot y$
VL ₃	7	1,29	0,54
	6	1,29	0,44
	5	1,29	0,39
	4	1,29	0,36
	3	1,29	0,30
	2	1,29	0,21
	1	1,29	0,07

VOILE	NIV.	e _y	$H_{rot}^x = H_x \cdot \frac{e_y \cdot I_y}{\Theta} \cdot y$
VL ₄	7	1,29	0,47
	6	1,29	0,38
	5	1,29	0,34
	4	1,29	0,31
	3	1,29	0,26
	2	1,29	0,18
	1	1,29	0,06

VOILE	NIV	e_y	$H_{rot}^x = H_x \cdot \frac{e_y \cdot I_y}{\theta} \cdot y$
VL ₆	7	1,29	0,54
	6	1,29	0,44
	5	1,29	0,39
	4	1,29	0,36
	3	1,29	0,30
	2	1,29	0,21
	1	1,29	0,07

Des forces de rotations pour :
 VL₁, VL₅ et VL₂ sont négatives,
 alors on n'en tient pas compte
 dans les calculs.

$$H_{rot}^x < 0 \Rightarrow H_{rot}^x = 0.$$

⊗ SEISME TRANSVERSAL :

VOILE	NIV.	e_x	$H_{rot}^y = H_y \cdot \frac{e_x \cdot I_x}{\theta} \cdot x$
VL ₇	7	1,29	0,50
	6	1,29	0,48
	5	1,29	0,36
	4	1,29	0,33
	3	1,29	0,28
	2	1,29	0,19
	1	1,29	0,07

VOILE	NIV.	e_x	$H_{rot}^y = H_y \cdot \frac{e_x \cdot I_x}{\theta} \cdot x$
VL ₈	7	1,29	1,68
	6	1,29	1,36
	5	1,29	1,21
	4	1,29	1,12
	3	1,29	0,94
	2	1,29	0,65
	1	1,29	0,23

VOILE	NIV.	e_x	$H_{rot}^y = H_y \cdot \frac{e_x \cdot I_x}{\theta} \cdot x$
VL ₉	7	1,29	0,47
	6	1,29	0,38
	5	1,29	0,34
	4	1,29	0,31
	3	1,29	0,26
	2	1,29	0,18
	1	1,29	0,06

VOILE	NIV.	e_x	$H_{rot}^y = H_y \cdot \frac{e_x \cdot I_x}{\theta} \cdot x$
VL ₁₀	7	1,29	3,02
	6	1,29	2,44
	5	1,29	2,17
	4	1,29	2,01
	3	1,29	1,69
	2	1,29	1,18
	1	1,29	0,41

VOILE	NIV.	e_x	$H_y^{rot} = H_y \cdot \frac{e_x \cdot I_x}{\Omega} \cdot x$
Vt ₁₁	7	1,29	1,82
	6	1,29	1,47
	5	1,29	1,31
	4	1,29	1,21
	3	1,29	1,02
	2	1,29	0,71
	1	1,29	0,25

On ne tient pas compte des forces provenant des rotations négatives qui sont pour: Vt₁, Vt₂, Vt₃, Vt₄, Vt₅ et Vt₆.

DISTRIBUTION DES EFFORTS (M, T) DANS LES VOILES.

T: Effort tranchant t_q : $T = H_{tot} = H_{trans} + H_{rot}$

M: Moment Fléchissant t_q : $M = T \cdot z_i$

a) SENS LONGITUDINAL:

EFFORTS	VOILES	VL ₁	VL ₂	VL ₃	VL ₄	VL ₅	VL ₆
	NIV.						
T(t) (cumulé)	7	-	54,32	12,11	1,62	-	12,11
	6	-	98,20	21,89	2,93	-	21,89
	5	1,31	137,20	30,59	4,10	1,31	30,59
	4	2,52	173,34	38,65	5,18	2,52	38,59
	3	3,54	203,78	45,43	6,09	3,54	45,43
	2	4,25	224,97	50,15	6,72	4,25	50,15
	1	4,49	232,28	51,78	6,94	4,49	51,78
	RDC	4,49	232,28	51,78	6,94	4,49	51,78
M(t.m) (cumulé)	7	-	0	0	0	-	0
	6	-	166,22	37,06	4,96	-	37,06
	5	0	466,71	104,04	13,92	0	104,04
	4	4,01	886,54	197,65	26,47	4,01	197,65
	3	11,72	1416,96	315,91	42,32	11,72	315,91
	2	22,55	2040,53	454,93	60,96	22,55	454,93
	1	35,56	2728,94	608,39	81,52	35,56	608,39
	RDC	49,30	3439,72	766,84	102,75	49,30	766,84

SENS TRANSVERSAL :

Div	Vt1	Vt2	Vt3	Vt4	Vt5	Vt6	Vt7	Vt8	Vt9	Vt10	Vt11	EFFORTS	
7	8,32	5,02	8,32	2,33	7,40	19,47	7,9	10	2,80	11,34	6,84	T(t) (cumulé)	
6	15,04	9,07	15,04	4,22	13,38	35,20	14,28	18,08	5,07	20,50	12,36		
5	21,01	12,67	21,01	5,90	18,69	49,17	19,95	25,26	7,09	28,64	17,27		
4	26,54	16,01	26,54	7,45	23,61	62,12	25,20	31,91	8,89	36,18	21,82		M(tw) (cumulé)
3	31,20	18,82	31,20	8,76	27,76	73,03	29,63	37,51	10,52	42,53	25,65		
2	34,45	20,78	34,45	9,67	30,65	80,62	32,71	41,41	11,61	46,96	28,32		
1	35,57	21,46	35,57	9,98	31,65	83,24	33,78	42,76	11,98	48,49	29,25		
RDC	35,57	21,46	35,57	9,98	31,65	83,24	33,78	42,76	11,98	48,49	29,25		
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	25,46	15,36	25,46	7,13	22,64	59,58	24,17	30,60	8,57	34,70	20,93		
5	71,48	43,12	71,48	20,04	63,59	167,29	67,87	85,92	24,08	97,43	58,75		
4	135,77	81,89	135,77	38,10	120,78	317,45	128,92	163,22	45,78	185,03	111,60		
3	216,98	130,88	216,98	60,99	193,02	507,84	206,03	260,87	73,16	295,78	178,37		
2	312,46	188,47	312,46	87,70	277,97	731,31	236,70	375,65	105,36	425,92	256,86		
1	417,87	252,05	417,87	117,29	371,76	978,01	396,79	502,36	140,88	569,62	343,52		
RDC	526,72	317,72	526,72	147,83	468,61	1232,72	500,16	633,21	177,54	718,00	433,02		

DISTRIBUTION DES EFFORTS TRANCHANTS
DANS LES TRUMEAUX.

$$T_i = T \cdot \frac{I_i}{\sum I_i}$$

I_i : inertie du trumeau.
 $\sum I_i$: somme des inerties des deux trumeaux.

VOILES	TRUMEAUX	$\frac{I_i}{\sum I_i}$ NIV.	7	6	5	4	3	2	1	RDC
VL ₁	1	0,997	-	-	1,307	2,51	3,53	4,24	4,48	4,48
	2	0,002	-	-	0,03	0,005	0,007	0,009	0,009	0,009
VL ₅	1	0,002	-	-	0,03	0,005	0,007	0,009	0,009	0,009
	2	0,997	-	-	1,307	2,51	3,53	4,24	4,48	4,48
VL ₃	1	0,777	9,17	16,57	23,16	29,26	34,39	37,96	39,20	39,20
	2	0,242	2,93	5,30	7,40	9,35	10,99	12,14	12,53	12,53
VL ₆	1	0,242	2,93	5,30	7,40	9,35	10,99	12,14	12,53	12,53
	2	0,757	9,17	16,57	23,16	29,26	34,39	37,96	39,20	39,20
VL ₂	1	0,5	27,16	49,10	68,60	86,67	101,89	112,49	116,14	116,14
	2	0,5	27,16	49,10	68,60	86,67	101,89	112,49	116,14	116,14
Vt ₄	1	0,997	2,32	4,21	5,88	7,43	8,73	9,64	9,95	9,95
	2	0,003	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Vt ₉	1	0,997	2,79	5,05	7,07	8,92	10,49	11,58	11,94	11,94
	2	0,003	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Vt ₅	1	0,999	7,39	13,36	18,66	23,58	27,72	30,61	31,61	31,61
	2	0,001	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Vt ₇	1	0,999	7,89	14,26	19,92	25,17	29,59	32,67	33,73	33,73
	2	0,001	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

CALCUL PRATIQUE DES REFENDS

Parmi les refends ayant participé au contreventement, il y'a lieu de distinguer les refends pleins et les refends avec ouvertures.

REFENDS A UNE FILE D'OUVERTURE:

a) Efforts tranchants:

$$\boxed{\Pi(\alpha, \xi) = \frac{H_0 \cdot m \cdot h_e}{I} \cdot \chi(\alpha, \xi)} \quad (\alpha < 10) \quad \text{et} \quad \boxed{\Pi(\alpha, \xi) = \frac{H_0 \cdot m \cdot h_e}{I} (1 - \xi)} \quad (\alpha > 10)$$

H : effort tranchant à la base du refend.

m : moment statique.

h_e : hauteur d'étage.

$$I = \sum I_i + 2mC_i$$

I_i : inertie du trumeau par rapport à l'axe b à l'effort tranchant

$$2C_i = \frac{l_i + l_{i+1}}{2} + 2a$$

$$\chi(\alpha, \xi) = \left(1 - \frac{\xi}{\alpha^2}\right) \left(1 - \frac{\text{ch} \alpha (1 - \xi)}{\text{ch} \alpha}\right) + \frac{2 \text{sh} \alpha \xi}{\alpha \text{ch} \alpha} - \xi^2$$

ou encore: $\chi(\alpha, \xi)$ est liée sur l'abaque III. 9 page 80 (polycopié MEDAO)

$\xi = \frac{z}{Z}$: hauteur au niveau considéré sur la hauteur totale du bâtiment.

b) Moments fléchissants:

$$M_1(\alpha, \xi) = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \cdot H_0 \cdot Z \left[\frac{(1 - \xi)^2 (2 + \xi)}{3} - \frac{2mC}{I} \cdot \Lambda(\alpha, \xi) \right]$$

$$M_2(\alpha, \xi) = \frac{I_2}{I_1 + I_2} \cdot H_0 \cdot Z \left[\frac{(1 - \xi)^2 (2 + \xi)}{3} - \frac{2mC}{I} \cdot \Lambda(\alpha, \xi) \right]$$

avec: Z : hauteur totale du bâtiment.

$$\Lambda(\alpha, \xi) = \left(1 - \frac{\xi}{\alpha^2}\right) \left(1 - \xi - \frac{\text{sh} \alpha (1 - \xi)}{\alpha \text{ch} \alpha}\right) + \frac{2}{\alpha^2} \left(1 - \frac{\text{ch} \alpha \xi}{\text{ch} \alpha}\right) - \frac{1}{3} (1 - \xi^3)$$

ou encore: $\Lambda(\alpha, \xi)$ est liée sur l'abaque III. 10 page 81 (polycopié MEDAO)

I_i : moment d'inertie du trumeau i .

c) Efforts normaux:

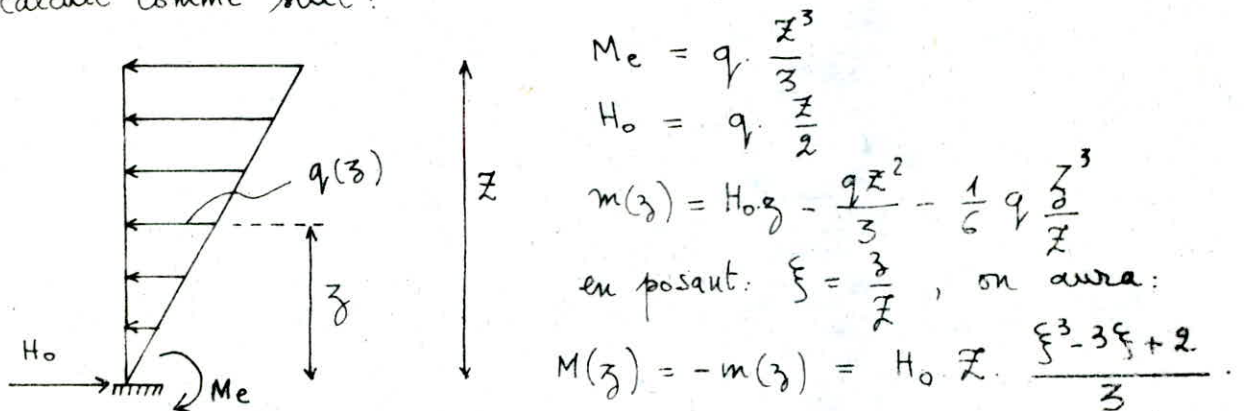
$$N_i = \sum_i \Pi_i$$

$\Sigma \Pi$: est la somme des efforts Π à partir du sommet jusqu'à l'étage considéré.

d) Vérification à la base du refend:

Il est conseillé d'effectuer à la base une vérification de l'équilibre extérieur: $M_{ext} = M_1 + M_2 + 2NC$

M_{ext} : moment extérieur d'ensemble distribué au refend considéré.
 M_{ext} , M_1 , M_2 et N sont calculés à la base du refend.
 Par exemple, le moment extérieur en chaque niveau du bâtiment est calculé comme suit:



REFENDS A PLUSIEURS FILE D'OUVERTURES:

a) Effort tranchant:

$$\Pi_i(\alpha, \xi) = H_o \cdot h_e \cdot \frac{i \cdot c_i}{2 a_i^3 \left(\sum i \cdot \frac{c_i^2}{a_i^3} \right)} \cdot \chi(\alpha, \xi)$$

b) Moments fléchissants:

$$M_i = \frac{I_i}{\sum I_i} \cdot H_o \cdot Z \cdot \left(\frac{2 - 3\xi + \xi^3}{3} - \Lambda(\alpha, \xi) \right)$$

c) Effort normal:

$$N_1 = \Sigma \Pi_1; \quad N_2 = \Sigma \Pi_2 - \Sigma \Pi_1; \quad N_3 = \Sigma \Pi_3 - \Sigma \Pi_2; \quad \dots \quad N_i = \Sigma \Pi_i - \Sigma \Pi_{i-1}$$

d) Vérification à la base du refend:

$$M_{ext} = M_1 + M_2 + \dots + M_n + 2N_1(c_1 + c_2 + \dots) + 2N_2(c_2 + c_3 + \dots) + \dots + 2N_n c_n$$

$M_1, M_2, \dots, M_i; N_1, N_2, \dots, N_i$ sont calculés à la base du refend ainsi que M_{ext}

N.B: Voiles Pleins: Pas d'efforts normaux dus au séisme.

On calcule uniquement les moments revenant à chaque voile.

Le calcul des éléments de réduction des refends est donné dans les tableaux ci-après:

VOILES A UNE FILE D'OUVERTURE :

a) Voiles VL₁ et VL₅ :

$L = 4,8 \text{ m} ; 2c = 3,03 \text{ m} ; m = 0,161 \text{ m}^3 ; I_1 = 0,391 \text{ m}^4 ; I_2 = 0,001 \text{ m}^4 ;$
 $\Sigma I_i = 0,392 \text{ m}^4 ; h_e = 3,06 \text{ m} ; \alpha = 18,4993 \text{ (petite ouv.) ;}$
 $I = \Sigma I_i + 2mc = 0,879 \text{ m}^4 ; A = \frac{2-3\xi + \xi^3}{3} ; H_0 = 4,49 \text{ t} ; Z = 15,3 \text{ m} .$

NIV.	ξ	Λ	χ	Π	$A = \frac{2-3\xi + \xi^3}{3}$	$B = \frac{2mc}{I} \Lambda$	$\gamma = A - B$	M_1	M_2	$N = \Sigma \Pi$
5	1	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0
4	0,8	0,04	0,36	0,5	0,04	0,02	0,02	1,37	0,004	0,5
3	0,6	0,14	0,64	1,01	0,14	0,08	0,06	4,11	0,01	1,51
2	0,4	0,29	0,83	1,51	0,29	0,16	0,13	8,31	0,02	3,02
1	0,2	0,47	0,92	2,01	0,47	0,26	0,21	14,39	0,04	5,03
RDC	0	0,62	0	2,52	0,67	0,34	0,33	22,61	0,06	7,55

Vérification de l'équilibre extérieur : $M_{ext} = 49,30 \text{ t.m}$

$M_{int} = M_1 + M_2 + 2NC = 22,61 + 0,06 + 7,55 \cdot 3,03 = 45,55 \text{ t.m}$

erreur relative : 7,6%.

b) Voiles VL₃ et VL₆ :

$L = 8,4 \text{ m} ; 2c = 5,2 \text{ m} ; m = 1,204 \text{ m}^3 ; I_1 = 0,686 \text{ m}^4 ; I_2 = 0,220 \text{ m}^4 ;$
 $\Sigma I_i = 0,906 \text{ m}^4 ; h_e = 3,06 \text{ m} ; \alpha = 8,5835 \text{ (g^{de} ouv.) ;} I = \Sigma I_i + 2mc = 4,17$
 $A = \frac{2-3\xi + \xi^3}{3} ; H_0 = 51,78 \text{ t} ; Z = 21,42 \text{ m}$

NIV.	ξ	Λ	χ	Π	A	$B = \frac{2mc}{I} \Lambda$	$\gamma = A - B$	M_1	M_2	$N = \Sigma \Pi$
7	1	0	0,18	4,79	0	0	0	0	0	4,79
6	0,86	0,03	0,29	7,72	0,02	0,03	-0,01	-8,40	-2,69	12,51
5	0,71	0,09	0,49	13,04	0,08	0,08	0	0	0	25,55
4	0,57	0,17	0,65	17,29	0,16	0,15	0,01	8,40	2,69	42,84
3	0,43	0,27	0,78	20,75	0,26	0,24	0,02	16,80	5,39	63,59
2	0,29	0,39	0,84	22,35	0,38	0,34	0,04	33,59	10,77	85,94
1	0,14	0,51	0,72	19,16	0,53	0,45	0,08	67,18	21,55	105,10
RDC	0	0,57	0	0	0,67	0,50	0,17	142,77	45,79	105,10

$M_{ext} = 766,84 \text{ t.m} ; M_{int} = 735,08 ;$ erreur relative : 4%.

c) Voile Vt_4 :

$L = 4,9 \text{ m}$; $2c = 2,85 \text{ m}$; $m = 0,1877 \text{ m}^3$; $I_1 = 0,583 \text{ m}^4$; $I_2 = 0,002 \text{ m}^4$;
 $\sum I_i = 0,585 \text{ m}^4$; $I = 1,12 \text{ m}^4$; $\alpha = 30,0067$ (petite ouv.)
 $A = \frac{2-3\xi+\xi^3}{3}$; $H_0 = 9,98 \text{ t}$; $Z = 21,42 \text{ m}$.

NIV	ξ	Λ	χ	π	A	$B = \frac{2mC}{I} \cdot \Lambda$	$\gamma = A - B$	M_1	M_2	$N = \sum \pi$
7	1	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0
6	0,86	0,02	0,26	0,72	0,02	0,01	0,01	2,13	0,01	0,72
5	0,71	0,07	0,48	1,48	0,08	0,03	0,05	10,65	0,04	2,20
4	0,57	0,16	0,67	2,20	0,16	0,08	0,08	17,04	0,06	4,40
3	0,43	0,27	0,81	2,92	0,26	0,13	0,13	27,70	0,10	7,32
2	0,29	0,39	0,92	3,63	0,38	0,19	0,19	40,48	0,14	10,95
1	0,14	0,53	0,96	4,43	0,53	0,25	0,28	59,65	0,20	15,35
RDC	0	0,67	0	5,12	0,67	0,32	0,35	74,56	0,26	20,47

Vérification : $M_{ext} = 147,83 \text{ t.m}$
 $M_{int} = 133,16 \text{ t.m}$; erreur relative : 9,92 %

d) Voile Vt_9 :

$L = 4,9 \text{ m}$; $2c = 2,85 \text{ m}$; $m = 0,1877 \text{ m}^3$; $I_1 = 0,583 \text{ m}^4$; $I_2 = 0,002 \text{ m}^4$;
 $\sum I_i = 0,585 \text{ m}^4$; $I = 1,12 \text{ m}^4$; $\alpha = 30,0067$ (pet. ouv.)
 $A = \frac{2-3\xi+\xi^3}{3}$; $H_0 = 11,98 \text{ t}$; $Z = 21,42 \text{ m}$;

NIV.	ξ	Λ	χ	π	A	$B = \frac{2mC}{I} \cdot \Lambda$	$\gamma = A - B$	M_1	M_2	$N = \sum \pi$
7	1	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0
6	0,86	0,02	0,26	0,86	0,02	0,01	0,01	2,56	0,01	0,86
5	0,71	0,07	0,48	1,78	0,08	0,03	0,05	12,79	0,04	2,64
4	0,57	0,16	0,67	2,64	0,16	0,08	0,08	20,46	0,07	5,28
3	0,43	0,27	0,81	3,50	0,26	0,13	0,13	33,25	0,11	8,78
2	0,29	0,39	0,92	4,36	0,38	0,19	0,19	48,59	0,17	13,14
1	0,14	0,53	0,96	5,28	0,53	0,25	0,28	71,61	0,25	18,42
RDC	0	0,67	0	6,14	0,67	0,32	0,35	89,51	0,31	24,56

$M_{ext} = 177,54 \text{ t.m}$; $M_{int} = 159,82 \text{ t.m}$; erreur relative : 9,98 %

e) Voile Vt_5 :

$L = 7,6 \text{ m}$; $2c = 4,50 \text{ m}$; $m = 0,3658 \text{ m}^3$; $I_1 = 2,195 \text{ m}^4$; $I_2 = 0,003 \text{ m}^4$;
 $\sum I_i = 2,198 \text{ m}^4$; $I = 3,844 \text{ m}^4$; $\alpha = 4,695$ (pet. ouvr.)
 $A = \frac{2 \cdot 3\xi + \xi^3}{3}$; $H_0 = 31,65 \text{ t}$; $Z = 21,42 \text{ m}$.

NIV.	ξ	Λ	χ	π	A	$B = \frac{2mc}{I} \cdot \Lambda$	$\gamma = A - B$	M_1	M_2	$N = \sum \pi$
7	1	0	0,31	2,86	0	0	0	0	0	2,86
6	0,86	0,05	0,36	3,32	0,02	0,02	0	0	0	6,18
5	0,71	0,11	0,48	4,42	0,08	0,05	0,03	20,31	0,03	10,60
4	0,57	0,19	0,58	5,35	0,16	0,08	0,08	54,16	0,07	15,95
3	0,43	0,27	0,65	5,99	0,26	0,12	0,14	94,78	0,13	21,94
2	0,29	0,36	0,63	5,81	0,38	0,15	0,23	155,71	0,21	27,75
1	0,14	0,45	0,45	4,15	0,53	0,19	0,34	230,19	0,31	31,90
R.D.C	0	0,48	0	0	0,67	0,21	0,46	311,43	0,43	31,90

Verification: $M_{ext} = 468,61 \text{ t.m}$

$M_{int} = M_1 + M_2 + 2NC = 454,98 \text{ tm}$; erreur relative = 2,91%.

f) Voile Vt_7 :

$L = 7,6 \text{ m}$; $2c = 4,50 \text{ m}$; $m = 0,3658 \text{ m}^3$; $I_1 = 2,195 \text{ m}^4$; $I_2 = 0,003 \text{ m}^4$;
 $\sum I_i = 2,198 \text{ m}^4$; $I = 3,844 \text{ m}^4$; $\alpha = 4,6995$ (pet. ouvr.)
 $A = \frac{2 \cdot 3\xi + \xi^3}{3}$; $H_0 = 33,78 \text{ t}$; $Z = 21,42 \text{ m}$.

NIV.	ξ	Λ	χ	π	A	$B = \frac{2mc}{I} \cdot \Lambda$	$\gamma = A - B$	M_1	M_2	$N = \sum \pi$
7	1	0	0,31	3,05	0	0	0	0	0	3,05
6	0,86	0,05	0,36	3,54	0,02	0,02	0	0	0	6,59
5	0,71	0,11	0,48	4,72	0,08	0,05	0,03	21,68	0,03	11,31
4	0,57	0,19	0,58	5,71	0,16	0,08	0,08	57,81	0,08	17,02
3	0,43	0,27	0,65	6,39	0,26	0,12	0,14	101,16	0,14	23,41
2	0,29	0,36	0,63	6,20	0,38	0,15	0,23	166,19	0,23	29,61
1	0,14	0,45	0,45	4,43	0,53	0,19	0,34	245,68	0,34	34,04
R.D.C	0	0,48	0	0	0,67	0,21	0,46	332,39	0,45	34,04

Verification: $M_{ext} = 500,16 \text{ t.m}$; $M_{int} = 486,02 \text{ tm}$; erreur relative: 2,85%

g) Voile VL₂:

$$L = 13,2 \text{ m}; I_1 = I_2 = 1,217 \text{ m}^4; 2c = 8,6 \text{ m}; m = \frac{2c}{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 2,967 \text{ m};$$

$$\bar{I} = 27,95 \text{ m}^4; \alpha = 2,902 \text{ (gde ouv.)}$$

$$A = \frac{2 \cdot 3\xi + \xi^3}{3}; H_0 = 232,28 \text{ t}; \bar{Z} = 21,42 \text{ m}$$

NIV.	ξ	Λ	χ	$\bar{\eta}$	A	$B = \frac{2mc}{I} \cdot \Lambda$	$\gamma = A - B$	M ₁	M ₂	N=2N
7	1	0	0,37	27,92	0	0	0	0	0	27,92
6	0,86	0,06	0,39	29,43	0,02	0,05	-0,03	-144,32	-144,32	57,35
5	0,71	0,11	0,44	33,20	0,08	0,10	-0,02	-96,21	-96,21	90,55
4	0,57	0,17	0,48	36,22	0,16	0,16	0	0	0	126,77
3	0,43	0,25	0,48	36,22	0,26	0,23	0,03	144,32	144,32	162,99
2	0,29	0,31	0,43	32,44	0,38	0,28	0,02	96,21	96,21	195,43
1	0,14	0,37	0,28	21,13	0,53	0,34	0,19	914,00	914,00	216,56
RDC	0	0,39	0	0	0,67	0,36	0,31	1491,26	1491,26	216,56

Vérification: M_{ext} = 3439,72 t.m

M_{int} = M₁ + M₂ + 2NC = 3248,96 t.m

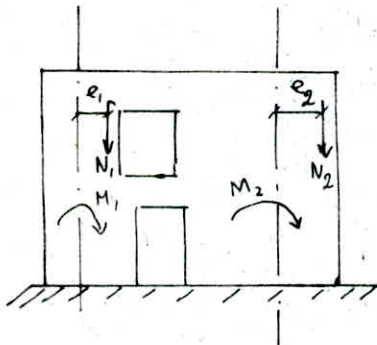
erreur relative = 5,55 %

CHARGES VERTICALES

① Introduction: Les sollicitations verticales provenant des charges permanentes (G) et surcharges d'exploitation (P) sont distribuées selon les surfaces des planchers correspondant à chaque voile pris en considération.

On remarque que pour les voiles avec files d'ouvertures, que les charges verticales ne sont pas centrées, ce qui provoque l'apparition des moments dans les trumeaux dus à l'excentrement de la charge verticale de la ligne moyenne du trumeau, cet excentricité est due à la participation des linteaux aux transports de ces charges jusqu'aux fondations.

L'examen de ces excentricités ne provoquent que des moments négligeables. C'est pourquoi qu'on suppose que les charges verticales sont centrées dans la suite de nos calculs.



Les moments :

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= N_1 \cdot e_1 \\ M_2 &= N_2 \cdot e_2 \end{aligned} \right\} \text{ sont négligeables.}$$

② Etude sous la charge permanente (G):

Pour évaluer la charge permanente (G) revenant à un voile (i) sachant la surface qui lui revient "S_i" et la charge permanente par unité d'aire.

Terrasse: $G = 0,673 \text{ t/m}^2$

Plancher courant: $G = 0,641 \text{ t/m}$

Donc la charge permanente est évaluée en ajoutant au poids propre du refend, la charge qui lui revient des planchers et éventuellement l'acrotère et les panneaux.

Évaluation de la charge permanente (G_i) revenant au voile (i):

- Niveau terrasse: $G_i = G_A + G_V + G_F + G_P$

- Niveau étage courant: $G_i = G_V + G_F + G_P$

avec: G_A : poids de l'acrotère revenant au voile.

G_V : poids propre du voile.

G_F : poids propre des façades revenant au voile.

G_P : poids propre du plancher revenant au voile.

③ Etude sous la charge d'exploitation (P):

La surcharge d'exploitation (P_i) revenant à un voile est évaluée comme suit :

- Niveau terrasse: $P_i = 0,1 \cdot S_i$ [tonnes]
- Niveau étage courant: $P_i = 0,175 S_i$ [tonnes]

avec (S_i) la surface revenant au voile (i).

D'où on obtient les charges permanentes et les charges d'exploitation pour chaque voile et au niveau de chaque étage, sous forme de tableau.

④ Distribution des charges verticales sur les différents trumeaux:

Pour les voiles avec files d'ouvertures, la charge verticale est distribuée sur les différents trumeau suivant leurs longueurs :

$$F_i = F \cdot \frac{l_i}{l}$$

F: charge verticale revenant à tout le voile.

F_i : charge verticale revenant au trumeau "i".

l: longueur totale du voile.

l_i : longueur du trumeau "i" + la moitié de la longueur du linteau.

Après avoir déterminé les forces " F_i " agissant dans chaque voile et au niveau de chaque étage, l'effort normal à un niveau "j" dû à ces forces dans un trumeau est la somme de toutes les forces " F_i " du sommet du bâtiment jusqu'à l'étage considéré.

$$N_j = \sum_{k=0}^j F_k$$

Pour chaque voile, nous présenterons sous forme de tableaux les charges verticales (G et P).

Pour chacun de ces trumeaux, les forces (F_i) et les efforts normaux (N_i) à chaque niveau.

④ Poids des éléments verticaux par hauteur d'étage:

VOILES	VL ₁	VL ₅	VL ₂	VL ₃	VL ₆	VL ₇	VL ₈	VL ₄	VL ₉	VL ₁	VL ₂
Poids (t)	4,49	4,49	13,71	8,01	8,01	5,51	5,51	3,44	4,97	6,66	5,62
VOILES	VL ₃	VL ₄	VL ₅	VL ₆	VL ₇	VL ₈	VL ₁₀	VL ₁₁	VL ₁₂	VL ₁₃	
Poids (t)	5,66	4,97	7,38	8,84	7,38	6,66	6,66	5,62	4,13	4,13	

Façades : $G = 1 \text{ t/ml}$.

types de façades : façades sans et avec ouvertures.

a) façades sans ouvertures : $F_4, F_5 ; F_{10}$ et F_{11} : $P = 3,6 \text{ t}$

b) façades avec ouvertures : M_1, M_{14} : $P = 2,75 \text{ t}$

M_7, M_8 : $P = 0,15 \text{ t}$

M_6 et M_9 : $P = 2,8 \text{ t}$; M_3 et M_{12} : $P = 3,4 \text{ t}$; M_2 et M_{13} : $P = 2,2 \text{ t}$.

DISTRIBUTION DES CHARGES SUR LES VOILES :

- surface revenant à chaque voile suivant la règle de rupture des dalles à 45° .

VOILES	VL ₁	VL ₂	VL ₃	VL ₄	VL ₅	VL ₆	VL ₇	VL ₈					
Surfaces (m ²)	14,04	27,45	24,96	2,25	14,04	24,96	7,02	7,02					
VOILES	Vt ₁	Vt ₂	Vt ₃	Vt ₄	Vt ₅	Vt ₆	Vt ₇	Vt ₈	Vt ₉	Vt ₁₀	Vt ₁₁	Vt ₁₂	Vt ₁₃
Surfaces (m ²)	15,3	10,44	19,34	13,43	16,50	22,02	16,50	19,34	13,43	15,3	10,44	3,24	3,24

TABLEAU D'ÉVALUATION DE LA CHARGE PERMANENTE ET LA SURCHARGE D'EXPLOITATION :

VOILES	Charges	Terrasse	Etage Courant	Voiles	Charges	Terrasse	Etage Courant
VL ₁	G	/	13,96	VL ₈	G	12,72	11,14
	P	/	2,46		P	0,77	1,23
VL ₂	G	31,77	28,70	Vt ₁	G	20,32	17,81
	P	2,75	4,80		P	1,59	2,68
VL ₃	G	28,71	25,24	Vt ₂	G	14,23	12,72
	P	2,59	4,37		P	1,07	1,83
VL ₄	G	5,21	4,67	Vt ₃	G	22,63	19,69
	P	0,25	0,39		P	1,99	3,38
VL ₅	G	/	13,96	Vt ₄	G	15,56	13,78
	P	/	2,46		P	1,37	2,35
VL ₆	G	28,71	25,24	Vt ₅	G	18,89	16,46
	P	2,59	4,37		P	1,70	2,89
VL ₇	G	12,72	11,14	Vt ₆	G	26,93	23,61
	P	0,77	1,23		P	2,27	3,85

VOILES	Charges	Terrasse	Etage Courant	VOILES	Charges	Terrasse	Etage Courant
Vt ₇	G	18,89	16,46	Vt ₁₁	G	14,23	12,72
	P	1,70	2,89		P	1,07	1,83
Vt ₈	G	22,63	19,69	Vt ₁₂	G	/	7,60
	P	1,99	3,38		P	/	0,57
Vt ₉	G	15,56	13,78	Vt ₁₃	G	/	7,60
	P	1,37	2,35		P	/	0,57
Vt ₁₀	G	20,32	17,81				
	P	1,59	2,68				

N.B : Les voiles VL₁ et VL₅ s'arrêtent au niveau 5. Les voiles Vt₁₂ et Vt₁₃ s'arrêtent au 2^e niveau. Tous les autres voiles montent jusqu'au 7^e niveau.

EFFORTS NORMAUX ET CHARGES VERTICALES DANS LES VOILES PLEINS

VOILE VL₄:

VOILE	CHARGES	EFFORTS	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
VL ₄	G	F _i	5,21	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67
	G	N _i	5,21	9,88	14,55	19,22	23,89	28,56	33,23	37,90
	P	F _i	0,25	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
	P	N _i	0,25	0,64	1,03	1,42	1,81	2,20	2,59	2,98

VOILES Vt₁ et Vt₁₀

VOILES	Charges	Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	R.D.C
Vt ₁ et Vt ₁₀	G	F _i	20,32	17,81	17,81	17,81	17,81	17,81	17,81	17,81
		N _i	20,32	38,13	55,94	73,75	91,56	109,37	127,18	144,99
	P	F _i	1,59	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68
		N _i	1,59	4,27	6,95	9,63	12,31	14,99	17,67	20,35

VOILES Vt₂ et Vt₁₁

VOILES	Charges	Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
Vt ₂ et Vt ₁₁	G	F _i	14,23	12,72	12,72	12,72	12,72	12,72	12,72	12,72
		N _i	14,23	26,95	39,67	52,39	65,11	77,83	90,55	103,27
	P	F _i	1,07	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83
		N _i	1,07	2,9	4,73	6,56	8,39	10,22	12,05	13,88

VOILES Vt_3 et Vt_8 :

VOILES	Charges	Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	R.D.C	
Vt_3 et Vt_8	G	F_i	22,63	19,69	19,69	19,69	19,69	19,69	19,69	19,69	
		N_i	22,63	42,32	62,01	81,70	101,39	121,08	140,77	160,46	
	P	F_i	1,99	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38
		N_i	1,99	5,37	8,75	12,13	15,51	18,89	22,27	25,65	

VOILE Vt_6 :

VOILE	Charges	EFForts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	R.D.C	
Vt_6	G	F_i	26,93	23,61	23,61	23,61	23,61	23,61	23,61	23,61	
		N_i	26,93	50,54	74,15	97,76	121,37	144,98	168,59	192,20	
	P	F_i	2,27	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
		N_i	2,27	6,12	9,97	13,82	17,67	21,52	25,37	29,22	

VOILES Vl_7 et Vl_8 : (ne participent pas au contreventement).

VOILES	Charges	EFForts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	R.D.C	
Vl_7 et Vl_8	G	F_i	12,72	11,14	11,14	11,14	11,14	11,14	11,14	11,14	
		N_i	12,72	23,86	35,00	46,14	57,28	68,42	79,56	90,70	
	P	F_i	0,77	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
		N_i	0,77	2,00	3,23	4,46	5,69	6,92	8,15	9,38	

VOILES Vt_{12} et Vt_{13} : (ne participent pas au contreventement).

VOILES	Charges	Efforts	2	1	R.D.C
Vt_{12} et Vt_{13}	G	F_i	7,60	7,60	7,60
		N_i	7,60	15,20	22,80
	P	F_i	0,57	0,57	0,57
		N_i	0,57	1,14	1,71

VOILES A UNE FILE D'OUVERTURE

$$F_i = F \cdot \frac{l_i}{l}$$

F: charge verticale revenant à tout le voile.

l: longueur totale du voile.

l_i : longueur du trumeau "i" + la moitié de la longueur du linteau.

F_i : charge verticale revenant au trumeau "i".

VOILES VL₁ et VL₅ :

VOILES		Charges	Efforts	5	4	3	2	1	RDC
VL ₁ et VL ₅	Trumeau 1	G	Fi	10,98	10,98	10,98	10,98	10,98	10,98
			Ni	10,98	21,36	32,94	43,92	54,89	65,87
		P	Fi	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93
			Ni	1,93	3,86	5,80	7,73	9,67	11,60
	Trumeau 2	G	Fi	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
			Ni	2,98	5,96	8,94	11,92	14,90	17,89
		P	Fi	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
			Ni	0,53	1,06	1,58	2,11	2,63	3,16

VOILES VL₃ et VL₆ :

VOILES		charges	Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
VL ₃ et VL ₆	Trumeau 1	G	Fi	16,41	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42
			Ni	16,41	30,83	45,26	59,68	74,10	88,52	102,95	117,37
		P	Fi	1,48	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
			Ni	3,98	6,47	8,97	11,47	13,97	16,46	18,96	21,46
	Trumeau 2	G	Fi	12,30	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82
			Ni	23,12	33,93	44,75	55,57	66,39	77,20	88,02	98,84
		P	Fi	1,11	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
			Ni	2,98	4,86	6,73	8,60	10,47	12,35	14,22	16,09

VOILES VL₅ et VL₇

VOILES		charges	Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
VL ₅ et VL ₇	Trumeau 1	G	Fi	15,66	13,64	13,64	13,64	13,64	13,64	13,64	13,64
			Ni	15,66	29,30	42,94	56,58	70,22	83,86	97,50	111,14
		P	Fi	1,41	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
			Ni	1,41	3,81	6,21	8,61	11,01	13,41	15,81	18,21
	Trumeau 2	G	Fi	3,23	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82
			Ni	3,23	6,05	8,87	11,69	14,51	17,33	20,15	22,97
		P	Fi	0,29	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
			Ni	0,29	0,78	1,28	1,77	2,27	2,76	3,26	3,75

VOILES V_{t4} et V_{tg} :

Eléments		charges	Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC	
V_{t4} et V_{tg}	Trameau 1	G	F_i	12,70	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	
			N_i	12,70	23,95	35,20	46,45	57,70	68,95	80,20	91,45	
		P	F_i	1,12	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
			N_i	1,12	3,04	4,96	6,88	8,80	10,72	12,64	14,56	
	Trameau 2	G	F_i	2,86	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	
			N_i	2,86	5,39	7,92	10,45	12,98	15,51	18,04	20,57	
		P	F_i	0,25	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
			N_i	0,25	0,68	1,11	1,54	1,97	2,40	2,83	3,26	

VOILE V_{L2} :

Eléments		charges	Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC	
V_{L2}	Trameau 1	G	F_i	15,89	14,35	14,35	14,35	14,35	14,35	14,35	14,35	
			N_i	30,24	44,59	58,94	73,29	87,64	101,99	116,34	130,69	
		P	F_i	1,38	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
			N_i	1,38	3,78	6,18	8,58	10,98	13,38	15,78	18,18	
V_{L2}	Trameau 2	G	F_i	15,89	14,35	14,35	14,35	14,35	14,35	14,35	14,35	
			N_i	30,24	44,59	58,94	73,29	87,64	101,99	116,34	130,69	
		P	F_i	1,38	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
			N_i	1,38	3,78	6,18	8,58	10,98	13,38	15,78	18,18	

SUPERPOSITION DES SOLLICITATIONS

① Principe de calcul: Le calcul sera mené conformément aux règles d (RPA 81). La vérification de la résistance aux sollicitations normales de flexion composée les plus défavorables doit être effectuée avec la contrainte admissible du béton 1^{ère} genre majorée au plus de 50% et la contrainte admissible de traction des aciers au plus égale à σ_{en} .

② Base de calcul des éléments structuraux:

Les combinaisons des forces sismiques et des charges verticales spécifiées sont données ci-dessous: Les éléments structuraux doivent être dimensionnés pour ces combinaisons des charges sur la base des règlements (RPA 81).

(I): $G + P + E$

(II): $0,8G \pm E$

avec: G: charge permanente

P: surcharge d'exploitation

E: effets des séismes.

La combinaison (I) comprend la totalité de la charge d'exploitation et de la charge sismique. Du fait que cette charge d'exploitation est tout à fait improbable, une grande partie de celle-ci (environ 40 à 60%) peut effectivement représenter l'effet des accélérations verticales des séismes.

La combinaison (II) tient compte de la réduction de la charge verticale qui se produira à cause des effets de l'accélération verticale.

La valeur $\pm E$ permet de prendre en compte la réversibilité des charges sismiques créant des efforts de traction et de compression dans les voiles.

On examine en détail la superposition des charges et surcharges pour chaque type des voiles, en prenant comme exemple l'un d'eux, pour les autres, les seuls des résultats seront donnés dans des tableaux.

a) Voiles pleins: On prend comme exemple le voile VL₄:

(*) Efforts normaux:

- Sollicitation (I):

Niv. Efforts	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
G	5,21	9,88	14,55	19,22	23,89	28,56	33,23	37,90
P	0,25	0,64	1,03	1,42	1,81	2,20	2,59	2,98

N_E : effort normal dû au sisme. Pour les voiles pleins ($E=0$), alors la sollicitation (I) est donnée par la simple opération $G+P+E = G+P$. ($E=0$)

Efforts \ NIVEAUX	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
G + P	5,46	10,52	15,58	20,64	25,70	30,76	35,82	40,88

- Sollicitation (II): La combinaison à examiner est: $0,8G \pm E = 0,8G$. ($E=0$)

Efforts \ NIVEAUX	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
0,8 G	4,17	7,90	11,64	15,38	19,11	22,85	26,58	30,32

2) Moments fléchissants.

Seuls les efforts sismiques horizontaux provoquent des M_{SH} fléchissants dans le voile.

Efforts \ NIVEAUX	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
M (S_H)	0	4,96	13,92	26,47	42,32	60,96	81,52	102,75

Remq: Pour les autres voiles (pleins ou avec ouvertures), nous donnerons les résultats sous forme de tableau, les étapes de calculs étant les mêmes que pour V_4 .

Tableau récapitulatif: *) Voiles Pleins: V_{L_4} :

Elément	Efforts \ NIVEAUX	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC	
V_{L_4}	Efforts Normaux	G	5,21	9,88	14,55	19,22	23,89	28,56	33,23	37,90
		P	0,25	0,64	1,03	1,42	1,81	2,20	2,59	2,98
		G+P	5,46	10,52	15,58	20,64	25,70	30,76	35,82	40,88
		0,8G	4,17	7,90	11,64	15,38	19,11	22,85	26,58	30,32
	M	S_H	0	4,96	13,92	26,47	42,32	60,96	81,52	102,75

Voiles V_{t_1} et $V_{t_{10}}$:

Eléments	Efforts \ NIVEAUX	Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC	
V_{t_1} et $V_{t_{10}}$	Efforts Normaux	G	20,32	38,13	55,94	73,75	91,56	109,37	127,18	144,99
		P	1,59	4,27	6,95	9,63	12,31	14,99	17,67	20,35
		G+P	21,91	42,40	62,89	83,38	103,87	124,36	144,85	165,34
		0,8G	16,26	30,50	44,75	59,00	73,25	87,50	101,74	115,99
V_{t_1}	M	S_H	0	25,46	71,48	135,77	216,98	312,46	417,87	526,72
$V_{t_{10}}$	M	S_H	0	34,70	97,43	185,07	295,78	425,92	569,62	718,00

VOILES Vt_2 et Vt_{11} :

Eléments	NIVEAUX		Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
	Efforts									
Vt_2 et Vt_{11}	Efforts normaux	G	14,23	26,95	39,67	52,39	65,11	77,83	90,55	103,27
		P	1,07	2,90	4,73	6,56	8,39	10,22	12,05	13,88
		G+P	15,30	29,85	44,40	58,95	73,50	88,05	102,60	117,15
		0,8G	11,38	21,56	31,74	41,91	52,09	62,26	72,44	82,62
Vt_2	M	S_H	0	15,36	43,12	81,89	130,88	188,47	252,05	317,72
Vt_{11}	M	S_H	0	20,93	58,75	111,60	178,37	256,86	343,52	433,02

VOILES Vt_3 et Vt_8 :

Eléments	NIVEAUX		Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
	Efforts									
Vt_3 et Vt_8	Efforts normaux	G	22,63	42,32	62,01	81,70	101,39	121,08	140,77	160,46
		P	1,99	5,37	8,75	12,13	15,51	18,89	22,27	25,65
		G+P	24,62	47,69	70,76	93,83	116,90	139,97	163,04	186,11
		0,8G	18,10	33,86	49,61	65,36	81,11	96,11	112,62	128,37
Vt_3	M	S_H	0	25,46	71,48	135,77	216,98	312,46	417,87	526,82
Vt_8	M	S_H	0	30,60	85,92	163,22	260,87	375,65	502,36	633,21

VOILE Vt_6 :

Eléments	NIVEAUX		Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
	Efforts									
Vt_6	Efforts normaux	G	26,93	50,54	74,15	97,76	121,37	144,98	168,59	192,20
		P	2,27	6,12	9,97	13,82	17,67	21,52	25,37	29,22
		G+P	29,20	56,66	84,12	110,98	139,04	166,50	193,96	221,42
		0,8G	21,54	40,43	59,32	77,73	97,10	115,	134,87	153,76
	M	S_H	0	59,58	167,29	317,75	507,84	731,31	978,01	1232,72

VOILES Vl_7 et Vl_8 : (ne participant pas au contreventement).

Eléments	NIVEAUX		Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC
	Efforts									
Vl_7 et Vl_8	Efforts normaux	G	12,72	23,86	35,00	46,14	57,28	68,42	79,56	90,70
		P	0,77	2,00	3,23	4,46	5,69	6,92	8,15	9,38
		G+P	13,49	25,86	38,23	50,60	62,97	75,34	87,71	100,08
		0,8G	10,18	19,09	28,00	36,91	45,82	54,74	63,65	72,56

Voiles VL₃ et VL₆ :

Eléments	NIVEAUX Efforts		Terrasse	6	5	4	3	2	1	R.D.C		
	VL ₃ et VL ₆	Trumeau 1	G	16,41	30,83	45,26	59,68	74,10	88,52	102,95	117,37	
P			3,98	6,47	8,97	11,47	13,97	16,46	18,96	21,46		
E			4,79	12,51	25,55	42,84	63,59	85,94	105,10	105,10		
G+P+E			25,18	49,81	79,78	113,99	151,66	190,92	227,01	243,93		
0,8G+E			17,92	37,17	61,76	90,58	122,87	156,76	187,46	199,00		
0,8G-E			8,34	12,15	10,66	4,90	-4,31	-15,12	-22,74	-14,20		
Trumeau 2		M	S _H	0	-8,4	0	8,40	16,80	33,59	67,17	142,77	
			N	G	23,12	33,93	44,75	55,57	66,39	77,20	88,02	98,84
				P	2,98	4,86	6,73	8,60	10,47	12,35	14,22	16,09
		E		4,79	12,51	25,55	42,84	63,59	85,94	105,10	105,10	
		N	G+P+E	30,89	51,30	77,03	107,01	140,45	175,49	207,34	220,03	
			0,8G+E	23,29	33,65	61,35	87,30	116,70	147,70	175,52	184,17	
			0,8G-E	13,71	14,63	10,25	1,62	-10,48	-24,18	-34,68	-26,03	
		M	S _H	0	-2,69	0	2,69	5,39	10,77	21,55	45,79	

VOILE vt₄ :

Elément	NIVEAUX Efforts		Terrasse	6	5	4	3	2	1	RDC		
	vt ₄	Trumeau 1	G	12,70	23,95	35,20	46,50	57,70	68,95	80,20	91,45	
P			1,12	3,04	4,96	6,88	8,80	10,72	12,64	14,56		
E			0	0,72	2,20	4,40	7,32	10,95	15,35	20,47		
G+P+E			13,82	27,71	42,36	57,78	73,82	90,62	108,19	126,47		
0,8G+E			10,16	19,88	30,36	41,60	53,48	66,11	79,51	93,63		
0,8G-E			10,16	18,44	25,96	32,80	38,84	44,21	48,81	52,69		
Trumeau 2		M	S _H	0	2,13	10,65	17,04	27,70	40,48	59,65	74,56	
			N	G	2,86	5,39	7,92	10,45	12,98	15,51	18,04	20,57
				P	0,25	0,68	1,11	1,54	1,97	2,40	2,83	3,26
		E		0	0,72	2,20	4,40	7,32	10,95	15,35	20,47	
		N	G+P+E	3,11	6,79	11,23	16,39	22,27	28,86	36,22	44,30	
			0,8G+E	2,29	5,03	8,54	12,76	17,70	23,36	29,78	36,95	
			0,8G-E	2,29	3,59	4,41	3,96	3,06	1,46	-0,22	-4,01	
		M	S _H	0	0,01	0,04	0,06	0,10	0,14	0,20	0,26	

VOILE vt_g:

Elements		NIVEAUX Efforts		Terrasse	6	5	4	3	2	1	R.D.C	
vt _g	Trumeau 1		G	12,70	23,95	35,20	46,50	57,70	68,95	80,20	91,45	
			P	1,12	3,04	4,96	6,88	8,80	10,72	12,64	14,56	
			E	0	0,86	2,64	5,28	8,78	13,14	18,42	24,56	
		N	G+P+E	13,82	27,85	42,80	58,61	75,28	92,81	111,26	130,57	
			0,8G+E	10,16	20,02	30,80	42,44	54,94	68,30	82,58	97,72	
			0,8G-E	10,16	18,30	25,52	31,88	37,38	42,02	45,74	48,60	
		M	S _H	0	2,56	12,79	20,46	33,25	48,59	71,61	99,51	
		Trumeau 2		G	2,86	5,39	7,92	10,45	12,98	15,51	18,04	20,57
				P	0,25	0,68	1,11	1,54	1,97	2,40	2,83	3,26
	E			0	0,86	2,64	5,28	8,78	13,14	18,42	24,56	
	N		G+P+E	3,11	6,93	11,67	17,27	23,73	31,05	39,29	48,39	
			0,8G+E	2,29	5,17	8,98	13,64	19,16	25,55	32,85	41,02	
			0,8G-E	2,29	3,45	3,70	3,08	1,60	-0,73	-3,39	-8,10	
	M		S _H	0	0,01	0,04	0,07	0,11	0,17	0,25	0,31	

VOILE vt₅:

Elements		NIVEAUX Efforts		Terrasse	6	5	4	3	2	1	R.D.C	
vt ₅	Trumeau 1		G	15,66	29,30	42,94	56,58	70,22	83,82	97,50	111,14	
			P	1,41	3,81	6,21	8,61	11,01	13,41	15,81	18,21	
			E	2,86	6,18	10,60	15,95	21,94	27,75	31,90	31,90	
		N	G+P+E	19,93	39,29	59,75	81,14	103,17	125,02	145,21	161,25	
			0,8G+E	15,39	29,62	44,95	61,21	78,12	94,84	109,90	120,81	
			0,8G-E	9,67	17,26	23,75	29,31	34,24	39,34	46,10	57,01	
		M	S _H	0	0	20,31	54,16	94,78	155,71	230,18	511,43	
		Trumeau 2		G	3,23	6,05	8,87	11,69	14,51	17,33	20,15	22,97
				P	0,29	0,78	1,28	1,77	2,27	2,76	3,26	3,75
	E			2,86	6,18	10,60	15,95	21,94	27,75	31,90	31,90	
	N		G+P+E	6,38	13,01	20,75	29,41	38,72	47,84	55,31	58,62	
			0,8G+E	5,44	11,02	17,70	25,30	33,55	41,61	48,02	50,28	
			0,8G-E	-0,28	-1,34	-3,50	-6,60	-10,33	-13,89	-15,78	-15,58	
	M		S _H	0	0	0,03	0,07	0,13	0,21	0,31	0,43	

VOILE VL₇

Éléments		NIVEAUX Efforts		Ferrasse	6	5	4	3	2	1	RDC	
VL ₇	Trumeau 1	G	G	15,66	29,30	42,94	56,58	70,22	83,86	97,50	111,14	
			P	1,41	3,81	6,21	8,61	11,01	13,41	15,81	18,21	
			E	3,05	6,59	11,31	17,02	23,41	29,61	34,04	34,04	
		N	G+P+E	20,12	39,70	60,46	82,21	104,64	126,88	147,35	163,39	
			0,8G+E	15,58	30,03	45,66	62,28	79,59	96,70	112,04	122,95	
			0,8G-E	9,48	16,85	23,04	28,24	32,77	37,48	43,96	54,87	
		M	S _H	0	0	21,68	57,81	101,16	166,19	245,68	332,39	
		Trumeau 2	G	G	3,23	6,05	8,87	11,69	14,51	17,33	20,15	22,97
				P	0,29	0,78	1,28	1,77	2,27	2,76	3,26	3,75
	E			3,05	6,59	11,31	17,02	23,41	29,61	34,04	34,04	
	N		G+P+E	6,57	13,42	21,46	30,48	40,19	49,70	57,45	60,76	
			0,8G+E	5,63	11,43	18,41	26,37	35,02	43,47	50,16	52,42	
			0,8G-E	-0,47	-1,75	-4,21	-7,67	-11,80	-15,75	-17,92	-15,66	
	M		S _H	0	0	0,03	0,08	0,14	0,23	0,34	0,45	

VOILE VL₂

Éléments		NIVEAUX Efforts		Ferrasse	6	5	4	3	2	1	RDC	
VL ₂	Trumeau 1	G	G	15,89	30,24	44,59	58,94	73,29	87,64	101,99	116,34	
			P	1,38	3,78	6,18	8,58	10,98	13,38	15,78	18,18	
			E	27,92	57,35	90,55	126,77	162,99	195,43	216,56	216,56	
		N	G+P+E	45,19	91,37	141,32	194,29	247,26	296,45	334,33	351,08	
			0,8G+E	40,63	81,54	126,22	173,92	221,62	265,54	298,15	309,63	
			0,8G-E	-15,21	-33,16	-54,88	-79,62	-104,36	-125,32	-134,97	-123,49	
		M	S _H	0	-144,32	-96,21	0	144,32	96,21	914,00	1491,26	
		Trumeau 2	G	G	15,89	30,24	44,59	58,94	73,29	87,64	101,99	116,34
				P	1,38	3,78	6,18	8,58	10,98	13,38	15,78	18,18
	E			27,92	57,35	90,55	126,77	162,99	195,43	216,56	216,56	
	N		G+P+E	45,19	91,37	141,32	194,29	247,26	296,45	334,33	351,08	
			0,8G+E	40,63	81,54	126,22	173,92	221,62	265,54	298,15	309,63	
			0,8G-E	-15,21	-33,16	-54,88	-79,62	-104,36	-125,32	-134,97	-123,49	
	M		S _H	0	-144,32	-96,21	0	144,32	96,21	914,00	1491,26	

FERRAILLAGE DES LINTEAUX

Les linteaux sont les éléments entre ouvertures en élévation du voile et lient les trumeaux. Ils doivent être conçus de façon à éviter leur rupture fragile. Ils doivent être capables de prendre l'effort tranchant et le moment fléchissant dont les sens d'action peuvent altérer.

La vérification de la résistance des linteaux aux sollicitations d'effort tranchant les plus défavorables doit être effectuée avec :

$T = 1,4$ fois l'effort tranchant de calcul.

M calculé à partir de la valeur ci dessus de T .

$$\bar{\sigma}'_b = 0,12 \sigma'_{28}$$

$$\bar{\sigma}_b = 0,75 \sigma'_{28}$$

$$\bar{\sigma}_a = \bar{\sigma}_{at} = \sigma_{eu}$$

Sous l'action du moment fléchissant (M) et de l'effort tranchant (T), les linteaux seront calculés en flexion simple.

Nous allons ferrailer nos linteaux de niveau en niveau. Ses résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Linteau	Types de voiles	NIVEAU I (RDC + 1 ^{er} étage)					
		A_f	A_c	A_x	$A_{i, \Delta}$	$L_d(m)$	$L(m)$
L1	VL3 et VL6	11 cadres $\phi 10$	4T12	4T10	2x6T16	1,03	4,45
L2	VL1 et VL5	5 cadres $\phi 8$	4T10	-	$\frac{2}{2} \times 2T16$	-	-
L3	VT4	5 cadres $\phi 8$	4T12	-	$\frac{2}{2} \times 2T16$	-	-
L4	VT9	5 cadres $\phi 8$	4T12	-	2x2T16	-	-
L5	VT5	4 cadres $\phi 8$	4T8	-	2x2T10	-	-
L6	VT7	4 cadres $\phi 8$	4T8	4T8	2x2T16	0,93	3,47
L7	VL2	6 cadres $\phi 6$	4T8	4T8	2x2T12	0,83	5,80

Linteaux	Type de voiles	NIVEAU II (2 ^e + 3 ^e étage)					
		A _t	A _c	A _x	A _{i,s}	L _d (m)	L(m)
L ₁	VL ₃ et VL ₆	10 cadres φ10	4T12	4T10	2x6T16	1,03	4,45
L ₂	VL ₁ et VL ₅	5 cadres φ8	4T10	—	2x2T10	—	—
L ₃	Vt ₄	5 cadres φ8	4T10	—	2x2T10	—	—
L ₄	Vt ₉	5 cadres φ8	4T10	—	2x2T12	—	—
L ₅	Vt ₅	4 cadres φ8	4T8	—	2x2T16	—	—
L ₆	Vt ₇	4 cadres φ8	4T8	4T8	2x2T10	0,63	2,82
L ₇	VL ₂	6 cadres φ6	4T8	4T8	2x2T12	0,83	5,80

Linteaux	Type de voiles	NIVEAU III (4 ^e , 5 ^e , 6 ^e étage)					
		A _t	A _c	A _x	A _{i,s}	L _d (m)	L(m)
L ₁	VL ₃ et VL ₆	5 cadres φ10	4T12	4T10	2x6T12	1,03	4,45
L ₂	VL ₁ et VL ₅	—	—	—	—	—	—
L ₃	Vt ₄	5 cadres φ8	4T10	—	2x2T12	—	—
L ₄	Vt ₉	5 cadres φ8	4T10	—	2x2T12	—	—
L ₅	Vt ₅	4 cadres φ8	4T8	—	2x2T14	—	—
L ₆	Vt ₇	4 cadres φ8	4T8	—	2x2T14	—	—
L ₇	VL ₂	6 cadres φ6	4T8	4T8	2x2T12	0,83	5,80

FERRAILLAGE DES VOILES

Le ferrailage des voiles sera calculé à partir de la combinaison des sollicitations dues aux charges verticales et horizontales. Sous l'action des forces verticales (charges permanentes et surcharges) et des forces horizontales (séismes, vent), le voile est sollicité en flexion composée.

Vu la hauteur du bâtiment et le nombre d'étages (06), il y a à remarquer une variation sensible des efforts suivant la hauteur du bâtiment qui sera divisée en (03) niveaux :

NIVEAU I : RDC + 1^{er} étage

NIVEAU II : 2^e + 3^e étage

NIVEAU III : 4^e + 5^e + 6^e étage

À partir des combinaisons données par le R.P.A, pour chaque niveau, il faut considérer N_{min} , N_{max} , M_{max} . Le ferrailage sera calculé sous la combinaison (N_{min}, M_{max}) et la vérification sera faite sous (N_{max}, M_{max}) .

Ses ferrailages des voiles sont donnés dans les tableaux suivants :

SECTIONNEMENTS D'ARMATURES DANS LES VOILES PLEINS

TABLEAU RÉCAPITULATIF

	VOILE VL ₄				VOILE VT ₆			
	Armatures Verticales		Armatures horizontales		Armatures Verticales		Armatures horizontales	
	S. Calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées
NIVEAU (I)	22,5 cm ²	8T12 28T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	57,75 cm ²	8T12 24T10 60T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe
NIVEAU (II)	22,5 cm ²	8T12 28T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	57,75 cm ²	8T12 24T12 60T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe
NIVEAU (III)	22,5 cm ²	8T12 28T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	57,75 cm ²	8T12 24T10 60T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe
	VOILES VT ₂ et VT ₁₁				VOILES VT ₃ et VT ₈			
	Armatures Verticales		Armatures horizontales		Armatures Verticales		Armatures horizontales	
	S. Calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées
NIVEAU (I)	36,75 cm ²	8T12 12T8 36T10	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	43,50 cm ²	8T12 56T8 16T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
NIVEAU (II)	36,75 cm ²	8T12 12T8 36T10	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	43,50 cm ²	8T12 56T8 16T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
NIVEAU (III)	36,75 cm ²	8T12 12T8 36T10	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	43,50 cm ²	8T12 56T8 16T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	VOILES VT ₁ et VT ₁₀							
	Armatures Verticales		Armatures horizontales					
	S. calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées				
NIVEAU (I)	43,50 cm ²	8T12 16T10 44T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe				
NIVEAU (II)	43,50 cm ²	8T12 16T10 44T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe				
NIVEAU (III)	43,50 cm ²	8T12 16T10 44T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe				

SECTIONS D'ARMATURES DANS LES VOILES A UNE FILE D'OUVERTURE .
TABLEAU RÉCAPITULATIF

	VOILES	TRUMEAU ①				TRUMEAU ②			
		Armatures Verticales		Armatures horizontales		Armatures Verticales		Armatures horizontales	
		S. Calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées	S. calculées	S. adoptées
NIVEAU (I)	VL ₁ et VL ₅	7,09 cm ²	8T12 8T8 24T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	2,01 cm ²	4T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	VL ₃ et VL ₆	28,50 cm ²	8T12 8T10 28T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe	19,50 cm ²	8T12 24T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	VL ₂	114,62 cm ²	8T12 12T20 36T16	8,93 cm ² /ml	8T12/ml et/nappe	114,62 cm ²	8T12 12T20 36T16	8,93 cm ² /ml	8T12/ml et/nappe
	Vt ₄ et Vt ₉	27 cm ²	8T14 32T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	3,75 cm ²	4T12	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	Vt ₅ et Vt ₇	42 cm ²	8T12 16T10 44T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	4,5 cm ²	8T12 8T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
NIVEAU (II)	VL ₁ et VL ₅	7,09 cm ²	8T12 8T8 24T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	2,01 cm ²	4T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	VL ₃ et VL ₆	28,50 cm ²	8T12 8T10 28T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe	15,60 cm ²	8T12 24T8	3,94 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe
	VL ₂	27,60 cm ²	8T12 48T8	8,80 cm ² /ml	8T12/ml et/nappe	27,60 cm ²	8T12 48T8	8,80 cm ² /ml	8T12/ml et/nappe
	Vt ₄ et Vt ₉	27,00 cm ²	8T14 32T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	3,75 cm ²	4T12	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	Vt ₅ et Vt ₇	42 cm ²	8T12 16T10 44T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	4,50 cm ²	8T12 8T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
NIVEAU (III)	VL ₁ et VL ₅	7,09 cm ²	8T12 8T8 24T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	2,01 cm ²	4T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	VL ₃ et VL ₆	28,50 cm ²	8T12 8T10 28T8	3,75 cm ² /ml	8T8/ml et/nappe	19,50 cm ²	8T12 24T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	VL ₂	27,60 cm ²	8T12 48T8	8,80 cm ² /ml	8T12/ml et/nappe	27,60 cm ²	8T12 48T8	8,80 cm ² /ml	8T12/ml et/nappe
	Vt ₄ et Vt ₉	27,00 cm ²	8T14 32T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	3,75 cm ²	4T12	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe
	Vt ₅ et Vt ₇	42,00 cm ²	8T12 16T10 44T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe	4,50 cm ²	8T12 8T8	2,25 cm ² /ml	6T8/ml et/nappe

CALCUL DES EFFORTS SOUS LES CHARGES HORIZONTALES (Méthode de BOWMAN).

Pour la détermination des efforts dans les différents éléments (poteaux-poutres) sous les sollicitations dues aux charges horizontales, on utilise la méthode de BOWMAN.

Exposé de la méthode:

Cette méthode permet d'obtenir des résultats voisins de ceux obtenus en utilisant les méthodes exactes.

- L'effort tranchant à chaque niveau se partage proportionnellement aux moments d'inerties des poteaux. Les moments d'inerties des poteaux de rive sont toutefois affectés du coefficient 0,8.

- que les poteaux des étages courants sont encastres au niveau de chacun des planchers et articulés à des hauteurs définies.

- Le partage des moments dans les barres sera effectué proportionnellement aux raideurs des barres à droite et à gauche du nœud considéré.

Étapes à suivre:

1. Répartir les efforts tranchants de niveau pour les différents portiques par:

- Portiques longitudinaux:

$$T_{jx} = \bar{T}_{jy} \frac{R_j^t}{\sum R_j^t} + \bar{T}_{jx} \cdot y_g \cdot \frac{R_j^l}{R_j^{\theta}} \cdot y$$

- Portiques transversaux:

$$T_{jy} = \bar{T}_{jy} \cdot \frac{R_j^t}{\sum R_j^t} + \bar{T}_{jy} \cdot x_g \cdot \frac{R_j^t}{R_j^{\theta}} \cdot x \quad \text{avec:}$$

R_j^l, R_j^t : rigidité respective de niveau d'un portique longitudinal et transversal
 R_j^{θ} : rigidité de niveau à la torsion.

\bar{T}_{jx} et \bar{T}_{jy} : efforts tranchants de niveaux dans le sens longitudinal et transversal

x_g : distance du centre de masse au centre de torsion (= y_g excentricité accidentelle)

x et y : distances d'un portique transversal et longitudinal au centre de torsion

2. Calculer l'effort tranchant revenant à chaque poteau dans chaque sens:

$T_j^{(i)}$: effort tranchant revenant au poteau i du niveau j .

$$T_j^{(i)} = \frac{R_j^{(i)}}{0,8 R_j^{(1)} + R_j^{(2)} + \dots + R_j^{(n)} \cdot 0,8} \cdot T_j$$

T_j : effort tranchant revenant au portique.

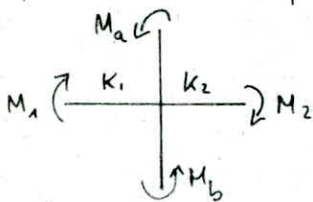
3. Calculer les moments fléchissants dans les poteaux:

$$M^{sup} = t_j^{(i)} (\alpha h)$$

$$M^{inf} = t_j^{(i)} (h - \alpha h)$$

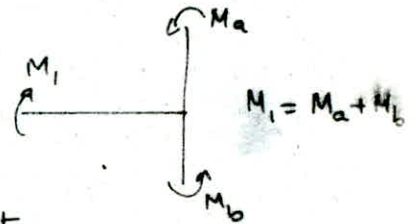
4. Calcul des moments fléchissants dans les poutres:

- Dans un nœud, le moment résultant des poteaux aboutissant à ce nœud est réparti entre les poutres proportionnellement à leurs rigidités linéaires.



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

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



5. Calcul des moments en travées dans les poutres:

- Sous l'action d'une force latérale, le diagramme du moment fléchissant dans une poutre est linéaire:



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

6. Efforts tranchants dans les poutres:

$$T \cdot l + M_w + M_e = 0 \quad ; \quad T = \frac{-M_w + M_e}{l}$$

T étant constant le long de la poutre, ayant dessiné M_w et M_e dans le sens où ils s'exercent réellement donc :

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

T est positif pour le séisme s'exerçant dans ce sens (\rightarrow).

7. Calcul des efforts normaux dans les poteaux:

- Les efforts tranchants s'exerçant sur les nœuds des poutres se transmettent comme des efforts normaux dans les poteaux :

$$N = T_e - T_w$$

Cet effort normal est réversible selon que le séisme agit dans un sens ou dans l'autre.

EFFORT TRANCHANT DANS LES PORTIQUES: SENS TRANSVERSAL:

	1	2	3	4	5	6	7	8
7	1,521	4,254	4,254	5,371	5,374	4,279	4,307	1,552
6	3,72	8,599	8,599	10,858	10,862	8,649	8,705	3,798
5	8,207	12,091	12,091	15,267	15,344	12,217	12,295	8,415
4	10,475	15,434	15,434	19,488	19,587	15,596	15,697	10,746
3	13,237	17,561	17,561	22,173	22,286	17,746	17,861	13,579
2	18,001	18,001	18,001	22,73	22,738	18,105	18,222	18,378
1	18,490	18,490	18,49	23,187	23,306	18,686	18,808	18,971

EFFORT TRANCHANT DANS LES PORTIQUES: SENS LONGITUDINAL:

	E	D	C	B	A
7	4,885	4,885	6,235	6,235	1,144
6	10,112	10,757	12,908	12,908	2,368
5	14,964	19,10	19,10	19,10	3,504
4	19,892	25,391	25,391	25,391	4,659
3	25,586	30,703	30,703	30,703	5,633
2	34,534	34,534	34,534	34,534	6,336
1	38,407	38,407	38,407	38,407	8,705

EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POTEAUX. SENS TRANSVERSAL:

		1	2	3	4	5	6	7	8
7	A	0	0	0	0,50	0,50	0	0	0
	B	0,76	0,608	0,608	1,255	1,256	0,612	0,616	0,776
	C	0,76	1,367	1,367	1,367	1,367	1,375	1,384	0,776
	D	0	1,367	1,367	1,367	1,367	1,375	1,384	0
	E	0	0,608	0,608	0,608	0,608	0,612	0,616	0

		1	2	3	4	5	6	7	8
6	A	0	0	0	1,006	1,007	0	0	0
	B	1,537	1,23	1,23	2,538	2,539	1,237	1,245	1,569
	C	2,183	2,763	2,763	2,763	2,764	2,779	2,797	2,229
	D	0	2,763	2,763	2,763	2,764	2,779	2,797	0
	E	0	1,230	1,230	1,230	1,230	1,237	1,245	0

	A	0	0	0	3,205	3,222	0	0	0
1	B	3,360	3,360	4,890	4,890	4,890	3,360	3,360	3,360
	C	5,046	5,046	5,045	5,045	5,045	5,046	5,046	5,117
	D	5,046	5,046	5,045	5,045	5,045	5,046	5,046	5,117
	E	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	3,447

	A	0	0	2,107	2,107	2,107	0	0	0
2	B	2,574	2,574	5,313	5,314	5,314	2,574	2,574	2,628
	C	5,148	5,148	5,143	5,143	5,143	5,148	5,148	5,904
	D	5,148	5,148	5,143	5,143	5,143	5,148	5,148	5,904
	E	2,574	2,574	2,574	2,574	2,574	2,574	2,574	2,628

	A	0	0	2,055	2,065	2,065	0	0	0
3	B	2,511	2,511	5,182	5,209	5,209	2,511	2,511	2,572
	C	5,642	5,642	5,642	5,642	5,642	5,642	5,642	5,187
	D	3,566	3,566	5,642	5,642	5,642	3,566	3,566	3,658
	E	0	0	2,511	2,511	2,511	2,511	2,511	2,554

	A	0	0	4,806	4,815	4,815	0	0	0
4	B	2,207	2,207	4,555	4,578	4,578	2,207	2,207	2,264
	C	4,958	4,958	4,958	4,984	4,984	4,958	4,958	5,086
	D	2,207	2,207	4,958	4,958	4,958	2,207	2,207	2,264
	E	0	0	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	2,264

	A	0	0	4,445	4,422	4,422	0	0	0
5	B	4,129	4,129	3,568	3,586	3,586	4,129	4,129	4,173
	C	3,884	3,884	3,884	3,904	3,904	3,884	3,884	3,983
	D	4,129	4,129	3,884	3,884	3,884	4,129	4,129	4,173
	E	0	0	4,120	4,129	4,129	4,120	4,120	4,173

EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POTEAUX - SENS LONG .

Poteaux	PORTIQUES				
	A	B	C	D	E
1	0	0,376	0,376	0	0
2	0	0,786	0,786	0,390	0,390
7	3	0,945	0,945	0,945	0,945
4	0,572	1,01	1,01	1,01	1,01
5	0,572	1,01	1,01	1,01	1,01
6	0	0,945	0,945	0,945	0,945
7	0	0,786	0,786	0,390	0,390
8	0	0,376	0,376	0	0

Poteaux	PORTIQUES				
	A	B	C	D	E
1	0	1,225	1,225	1,225	0
2	0	3,203	3,203	3,203	1,588
4	3	3,847	3,847	3,847	3,847
4	2,33	4,115	4,115	4,115	4,115
5	2,33	4,115	4,115	4,115	4,115
6	0	3,847	3,847	3,847	3,847
7	0	3,203	3,203	3,203	1,588
8	0	1,225	1,225	1,225	0

	A	B	C	D	E
1	0	0,623	0,623	0	0
2	0	1,628	1,628	1,065	0,807
3	0	1,955	1,955	1,956	1,955
6	4	1,184	2,092	2,092	2,092
5	1,184	2,092	2,092	2,092	2,092
6	0	1,955	1,955	1,956	1,955
7	0	1,628	1,628	1,065	0,807
8	0	0,623	0,623	0	0

	A	B	C	D	E
1	0	1,482	1,482	1,482	0
2	0	3,873	3,873	3,873	2,533
3	0	4,651	4,651	4,651	4,651
3	4	2,817	4,975	4,975	4,975
5	2,817	4,975	4,975	4,975	4,975
6	0	4,651	4,651	4,651	4,651
7	0	3,873	3,873	3,873	2,533
8	0	1,482	1,482	1,482	0

	A	B	C	D	E
1	0	0,922	0,922	0,922	0
2	0	2,409	2,409	2,409	1,199
3	0	2,893	2,893	2,893	2,894
5	4	1,752	3,095	3,095	3,095
5	1,752	3,095	3,095	3,095	3,095
6	0	2,893	2,893	2,893	2,894
7	0	2,409	2,409	2,409	1,199
8	0	0,922	0,922	0,922	0

	A	B	C	D	E
1	0	1,666	1,666	1,666	1,666
2	0	4,356	4,356	4,356	4,356
3	0	5,232	5,232	5,232	5,232
2	4	3,168	5,596	5,596	5,596
5	3,168	5,596	5,596	5,596	5,596
6	0	5,232	5,232	5,232	5,232
7	0	4,356	4,356	4,356	4,356
8	0	1,666	1,666	1,666	1,666

		PORTIQUES				
1	potaux ↓	A	B	C	D	E
		1	0	3,143	3,143	3,143
	2	0	4,816	4,816	4,816	4,816
	3	0	5,158	5,158	5,158	5,158
	4	4,353	5,30	5,30	5,30	5,30
	5	4,353	5,30	5,30	5,30	5,30
	6	0	5,158	5,158	5,158	5,158
	7	0	4,816	4,816	4,816	4,816
	8	0	3,143	3,143	3,143	3,143

MOMENTS FLECHISSANTS DANS LES POTEAUX : SENS TRANS.

Poteaux	PORTIQUES								
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	S	0	0	0	0,99	0,99	0	0	0
	I	0	0	0	0,53	0,53	0	0	0
B	S	1,51	1,20	1,20	2,49	2,49	1,21	1,22	1,54
	I	0,81	1,46	1,46	1,34	1,34	0,65	0,66	0,83
C	S	1,51	2,71	2,71	2,71	2,71	2,73	2,75	1,54
	I	0,81	1,46	1,46	1,46	1,46	1,47	1,48	0,83
D	S	0	2,71	2,71	2,71	2,71	2,73	2,75	0
	I	0	1,46	1,46	1,46	1,46	1,47	1,48	0
E	S	0	1,20	1,20	1,20	1,20	1,21	1,22	0
	I	0	1,46	1,46	1,46	1,46	0,65	0,66	0

Poteaux	PORTIQUES								
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	S	0	0	0	1,84	1,84	0	0	0
	I	0	0	0	1,23	1,23	0	0	0
B	S	2,82	2,25	2,25	4,66	4,66	2,27	2,28	2,82
	I	1,88	1,50	1,50	3,10	3,10	1,51	1,52	1,92
C	S	4,00	5,07	5,07	5,07	5,07	5,10	5,13	4,00
	I	2,67	3,38	3,38	3,38	3,38	3,40	3,42	2,72
D	S	0	5,07	5,07	5,07	5,07	5,10	5,13	0
	I	0	3,38	3,38	3,38	3,38	3,40	3,42	0
E	S	0	2,25	2,25	2,25	2,25	2,27	2,28	0
	I	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,51	1,52	0

		1	2	3	4	5	6	7	8
A	S	0	0	0	2,38	2,39	0	0	0
	I	0	0	0	1,94	1,95	0	0	0
B	S	2,91	2,89	2,89	6,00	6,03	2,94	2,95	2,98
	I	2,38	2,36	2,36	4,91	4,93	2,40	2,42	2,44
C	S	6,53	6,53	6,53	6,53	6,57	6,60	6,64	6,70
	I	5,35	5,35	5,35	5,35	5,37	5,40	5,43	5,48
D	S	2,91	6,53	6,53	6,53	6,57	6,60	6,64	2,98
	I	2,38	5,35	5,35	5,35	5,37	5,40	5,43	2,44
E	S	0	2,99	2,89	2,91	2,92	2,94	2,95	0
	I	0	2,36	2,36	2,38	2,39	2,40	2,42	0

		1	2	3	4	5	6	7	8
A	S	0	0	0	2,76	2,77	0	0	0
	I	0	0	0	2,76	2,77	0	0	0
B	S	3,37	3,37	3,37	6,96	7,00	3,41	3,43	3,46
	I	3,37	3,37	3,37	6,96	7,00	3,41	3,43	3,46
C	S	5,94	5,94	5,94	5,94	5,97	6,00	6,04	6,09
	I	5,94	5,94	5,94	5,94	5,97	6,00	6,04	6,09
D	S	2,64	5,94	5,94	5,94	5,97	6,00	6,04	3,46
	I	2,64	5,94	5,94	5,94	5,97	6,00	6,04	3,46
E	S	0	3,37	3,37	3,37	3,39	3,41	3,43	0
	I	0	3,30	3,37	3,37	3,39	3,41	3,43	0

		1	2	3	4	5	6	7	8
A	S	0	0	0	3,14	3,15	0	0	0
	I	0	0	0	3,14	3,15	0	0	0
B	S	3,84	3,84	3,84	7,92	7,97	3,88	3,90	3,94
	I	3,84	3,84	3,84	7,92	7,97	3,88	3,90	3,94
C	S	8,63	8,63	8,63	8,63	8,67	8,72	8,77	8,85
	I	8,63	8,63	8,63	8,63	8,67	8,72	8,77	8,85
D	S	5,45	8,63	8,63	8,63	8,67	8,72	8,77	5,59
	I	5,45	8,63	8,63	8,63	8,67	8,72	8,77	5,59
E	S	0	3,84	3,84	3,84	3,86	3,88	3,90	0
	I	0	3,84	3,84	3,84	3,86	3,88	3,90	0

		1	2	3	4	5	6	7	8
A	S	0	0	0	3,22	3,22	0	0	0
	I	0	0	0	3,22	3,22	0	0	0
B	S	3,93	3,93	3,93	8,12	8,13	3,96	3,98	4,02
	I	3,93	3,93	3,93	8,12	8,13	3,96	3,98	4,02
C	S	8,84	8,84	8,84	8,84	8,85	8,90	8,95	9,03
	I	8,84	8,84	8,84	8,84	8,85	8,90	8,95	9,03
D	S	8,84	8,84	8,84	8,84	8,85	8,90	8,95	9,03
	I	8,84	8,84	8,84	8,84	8,85	8,90	8,95	9,03
E	S	3,93	3,93	3,93	3,93	3,94	3,96	3,98	4,02
	I	3,93	3,93	3,93	3,93	3,94	3,96	3,98	4,02

		1	2	3	4	5	6	7	8
A	S	0	0	0	3,92	3,94	0	0	0
	I	0	0	0	5,88	5,91	0	0	0
B	S	4,11	4,11	4,11	5,98	6,01	4,15	4,18	4,21
	I	6,16	6,16	6,16	8,97	9,02	6,233	6,27	6,32
C	S	6,17	6,17	6,17	6,17	6,20	6,24	6,28	6,33
	I	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,31	9,36	9,50
D	S	6,176	6,176	6,176	6,17	6,20	6,24	6,28	6,33
	I	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,31	9,36	9,50
E	S	4,11	4,11	4,11	4,11	4,13	4,15	4,18	4,21
	I	6,16	6,16	6,16	6,16	6,20	6,23	6,27	6,32

MOMENTS FLECHISSANTS DANS LES POTEAUX SENS LONG.

Poteaux	P	PORTIQUES				
		A	B	C	D	E
1	S	0	0,74	0,74	0	0
	I	0	0,40	0,40	0	0
2	S	0	1,56	1,56	0,77	0,77
	I	0	0,84	0,84	0,41	0,41
3	S	0	1,88	1,88	1,88	1,88
	I	0	1,012	1,012	1,012	1,012
4	S	1,13	2,00	2,00	2,00	2,00
	I	0,61	1,08	1,08	1,08	1,08
5	S	1,13	2,00	2,00	2,00	2,00
	I	0,61	1,08	1,08	1,08	1,08
6	S	0	1,88	1,88	1,88	1,88
	I	0	1,01	1,01	1,01	1,01
7	S	0	1,56	1,56	0,77	0,77
	I	0	0,84	0,84	0,41	0,41
8	S	0	0,74	0,74	0	0
	I	0	0,40	0,40	0	0

Poteaux	P	PORTIQUES				
		A	B	C	D	E
1	S	0	1,144	1,144	0	0
	I	0	0,76	0,76	0	0
2	S	0	2,98	2,98	1,95	1,48
	I	0	1,99	1,99	1,30	0,98
3	S	0	3,58	3,58	3,58	3,58
	I	0	2,39	2,39	2,39	2,39
4	S	2,17	3,84	3,84	3,84	3,84
	I	1,44	2,56	2,56	2,56	2,56
5	S	2,17	3,84	3,84	3,84	3,84
	I	1,44	2,56	2,56	2,56	2,56
6	S	0	3,58	3,58	3,58	3,58
	I	0	2,39	2,39	2,39	2,39
7	S	0	2,98	2,98	1,95	1,48
	I	0	1,99	1,99	1,30	0,98
8	S	0	1,14	1,14	0	0
	I	0	0,76	0,76	0	0

Poteaux	P	A	B	C	D	E
		1	S	0	1,55	1,55
1	I	0	1,27	1,27	1,27	0
	2	S	0	4,05	4,05	4,05
2	I	0	3,31	3,31	3,31	1,65
	3	S	0	4,86	4,86	4,86
3	I	0	3,98	3,98	3,98	3,98
	4	S	2,94	5,20	5,20	5,20
4	I	2,41	4,26	4,26	4,26	4,26
	5	S	2,94	5,20	5,20	5,20
5	I	2,41	4,26	4,26	4,26	4,26
	6	S	0	4,86	4,86	4,86
6	I	0	3,98	3,98	3,98	3,98
	7	S	0	4,05	4,05	4,05
7	I	0	3,31	3,31	3,31	1,65
	8	S	0	1,55	1,55	1,55
8	I	0	1,27	1,27	1,27	0

Poteaux	P	A	B	C	D	E
		1	S	0	1,87	1,87
1	I	0	1,87	1,87	1,87	0
	2	S	0	4,9	4,9	4,9
2	I	0	4,9	4,9	4,9	2,43
	3	S	0	5,88	5,88	5,88
3	I	0	5,88	5,88	5,88	5,88
	4	S	3,56	6,3	6,3	6,3
4	I	3,56	6,3	6,3	6,3	6,3
	5	S	3,56	6,3	6,3	6,3
5	I	3,56	6,3	6,3	6,3	6,3
	6	S	0,00	5,88	5,88	5,88
6	I	0	5,88	5,88	5,88	5,88
	7	S	0	4,9	4,9	4,9
7	I	0	4,9	4,9	4,9	2,43
	8	S	0	1,87	1,87	1,87
8	I	0	1,87	1,87	1,87	0

		A	B	C	D	E
1	I	0	2,26	2,26	2,26	0
	S	0	2,26	2,26	2,26	0
2	I	0	5,92	5,92	5,92	5,92
	S	0	5,92	5,92	5,92	5,92
3	I	0	7,11	7,11	7,11	7,11
	S	0	7,11	7,11	7,11	7,11
4	I	4,31	7,61	7,61	7,61	7,61
	S	4,31	7,61	7,61	7,61	7,61
5	I	4,31	7,61	7,61	7,61	7,61
	S	4,31	7,61	7,61	7,61	7,61
6	I	0,0	7,11	7,11	7,11	7,11
	S	0,0	7,11	7,11	7,11	7,11
7	I	0,00	5,92	5,92	5,92	5,92
	S	0	5,92	5,92	5,92	5,92
8	I	0	2,26	2,26	2,26	0
	S	0	2,26	2,26	2,26	0

		A	B	C	D	E
1	I	0	2,54	2,54	2,54	2,54
	S	0	2,54	2,54	2,54	2,54
2	I	0	6,66	6,66	6,66	6,66
	S	0	6,66	6,66	6,66	6,66
3	I	0	8	8	8	8
	S	0	8	8	8	8
4	I	4,84	8,56	8,56	8,56	8,56
	S	4,84	8,56	8,56	8,56	8,56
5	I	4,84	8,56	8,56	8,56	8,56
	S	4,84	8,56	8,56	8,56	8,56
6	I	0	8	8	8	8
	S	0	8	8	8	8
7	I	0	6,66	6,66	6,66	6,66
	S	0	6,66	6,66	6,66	6,66
8	I	0	2,54	2,54	2,54	2,54
	S	0	2,54	2,54	2,54	2,54

		A	B	C	D	E
1	I	0	3,84	3,84	3,84	3,84
	S	0	5,77	5,77	5,77	5,77
2	I	0	5,89	5,89	5,89	5,89
	S	0	8,84	8,84	8,84	8,84
3	I	0	6,31	6,31	6,31	6,31
	S	0	9,47	9,47	9,47	9,47
4	I	5,32	6,48	6,48	6,48	6,48
	S	7,99	9,73	9,73	9,73	9,73
5	I	5,32	6,48	6,48	6,48	6,48
	S	7,99	9,73	9,73	9,73	9,73
6	I	0	6,31	6,31	6,31	6,31
	S	0	9,47	9,47	9,47	9,47
7	I	0	5,89	5,89	5,89	5,89
	S	0	8,84	8,84	8,84	8,84
8	I	0	3,84	3,84	3,84	3,84
	S	0	5,77	5,77	5,77	5,77

MOMENTS AU NOEUD D'APPUI DES POUTRES TRANS.

	AB		B-C		C-D		D-E	
	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e
1	0	0	1,51	1,51	0	0	0	0
2	0	0	1,20	1,36	1,36	1,36	1,36	1,20
3	0	0	1,20	1,36	1,36	1,36	1,36	1,20
4	0,99	1,11	1,38	1,36	1,36	1,36	1,36	1,20
5	0,99	1,11	1,38	1,36	1,36	1,36	1,36	1,20
6	0	0	1,21	1,36	1,36	1,31	1,36	1,21
7	0	0	1,22	1,37	1,37	1,37	1,37	1,22
8	0	0	1,54	1,54	0	0	0	0

	A-B		B-C		C-D		D-E	
	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e
1	0	0	3,63	4,92	0	0	0	0
2	0	0	3,72	3,26	3,26	3,26	3,26	3,72
3	0	0	3,72	3,26	3,26	3,26	3,26	3,72
4	2,38	2,66	3,33	3,26	3,26	3,26	3,26	3,72
5	2,38	2,66	3,33	3,26	3,26	3,26	3,26	3,72
6	0	0	2,92	3,28	3,28	3,28	3,28	2,92
7	0	0	2,94	3,30	3,30	3,30	3,30	2,94
8	0	0	3,71	4,92	0	0	0	0

	A-B		B-C		C-D		D-E	
	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e
1	0	0	4,79	4,60	4,60	2,91	0	0
2	0	0	4,40	4,96	4,96	4,96	4,96	4,40
3	0	0	4,40	4,96	4,96	4,96	4,96	4,40
4	3,61	4,05	5,06	4,96	4,96	4,96	4,96	4,41
5	3,62	4,06	5,07	4,97	4,97	4,97	4,97	4,43
6	0	0	4,45	5,0	5,0	5	5	4,45
7	0	0	4,48	5,03	5,03	5,03	5,03	4,48
8	0	0	4,90	4,71	4,71	2,98	0	0

	A-B		B-C		C-D		D-E	
	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e
1	0	0	5,75	5,64	5,64	5,02	0	0
2	0	0	5,74	5,64	5,64	5,64	5,64	5,74
3	0	0	5,74	5,64	5,64	5,64	5,64	5,74
4	4,71	5,29	6,6	5,64	5,64	5,64	5,64	5,75
5	4,73	5,30	6,63	5,67	5,67	5,64	5,64	5,78
6	0	0	5,81	5,70	5,70	5,70	5,70	5,81
7	0	0	5,85	5,74	5,74	5,74	5,74	5,85
8	0	0	5,90	5,79	5,79	5,905	0	0

	A-B		B-C		C-D		D-E	
	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e
1	0	0	7,21	7,28	7,28	8,10	0	0
2	0	0	7,21	7,28	7,28	7,28	7,28	7,14
3	0	0	7,21	7,28	7,28	7,28	7,28	7,21
4	5,90	6,62	8,27	7,28	7,28	7,28	7,28	7,21
5	5,93	6,65	8,31	7,32	7,32	7,32	7,32	7,25
6	0	0	7,29	7,36	7,36	7,36	7,36	7,29
7	0	0	7,34	7,41	7,41	7,41	7,41	7,34
8	0	0	7,40	7,47	7,47	9,06	0	0

	A-B		B-C		C-D		D-E	
	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e
1	0	0	7,78	8,74	8,74	7,152	7,152	3,938
2	0	0	7,78	8,74	8,74	8,74	8,74	7,78
3	0	0	7,78	8,74	8,74	8,74	8,74	7,78
4	6,76	7,13	8,92	8,74	8,74	8,74	8,74	7,78
5	6,38	7,15	8,94	8,76	8,76	8,76	8,76	7,8
6	0	0	7,84	8,81	8,81	8,81	8,81	7,84
7	0	0	7,89	8,86	8,86	8,86	8,86	7,89
8	0	0	7,96	8,94	8,94	7,315	7,31	4,02

	A-B		B-C		C-D		D-E		
	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	
1	1	0	0	8,05	7,51	7,51	7,51	7,51	8,05
	2	0	0	8,05	7,51	7,51	7,51	7,51	8,05
	3	0	0	8,05	7,51	7,51	7,51	7,51	8,05
	4	7,14	6,27	7,84	7,51	7,51	7,51	7,51	8,04
	5	7,16	6,28	7,85	7,52	7,52	7,52	7,52	8,07
	6	0	0	8,11	7,57	7,57	7,57	7,57	8,11
	7	0	0	8,17	7,62	7,62	7,62	7,62	8,17
	8	0	0	8,24	7,68	7,68	7,68	7,68	4,24

MOMENTS AUX APPUIS DES POUTRES . SENS LONG .

		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6		6-7		7-8	
		M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e	M _w	M _e
7	A	0	0	0	0	0	0	1,13	1,13	0	0	0	0	0	0
	B	0,74	0,67	0,89	0,85	1,02	1	1	1	1	1,02	0,85	0,89	0,67	0,74
	C	0,74	0,67	0,89	0,85	1,02	1	1	1	1	1,02	0,85	0,89	0,67	0,74
	D	0	0	0,77	0,85	1,02	1	1	1	1	1,02	0,85	0,77	0	0
	E	0	0	0,77	0,85	1,02	1	1	1	1	1,02	0,85	0,77	0	0

6	A	0	0	0	0	0	0	2,78	2,78	0	0	0	0	0	0
	B	1,54	1,64	2,18	2,09	2,51	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	2,51	2,09	2,18	1,54
	C	1,54	1,64	2,18	2,09	2,51	1,62	1,62	1,62	1,62	2,51	2,09	2,18	1,64	1,54
	D	0	0	2,37	2,09	2,51	1,62	1,62	1,62	1,62	2,51	2,09	2,37	0	0
	E	0	0	2,27	2,09	2,51	1,62	1,62	1,62	1,62	2,51	2,09	2,37	0	0

5	A	0	0	0	0	0	0	4,39	4,39	0	0	0	0	0	0
	B	2,31	2,59	3,45	3,3	3,96	2,19	2,19	2,19	2,19	3,96	3,30	3,45	2,59	2,31
	C	2,31	2,59	3,45	3,3	3,96	2,19	2,19	2,19	2,19	3,96	3,30	3,45	2,59	2,31
	D	1,55	2,59	3,06	3,30	3,96	2,19	2,19	2,19	2,19	3,96	3,3	3,06	2,59	1,55
	E	0	0	3,006	3,30	3,96	2,19	2,19	2,19	2,19	3,96	3,3	3,006	0	0

		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6		6-7		7-8	
4	A	0	0	0	0	0	0	5,97	5,97	0	0	0	0	0	0
	B	3,14	3,52	4,69	4,48	5,38	4,35	4,35	4,35	4,35	5,38	4,48	4,69	3,52	3,14
	C	3,14	3,52	4,69	4,48	5,38	4,35	4,35	4,35	4,35	5,38	4,48	4,69	3,52	3,14
	D	3,14	3,52	4,69	4,48	5,38	4,35	4,35	4,35	4,35	5,38	4,48	4,69	3,52	3,14
	E	0	0	4,09	4,48	5,38	4,35	4,35	4,35	4,35	5,38	4,48	4,09	0	0

3	A	0	0	0	0	0	0	7,87	7,87	0	0	0	0	0	0
	B	4,14	4,64	8,98	5,91	7,09	6,96	6,96	6,96	3,93	7,09	5,91	8,98	4,64	4,14
	C	4,14	4,64	8,98	5,91	7,09	6,96	6,96	6,96	3,93	7,09	5,91	8,98	4,64	4,14
	D	4,14	4,64	8,98	5,91	7,09	6,96	6,96	6,96	3,93	7,09	5,91	8,98	4,64	4,14
	E	0	0	8,35	5,91	7,09	6,96	6,96	6,96	3,93	7,09	5,91	8,35	0	0

2	A	0	0	0	0	0	0	9,15	9,15	0	0	0	0	0	0
	B	4,81	5,39	7,19	6,87	8,24	6,23	6,23	6,23	6,23	8,24	6,87	7,19	5,39	4,81
	C	4,81	5,39	7,19	6,87	8,24	6,23	6,23	6,23	6,23	8,24	6,87	7,19	5,39	4,81
	D	4,81	5,39	7,19	6,87	8,24	6,23	6,23	6,23	6,23	8,24	6,87	7,19	5,39	4,81
	E	2,54	5,39	7,19	6,27	8,24	6,23	6,23	6,23	6,23	8,25	6,87	7,19	5,39	2,54

1	A	0	0	0	0	0	0	10,17	10,17	0	0	0	0	0	0
	B	6,39	5,38	7,17	6,50	7,80	7,52	7,52	7,52	7,52	7,80	6,50	7,17	5,38	6,39
	C	6,39	5,38	7,17	6,50	7,80	7,52	7,52	7,52	7,52	7,80	6,50	7,17	5,38	6,39
	D	6,39	5,38	7,17	6,50	7,80	7,52	7,52	7,52	7,52	7,80	6,50	7,17	5,38	6,39
	E	6,39	5,38	7,17	6,50	7,80	7,52	7,52	7,52	7,52	7,80	6,50	7,17	5,38	6,39

MOMENTS EN TRAVÉES DES POUTRES . SENS TRANS :

		A-B	B-C	C-D	D-E
7	1	0	0	0	0
	2	0	-0,076	0	0,076
	3	0	-0,076	0	0,076
	4	-0,058	0,014	0	0,076
	5	-0,058	0,014	0	0,076
	6	0	-0,076	0	0,076
	7	0	-0,076	0	0,076
	8	0	0	0	0

		A-B	B-C	C-D	D-E
6	1	0	-0,59	0	0
	2	0	0,22	0	-0,22
	3	0	0,22	0	-0,22
	4	-0,14	0,03	0	-0,22
	5	-0,14	0,03	0	-0,22
	6	0	-0,18	0	0,18
	7	0	-0,18	0	0,18
	8	0	-0,60	0	0

	A-B	B-C	C-D	D-E
1	0	0,09	0,84	0
2	0	-0,28	0	0,28
3	0	-0,28	0	0,28
4	-0,21	0,05	0	0,27
5	-0,21	0,05	0	0,27
6	0	-0,27	0	0,27
7	0	-0,27	0	0,27
8	0	0,09	0,86	0

	A-B	B-C	C-D	D-E
1	0	0,05	0,31	0
2	0	0,04	0	-0,04
3	0	0,04	0	-0,04
4	-0,28	0,47	0	-0,05
5	-0,28	0,47	0	-0,07
6	0	0,05	0	-0,05
7	0	0,05	0	-0,05
8	0	0,05	-0,05	0

1	0	-0,03	-0,40	0
2	0	-0,03	0	0,07
3	0	-0,03	0	0,03
4	-0,35	0,49	0	0,03
5	-0,35	0,49	0	0,03
6	0	-0,03	0	0,03
7	0	-0,03	0	0,03
8	0	-0,03	0,79	0

1	0	-0,48	0,79	1,60
2	0	-0,48	0	1,60
3	0	-0,48	0	0,48
4	-0,38	0,09	0	0,48
5	-0,38	0,09	0	0,48
6	0	-0,48	0	0,48
7	0	-0,48	0	0,49
8	0	-0,49	0,81	1,64

1	1	0	0,27	0	-0,27
	2	0	0,27	0	-0,27
	3	0	0,27	0	-0,27
	4	0,43	0,16	0	-0,26
	5	0,44	0,16	0	-0,27
	6	0	0,27	0	-0,27
	7	0	0,27	0	-0,27
	8	0	0,27	0	1,72

MOMENTS EN TRAVÉES . SENS LONG .

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
7	A	0	0	0	0	0	0
	B	0,03	0,01	0,01	0	-0,01	-0,01
	C	0,03	0,01	0,01	0	-0,01	-0,01
	D	0	-0,04	0,01	0	-0,01	0,04
	E	0	-0,04	0,01	0	-0,03	0,04

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
6	A	0	0	0	0	0	0
	B	-0,04	0,04	0,44	0	-0,44	-0,04
	C	-0,04	0,04	0,44	0	-0,44	-0,04
	D	0	0,14	0,44	0	-0,44	-0,14
	E	0	0,14	0,44	0	-0,44	-0,14

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
4	A	0	0	0	0	0	0
	B	-0,18	0,105	0,51	0	-0,51	-0,105
	C	-0,18	0,105	0,51	0	-0,51	-0,105
	D	-0,18	0,105	0,51	0	-0,51	-0,105
	E	0	-0,2	0,51	0	-0,51	0,20

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
5	A	0	0	0	0	0	0
	B	-0,13	0,07	0,88	0	-0,88	-0,07
	C	-0,13	0,07	0,88	0	-0,88	-0,07
	D	-0,52	-0,11	0,88	0	-0,88	0,11
	E	0	-0,14	0,88	0	-0,88	0,14

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
2	A	0	0	0	0	0	0
	B	-0,29	0,16	1	0	-1	-0,16
	C	-0,29	0,16	1	0	-1	-0,16
	D	-0,29	0,11	1	0	-1	-0,16
	E	-1,42	0,16	1	0	-1	-0,16

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
3	A	0	0	0	0	0	0
	B	-0,25	1,53	0,06	0	-0,06	-1,53
	C	-0,25	1,53	0,06	0	-0,06	-1,53
	D	-0,25	1,53	0,06	0	-0,06	-1,53
	E	0	1,22	0,06	0	-0,06	1,22

	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
1	A	0	0	0	0	0	0
	B	0,51	0,33	0,17	0	-0,17	-0,33
	C	0,50	0,33	0,17	0	-0,17	-0,33
	D	0,50	0,33	0,17	0	-0,17	-0,33
	E	0,50	0,33	0,17	0	-0,17	-0,33

EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES TRANS.

		AB	BC	CD	DE
7	1	0	0,84	0	0
	2	0	0,71	0,76	0,71
	3	0	0,71	0,76	0,71
	4	0,46	0,76	0,76	0,71
	5	0,46	0,76	0,76	0,71
	6	0	0,71	0,76	0,71
	7	0	0,72	0,76	0,72
	8	0	0,85	0	0

		AB	BC	CD	DE
6	1	0	2,34	0	0
	2	0	1,94	1,81	1,94
	3	0	1,94	1,81	1,94
	4	1,12	1,83	1,81	1,94
	5	1,12	1,83	1,81	1,94
	6	0	1,72	1,82	1,72
	7	0	1,73	1,83	1,73
	8	0	2,39	0	0

		AB	BC	CD	DE
5	1	0	2,61	2,08	0
	2	0	2,60	2,76	2,60
	3	0	2,60	2,76	2,60
	4	1,70	2,78	2,76	2,60
	5	1,70	2,79	2,76	2,61
	6	0	2,62	2,77	2,62
	7	0	2,64	2,80	2,64
	8	0	2,67	2,13	0

		AB	BC	CD	DE
4	1	0	3,16	2,96	0
	2	0	3,16	3,13	3,16
	3	0	3,16	3,13	3,16
	4	2,22	3,40	3,13	3,16
	5	2,23	3,41	3,13	3,17
	6	0	3,20	3,16	3,20
	7	0	3,22	3,19	3,21
	8	0	3,24	3,24	0

		AB	BC	CD	DE
2	1	0	4,58	4,41	3,08
	2	0	4,58	4,85	4,58
	3	0	4,58	4,85	4,58
	4	3	4,90	4,85	4,58
	5	3	4,91	4,86	4,60
	6	0	4,62	4,89	4,62
	7	0	4,65	4,92	4,65
	8	0	4,69	4,51	3,14

		AB	BC	CD	DE
3	1	0	4,03	4,27	0
	2	0	4,03	4,04	4
	3	0	4,03	4,04	4,03
	4	2,78	4,32	4,04	4,03
	5	2,80	4,34	4,06	4,05
	6	0	4,07	4,08	4,07
	7	0	4,09	4,11	4,09
	8	0	4,13	4,50	0

		AB	BC	CD	DE
1	1	0	4,32	4,17	4,32
	2	0	4,32	4,17	4,32
	3	0	4,32	4,17	4,32
	4	2,98	4,26	4,17	4,32
	5	2,99	4,27	4,18	4,33
	6	0	4,35	4,20	4,35
	7	0	4,38	4,23	4,38
	8	0	4,42	4,26	3,31

EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES LONG.

		1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
7	A	0	0	0	0,76	0	0	0
	B	0,29	0,48	0,67	0,67	0,67	0,48	0,29
	C	0,29	0,48	0,67	0,66	0,67	0,48	0,29
	D	0	0,45	0,67	0,66	0,67	0,45	0
	E	0	0,45	0,67	0,66	0,67	0,45	0

6	A	0	0	0	1,85	0	0	0
	B	0,66	1,18	1,37	1,08	1,18	0,66	0,66
	C	0,66	1,18	1,37	1,08	1,37	1,18	0,66
	D	0	1,24	1,37	1,08	1,37	1,24	0
	E	0	1,24	1,37	1,08	1,37	1,24	0

5	A	0	0	0	2,93	0	0	0
	B	1,022	1,87	2,05	1,46	2,05	1,87	1,02
	C	1,02	1,87	2,05	1,46	2,05	1,87	1,02
	D	0,86	1,76	2,05	1,46	2,05	1,76	0,86
	E	0	1,75	2,05	1,46	2,05	1,75	0

		1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
4	A	0	0	0	3,98	0	0	0
	B	1,38	2,55	3,24	2,90	3,24	2,55	1,38
	C	1,38	2,55	3,24	2,90	3,24	2,55	1,38
	D	1,38	2,55	3,24	2,90	3,24	2,55	1,38
	E	0	2,38	3,24	2,90	3,24	2,38	0

3	A	0	0	0	5,25	0	0	0
	B	1,82	4,13	4,68	4,64	4,68	4,13	1,82
	C	1,82	4,13	4,68	4,64	4,68	4,13	1,82
	D	1,82	4,13	4,68	4,64	4,68	4,13	1,82
	E	0	3,96	4,68	4,64	4,68	3,96	0

2	A	0	0	0	6,10	0	0	0
	B	2,12	3,90	4,82	4,15	4,82	3,90	2,12
	C	2,12	3,90	4,82	4,15	4,82	3,90	2,12
	D	2,12	3,90	4,82	4,15	4,82	3,90	2,12
	E	1,655	3,90	4,82	4,15	4,82	3,90	1,65

1	A	0	0	0	6,78	0	0	0
	B	2,45	3,8	5,11	5,01	5,11	3,8	2,45
	C	2,45	3,8	5,11	5,01	5,11	3,8	2,45
	D	2,45	3,8	5,11	5,01	5,11	3,8	2,45
	E	2,45	3,8	5,11	5,01	5,11	3,8	2,45

CALCUL DES EFFORTS SOUS LES CHARGES VERTICALES.

La méthode utilisée est celle énoncée par le C.C.B.A 68 (art. 55). Elle est applicable aux planchers à surcharges modérées ($P \leq 1,5 G$), ce qui est dans notre cas. Les hypothèses énoncées par l'article cité étant vérifiées.

Les étapes à suivre sont les suivantes :

- 1° - Calcul des caractéristiques géométriques de chaque portique.
- 2° - Détermination des charges revenant à chaque travée de portiques.
- 3° - Calcul des moments isostatiques propres à chaque travée.
- 4° - Répartir le moment isostatique sur les deux extrémités de la poutre et la travée.
- 5° - Calcul des efforts tranchants dans les poutres.
- 6° - Calcul des efforts normaux dans les poteaux.

Remarque : Les calculs se feront sous (P) et sous (G).

MOMENTS ISOSTATIQUES SOUS (G). SENS LONG.											
PORTIQUES TRAVÉES	A		B		C		D		E		
	q	M ₀	q	M ₀	q	M ₀	q	M ₀	q	M ₀	
7	1-2	—	—	0.68	2.36	0.56	1.92	—	—	—	—
	2-3	—	—	0.68	0.79	0.77	0.89	0.77	0.89	0.68	0.79
	3-4	—	—	0.68	0.51	0.77	0.57	0.77	0.57	0.68	0.51
	4-5	0.68	0.51	0.77	0.57	0.77	0.57	0.77	0.57	0.68	0.51
6	1-2	—	—	0.18	0.62	0.18	0.62	—	—	—	—
	2-3	—	—	0.18	0.21	0.36	0.41	0.36	0.41	0.18	0.21
	3-4	—	—	0.18	0.13	0.36	0.27	0.36	0.13	0.18	0.13
	4-5	0.52	0.39	0.36	0.27	0.36	0.27	0.36	0.27	0.18	0.13
5	1-2	—	—	0.18	0.62	0.36	1.24	0.36	0.62	—	—
	2-3	—	—	0.18	0.21	0.36	0.41	0.36	0.41	0.18	0.21
	3-4	—	—	0.18	0.13	0.36	0.27	0.36	0.13	0.18	0.13
	4-5	0.52	0.39	0.36	0.27	0.36	0.27	0.36	0.27	0.18	0.13
2	1-2	—	—	0.18	0.62	0.36	1.24	0.36	1.24	0.18	0.62
	2-3	—	—	0.18	0.21	0.36	0.41	0.36	0.41	0.18	0.21
1	3-4	—	—	0.18	0.13	0.36	0.27	0.36	0.27	0.18	0.13
	4-5	0.52	0.39	0.36	0.27	0.36	0.27	0.36	0.27	0.18	0.13

MOMENTS ISOSTATIQUES SOUS (P). SENS LONG.											
A		B		C		D		E			
q	M ₀	q	M ₀	q	M ₀	q	M ₀	q	M ₀		
—	—	0.03	0.12	0.03	0.12	—	—	—	—		
—	—	0.03	0.04	0.07	0.08	0.07	0.08	0.03	0.04		
—	—	0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.05	0.03	0.03		
0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.03	0.03		
—	—	0.06	0.20	0.06	0.2	—	—	—	—		
—	—	0.06	0.07	0.12	0.13	0.07	0.13	0.06	0.07		
—	—	0.06	0.04	0.12	0.09	0.12	0.09	0.06	0.04		
0.06	0.04	0.12	0.09	0.12	0.09	0.12	0.09	0.06	0.04		
—	—	0.06	0.2	0.12	0.4	0.06	0.2	—	—		
—	—	0.06	0.07	0.12	0.13	0.12	0.13	0.06	0.07		
—	—	0.06	0.04	0.12	0.09	0.12	0.09	0.06	0.04		
0.06	0.04	0.12	0.09	0.12	0.09	0.12	0.09	0.06	0.04		
—	—	0.06	0.2	0.12	0.4	0.12	0.4	0.06	0.2		
—	—	0.06	0.07	0.12	0.13	0.12	0.13	0.06	0.07		
—	—	0.06	0.04	0.12	0.09	0.12	0.09	0.06	0.04		
0.06	0.04	0.12	0.09	0.12	0.09	0.12	0.09	0.06	0.04		

Moments hyperstatiques sous (G). SENS TRANS.

NIVEAUX	PORTIGUES	TRAVERSE A0			TRAVERSE B0C			TRAVERSE C0D			TRAVERSE D0E		
		M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e
7	1	/	/	/	0.78	1.44	0.77	/	/	/	/	/	/
	2	/	/	/	1.44	2.3	2.16	1.06	0.98	1.06	1.06	1.15	0.71
	3	/	/	/	1.17	1.90	1.75	1.75	1.6	1.75	1.75	1.89	1.17
	4	1.03	1.68	1.55	1.61	1.48	1.61	1.61	1.48	1.61	1.61	1.75	1.08
6	1	/	/	/	0.66	1.24	0.66	/	/	/	/	/	/
	2	/	/	/	1.23	1.99	1.84	0.92	0.85	0.92	0.92	1.0	0.62
	3	/	/	/	1.00	1.62	1.49	1.49	1.37	1.49	1.49	1.62	1.0
	4	1.03	1.68	1.55	1.61	1.48	1.61	1.61	1.48	1.61	1.61	1.75	1.08
5	1	/	/	/	0.66	1.07	0.99	0.99	1.07	0.99	0.66	/	/
	2	/	/	/	1.23	1.99	1.84	1.84	1.68	1.84	1.84	1.0	0.62
	3	/	/	/	1.0	1.62	1.49	1.49	1.37	1.49	1.49	1.62	1.0
3	4	0.9	1.47	1.35	1.38	1.26	1.38	1.38	1.26	1.38	1.38	1.49	0.92
	1	/	/	/	0.66	1.07	0.99	0.99	0.91	0.99	0.99	1.07	0.66
	2	/	/	/	1.23	1.99	1.84	1.84	1.68	1.84	1.84	1.68	0.62
	3	/	/	/	1.0	1.62	1.49	1.49	1.37	1.49	1.49	1.62	1.0
1	4	0.9	1.47	1.35	1.38	1.26	1.38	1.38	1.26	1.38	1.38	1.49	0.92
	1	/	/	/	0.66	1.07	0.99	0.99	0.91	0.99	0.99	1.07	0.66
	2	/	/	/	1.23	1.99	1.84	1.84	1.68	1.84	1.84	1.68	0.62
	3	/	/	/	1.0	1.62	1.49	1.49	1.37	1.49	1.49	1.62	1.0

MOMENTS HYPERSTATIQUES SOUS (P). SENS TRANS.

NIVEAUX	PARTIGUES	TRAVEE AB			TRAVEE BC			TRAVEE CD			TRAVEE DE		
		Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me
7	1	-	-	-	0.11	0.21	0.11	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	0.20	0.32	0.29	0.13	0.12	0.13	0.13	0.14	0.08
	3	-	-	-	0.15	0.25	0.23	0.23	0.21	0.23	0.23	0.25	0.15
	4	0.12	0.19	0.18	0.21	0.19	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21	0.19	0.14
6	1	-	-	-	0.20	0.37	0.2	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	0.34	0.56	0.51	0.22	0.20	0.22	0.22	0.24	0.15
	3	-	-	-	0.27	0.44	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.44	0.27
	4	0.21	0.33	0.31	0.37	0.34	0.37	0.37	0.34	0.37	0.37	0.40	0.24
5	1	-	-	-	0.2	0.32	0.29	0.29	0.32	0.2	-	-	-
	2	-	-	-	0.34	0.56	0.51	0.51	0.47	0.51	0.19	0.21	0.13
	3	-	-	-	0.27	0.44	0.40	0.40	0.37	0.40	0.40	0.44	0.27
	4	0.21	0.33	0.31	0.37	0.34	0.37	0.37	0.34	0.37	0.37	0.40	0.25
2	1	-	-	-	0.2	0.32	0.29	0.29	0.27	0.29	0.29	0.32	0.20
	2	-	-	-	0.34	0.36	0.51	0.51	0.47	0.51	0.51	0.36	0.34
	3	-	-	-	0.27	0.44	0.4	0.40	0.37	0.40	0.40	0.44	0.27
	4	0.21	0.33	0.31	0.37	0.34	0.37	0.37	0.34	0.37	0.37	0.40	0.25
1	1	-	-	-	0.2	0.32	0.29	0.29	0.27	0.29	0.29	0.32	0.20
	2	-	-	-	0.34	0.36	0.51	0.51	0.47	0.51	0.51	0.36	0.34
	3	-	-	-	0.27	0.44	0.4	0.40	0.37	0.40	0.40	0.44	0.27
	4	0.21	0.33	0.31	0.37	0.34	0.37	0.37	0.34	0.37	0.37	0.40	0.25

NIVEAUX	PORTIQUES	EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES TRANS SOUS (G)												EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES TRANS SOUS (P)														
		travée AB			travée BC			travée CD			travée DE			travée AB			travée BC			travée CD			travée DE					
		q _{1/2}	T _w	T _e	q _{1/2}	T _w	T _e	q _{1/2}	T _w	T _e	q _{1/2}	T _w	T _e	q _{1/2}	T _w	T _e	q _{1/2}	T _w	T _e	q _{1/2}	T _w	T _e	q _{1/2}	T _w	T _e			
7	1	-	-	-	2.92	2.92	-2.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.37	0.37	-0.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	4.73	4.49	-4.97	2.32	2.32	-2.32	2.32	2.44	-2.21	-	-	-	0.64	0.54	-0.74	0.28	0.28	-0.28	0.28	0.29	-0.26	-	-	-
	3	-	-	-	3.83	3.64	-4.02	3.83	3.83	-3.83	3.83	4.02	-3.34	-	-	-	0.50	0.48	-0.53	0.50	0.50	-0.50	0.50	0.53	-0.48	-	-	-
	4	2.62	2.49	-2.75	3.53	3.53	-3.53	3.53	3.53	-3.53	3.53	3.7	-3.35	0.45	0.43	-0.96	0.53	0.53	-0.53	0.53	0.53	-0.53	0.53	0.56	-0.51	-	-	-
6	1	-	-	-	2.51	2.51	-2.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.64	0.64	-0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	4.01	3.81	-4.21	2.01	2.01	-2.01	2.01	2.12	-1.91	-	-	-	1.12	1.07	-1.71	0.48	0.48	-0.48	0.48	0.51	-0.46	-	-	-
	3	-	-	-	3.26	3.1	-3.43	3.26	3.26	-3.26	3.26	3.43	-2.10	-	-	-	0.88	0.84	-0.93	0.88	0.88	-0.88	0.88	0.93	-0.83	-	-	-
	4	2.29	2.17	-2.4	3.01	3.01	-3.01	3.01	3.01	-3.01	3.01	3.16	-2.86	0.78	0.76	-0.81	0.93	0.93	-0.93	0.93	0.93	-0.93	0.93	0.97	-0.89	-	-	-
5	1	-	-	-	2.51	2.41	-2.62	2.51	2.62	-2.41	-	-	-	-	-	-	0.64	0.61	-0.67	0.64	0.63	-0.65	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	4.01	3.81	-4.21	4.01	4.01	-4.01	2.01	2.12	-1.91	-	-	-	1.12	1.07	-1.71	1.12	1.12	-1.12	1.12	1.14	-1.1	-	-	-
	3	-	-	-	3.26	3.1	-3.43	3.26	3.26	-3.26	3.26	2.43	-2.1	-	-	-	0.88	0.84	-0.93	0.88	0.88	-0.88	0.88	0.93	-0.84	-	-	-
	4	2.29	2.17	-2.4	3.50	3.50	-3.50	3.50	3.50	-3.50	3.50	3.16	-2.86	0.78	0.76	-0.81	0.93	0.93	-0.93	0.93	0.93	-0.93	0.93	0.97	-0.89	-	-	-
2	1	-	-	-	2.51	2.41	-2.62	2.51	2.51	-2.51	2.51	2.62	-2.41	-	-	-	0.64	0.61	-0.67	0.64	0.64	-0.64	0.64	0.67	-0.61	-	-	-
	2	-	-	-	4.01	3.81	-4.21	4.01	4.01	-4.01	4.01	4.41	-3.61	-	-	-	1.12	1.07	-1.71	1.12	1.12	-1.12	1.12	1.18	-1.07	-	-	-
	3	-	-	-	3.26	3.81	-2.71	3.26	3.26	-3.26	3.26	3.43	-2.1	-	-	-	0.88	0.84	-0.93	0.88	0.88	-0.88	0.88	0.93	-0.84	-	-	-
	4	2.29	2.17	-2.4	3.50	3.5	-3.50	3.50	3.50	-3.50	3.5	3.65	-3.35	0.78	0.76	-0.81	0.93	0.93	-0.93	0.93	0.93	-0.93	0.93	0.97	-0.89	-	-	-

		MOMENTS ISOSTATIQUES SOUS (G) SENS TRANS.								MOMENTS ISOSTATIQUES SOUS (P) SENS TRANS.							
PORT		1		2		3		4		1		2		3		4	
TRAVEE		q t/m	Mot m	q t/m	Mot m	q t/m	Mot m	q t/m	Mot m	q t/m	Mot m	q t/m	Mot m	q t/m	Mot m	q t/m	Mot m
7	AB	0	0	0	0	0	0	1,33	2,58	0	0	0	0	0	0	0.15	0.29
	BC	1,92	2,23	3,10	3,61	2,51	2,92	2,31	2,69	0.24	0.28	0.42	0.49	0.33	0.39	0.3	0.35
	CD	0	0	1,52	1,77	2,51	2,92	2,31	2,69	0	0	0.18	0.21	0.33	0.39	0.3	0.35
	DE	0	0	1,52	1,77	2,51	2,92	2,31	2,69	0	0	0.18	0.21	0.33	0.39	0.3	0.35
6	AB	0	0	0	0	0	0	1,16	2,26	0	0	0	0	0	0	0.26	0.51
	BC	1,65	1,92	2,63	3,06	2,14	2,49	1,98	2,30	0.42	0,49	0.74	0.86	0.58	0.67	0.53	0.61
	CD	0	0	1,32	1,54	2,14	2,49	1,98	2,30	0	0	0.32	0.37	0.58	0.67	0.53	0.61
	DE	0	0	1,32	1,54	2,14	2,49	1,98	2,30	0	0	0.32	0.37	0.58	0.67	0.53	0.61
5 4 3	AB	0	0	0	0	0	0	1,16	2,26	0	0	0	0	0	0	0.26	0.51
	BC	1,65	1,92	2,63	3,06	2,14	2,49	1,98	2,30	0.42	0,49	0.74	0.86	0.58	0.67	0.53	0.61
	CD	1,65	1,92	2,63	3,06	2,14	2,49	1,98	2,30	0.42	0,49	0.74	0.86	0.58	0.67	0.53	0.61
	DE	0	0	1,32	1,54	2,14	2,49	1,98	2,30	0	0	0.32	0.37	0.58	0.67	0.53	0.61
2	AB	0	0	0	0	0	0	1,16	2,56	0	0	0	0	0	0	0.26	0.51
	BC	1,65	1,92	2,63	3,06	2,14	2,49	1,98	2,3	0.42	0,49	0.74	0.86	0.58	0.67	0.53	0.61
1	CD	1,65	1,92	2,63	3,06	2,14	2,49	1,98	2,3	0.42	0,49	0.74	0.86	0.58	0.67	0.53	0.61
	DE	1,65	1,92	2,63	3,06	2,14	2,49	1,98	2,3	0.42	0,49	0.74	0.86	0.58	0.67	0.53	0.61

Moments hyperstatiques sous (G) - SENS LONG

NIVEAUX	Portique travée																			
		M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e	M _w									
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.94	1.53	1.42	0.47	0.47	0.43	0.47	0.30	0.28	0.30	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.34
	C	0.77	1.25	1.15	0.36	0.49	0.36	0.34	0.32	0.34	0.34	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.34
	D	-	-	-	0.36	0.58	0.54	0.34	0.32	0.34	0.34	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.34
	E	-	-	-	0.32	0.51	0.47	0.30	0.28	0.30	0.30	0.30	0.30	0.28	0.30	0.30	0.28	0.30	0.30	0.30
6	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.25	0.4	0.33	0.08	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	C	0.25	0.4	0.33	0.25	0.23	0.25	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	D	-	-	-	0.14	0.27	0.25	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	E	-	-	-	0.08	0.13	0.12	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
5	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.25	0.40	0.33	0.08	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	C	0.5	0.81	0.74	0.25	0.23	0.25	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	D	0.25	0.4	0.4	0.25	0.23	0.25	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	E	-	-	-	0.08	0.13	0.12	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
4	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.25	0.4	0.33	0.08	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	C	0.5	0.81	0.74	0.25	0.23	0.25	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	D	0.25	0.4	0.4	0.25	0.23	0.25	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	E	-	-	-	0.08	0.13	0.12	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
3	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.25	0.4	0.33	0.08	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	C	0.5	0.81	0.74	0.25	0.23	0.25	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	D	0.25	0.4	0.4	0.25	0.23	0.25	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	E	-	-	-	0.08	0.13	0.12	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
2	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.25	0.4	0.33	0.08	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	C	0.5	0.81	0.74	0.25	0.23	0.25	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	D	0.25	0.4	0.33	0.25	0.23	0.25	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	E	-	-	-	0.08	0.13	0.12	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.25	0.4	0.33	0.08	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	C	0.5	0.81	0.74	0.25	0.23	0.25	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	D	0.25	0.4	0.33	0.25	0.23	0.25	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
	E	-	-	-	0.08	0.13	0.12	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08

MOMENTS HYPERSTATIVES 2002 (9) ZENZ LONE

XUANVI	TAVAT	1-2			2-3			3-4			4-5		
		gM	fM	wM	gM	fM	wM	gM	fM	wM	gM	fM	wM
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	200	800	002	500	500	002	500	500	002	500	500	002
	C	200	800	002	500	500	002	500	500	002	500	500	002
	D	-	-	-	500	500	002	500	500	002	500	500	002
	E	-	-	-	-	-	-	500	500	002	500	500	002
2	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	08	013	015	04	04	04	04	04	04	04	04	04
	C	08	013	015	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	D	-	-	-	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	E	-	-	-	-	-	-	04	04	04	04	04	04
3	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	08	013	015	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	C	08	013	015	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	D	-	-	-	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	E	-	-	-	-	-	-	04	04	04	04	04	04
4	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	08	013	015	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	C	08	013	015	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	D	-	-	-	08	08	08	08	08	08	08	08	08
	E	-	-	-	-	-	-	04	04	04	04	04	04

EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES LONG sous (G).

NIVEAUX	TRAVERSÉES PORTATIVE	1-2			2-3			3-4			4-5		
		$q \frac{p}{2}$	T_w	t_e	$q \frac{p}{2}$	T_w	t_e	$q \frac{p}{2}$	T_w	t_e	$q \frac{p}{2}$	T_w	t_e
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.83	0.83	-0.83
	B	1.79	1.81	-1.76	1.03	1.03	-1.03	0.83	0.83	-0.83	0.94	0.94	-0.94
	C	1.46	1.47	-1.43	1.17	1.17	-1.17	0.94	0.94	-0.94	0.94	0.94	-0.94
	D	-	-	-	1.17	1.11	-1.23	0.94	0.94	-0.94	0.94	0.94	-0.94
	E	-	-	-	1.03	0.98	-1.08	0.83	0.83	-0.83	0.83	0.83	-0.83
6	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	0.63	-0.63
	B	0.47	0.45	-0.49	0.27	0.26	-0.28	0.22	0.22	-0.22	0.438	0.44	-0.44
	C	0.47	0.45	-0.49	0.54	0.54	-0.54	0.44	0.44	-0.44	0.44	0.44	-0.44
	D	-	-	-	0.54	0.51	-0.57	0.44	0.44	-0.44	0.44	0.44	-0.44
	E	-	-	-	0.27	0.26	-0.28	0.22	0.22	-0.22	0.22	0.22	-0.22
5	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	0.63	-0.63
	B	0.47	0.45	-0.49	0.27	0.26	-0.28	0.22	0.22	-0.22	0.44	0.44	-0.44
4	C	0.94	0.89	-0.99	0.54	0.54	-0.54	0.44	0.44	-0.44	0.44	0.44	-0.44
3	D	0.47	0.45	-0.49	0.54	0.51	-0.56	0.44	0.44	-0.44	0.44	0.44	-0.44
	E	-	-	-	0.27	0.26	-0.28	0.22	0.22	-0.22	0.22	0.22	-0.22
2	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	0.63	-0.63
	B	0.47	0.45	-0.49	0.27	0.26	-0.28	0.22	0.22	-0.22	0.44	0.44	-0.44
1	C	0.94	0.89	-0.99	0.54	0.54	-0.54	0.44	0.44	-0.44	0.44	0.44	-0.44
	D	0.94	0.89	-0.99	0.54	0.51	-0.57	0.44	0.44	-0.44	0.44	0.44	-0.44
	E	0.47	0.45	-0.49	0.27	0.26	-0.28	0.22	0.22	-0.22	0.22	0.22	-0.22

EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES LONG SOUS (P1)

NIVEAUX	TRAVES PORTES	1 - 2			2 - 3			3 - 4			4 - 5		
		q.l/2	T _w	T _e	q.l/2	T _w	T _e	q.l/2	T _w	T _e	q.l/2	T _w	T _e
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.04	-0.04
	B	0.09	0.08	-0.04	0.05	0.05	-0.05	0.05	0.05	-0.05	0.08	0.08	-0.08
	C	0.09	0.08	-0.04	0.1	0.1	-0.1	0.08	0.08	-0.08	0.08	0.08	-0.08
	D	-	-	-	0.1	0.09	-0.1	0.08	0.08	-0.08	0.08	0.08	-0.08
	E	-	-	-	0.05	0.05	-0.05	0.04	0.04	-0.04	0.04	0.04	-0.04
6	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.07	-0.07
	B	0.015	0.07	-0.04	0.087	0.09	-0.09	0.07	0.07	-0.07	0.14	0.14	-0.14
	C	0.015	0.07	-0.04	0.17	0.17	-0.17	0.14	0.14	-0.14	0.14	0.14	-0.14
	D	-	-	-	0.17	0.17	-0.18	0.14	0.14	-0.14	0.14	0.14	-0.14
	E	-	-	-	0.09	0.09	-0.09	0.07	0.07	-0.07	0.07	0.07	-0.07
5	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.07	-0.07
	B	0.015	0.07	-0.04	0.087	0.09	-0.09	0.07	0.07	-0.07	0.14	0.14	-0.14
4	C	0.30	0.30	-0.32	0.17	0.17	-0.17	0.14	0.14	-0.14	0.14	0.14	-0.14
	D	0.02	0.07	-0.04	0.17	0.17	-0.17	0.14	0.14	-0.14	0.14	0.14	-0.14
3	E	-	-	-	0.09	0.08	-0.09	0.07	0.07	-0.07	0.07	0.07	-0.07
2	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.07	-0.07
	B	0.02	0.07	-0.04	0.087	0.09	-0.09	0.07	0.07	-0.07	0.14	0.14	-0.14
1	C	0.30	0.30	-0.32	0.17	0.17	-0.17	0.14	0.14	-0.14	0.14	0.14	-0.14
	D	0.30	0.30	-0.32	0.17	0.17	-0.17	0.14	0.14	-0.14	0.14	0.14	-0.14
	E	0.02	0.07	-0.04	0.087	0.09	-0.09	0.07	0.07	-0.07	0.07	0.07	-0.07

SUPERPOSITION DES SOLICITATIONS

Les combinaisons des charges sismiques et des charges verticales sont données ci-dessous. Les éléments structuraux doivent être dimensionnés pour les combinaisons sur la base des règlements de béton en vigueur (RPA 81).

Pour les poutres:

$$G + P \pm E$$

$$0,8 G \pm E$$

Pour les poteaux:

$$G + P \pm 1,2 E$$

$$0,8 G \pm E$$

1. Moments en travées dans les poutres:

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

- Sous $G + P \pm E$: $M_t = M_o (G + P) - \frac{M_w(G) + M_e(G)}{2} \pm M_t(E)$

- Sous $0,8G + E$: $M_t = M_o (0,8G) - \frac{M_w(0,8G) + M_e(0,8G)}{2} \pm M_t(E)$

2. Moments aux appuis dans les poutres:

- Sous $G + 1,2P$: $M_a = M_a(G) + 1,2 M_a(P)$

- Sous $G + P \pm E$: $M_a = M_a(G) + M_a(P) \pm 1,2 M_a(E)$ ($M_a = M_e$ ou M)

- Sous $0,8G \pm E$: $M_a = 0,8 M_a(G) \pm M_a(E)$

3. Efforts tranchants dans les poutres:

- Sous : $G + 1,2P$, $T = T(G) + 1,2 T(P)$

- Sous : $G + P \pm E$, $T = T(G) + T(P) \pm T(E)$

- Sous : $0,8G \pm E$, $T = 0,8 T(G) \pm T(E)$

Remarque:

Etant donné que les portiques les plus sollicités sont :

- Dans le sens transversal : portiques 1, 8 sous $G + P$ et portiques 2, 4, 5, 7

- Dans le sens longitudinal : portiques B, E, A

On ne fera la combinaison des sollicitations que pour les portiques 1, 2, 4, B et A.

MOMENTS EN TRAVÉES DANS LES POUTRES TRANS.

NIV	PORT	travee AB			travee BC			travee CD			travee DE		
		G+12P	G+P+E	0.86E	G+12P	G+P+E	0.86E	G+12P	G+P+E	0.86E	G+12P	G+P+E	0.86E
7	1	-	-	-	1.77	1.71	1.17	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	2.39	2.22	1.37	0.96	0.92	0.57	1.14	1.17	1.02
	4	1.64	1.64	1.09	1.49	1.41	0.87	1.42	1.42	0.86	1.69	1.77	1.62
	1	-	-	-	1.75	1.15	0.41	1.60	-	-	-	-	-
6	2	-	-	-	2.56	2.79	1.45	1.05	0.98	0.49	1.21	1.13	1.13
	4	1.58	1.34	0.63	1.42	1.33	0.58	1.42	1.29	0.55	1.69	1.34	2.14
	1	-	-	-	1.68	1.67	0.97	1.68	2.43	0.73	1.72	0.03	-
	2	-	-	-	2.56	2.11	0.94	1.50	2.25	2.08	0.98	1.28	1.41
5	4	1.74	1.42	0.68	1.65	1.58	0.79	1.53	1.67	0.74	1.88	2.03	1.49
	1	-	-	-	1.68	1.64	0.93	1.68	1.85	1.27	1.18	0.56	-
	2	-	-	-	2.56	2.43	1.27	2.25	2.08	0.98	1.24	1.09	1.18
	4	1.74	1.36	0.62	1.65	2.01	1.05	1.53	1.53	0.74	1.88	1.69	1.82
3	1	-	-	-	1.68	1.55	0.84	1.68	1.17	1.99	0.47	1.28	-
	2	-	-	-	2.56	2.35	1.19	2.26	2.08	0.98	1.21	1.21	1.06
	4	1.74	1.28	0.55	1.65	2.02	1.04	1.53	1.53	0.74	1.88	1.72	1.80
	1	-	-	-	1.68	1.1	0.39	1.35	2.21	0.62	1.54	0.0	1.68
2	2	-	-	-	2.56	1.91	0.74	2.26	2.08	0.98	2.28	4.3	1.08
	4	1.74	1.26	0.52	1.65	1.62	1.44	1.53	1.44	0.74	1.53	2.24	1.28
	1	-	-	-	1.68	1.85	1.31	1.68	1.42	0.74	0.74	1.68	1.31
	2	-	-	-	2.56	2.66	1.12	2.3	2.08	0.98	2.25	2.42	2.96
1	4	1.74	2.08	1.2	1.65	1.69	0.9	1.53	1.53	0.74	1.53	1.49	2.03
	1	-	-	-	1.68	1.65	0.95	1.68	2.21	0.62	1.54	0.0	1.68
	2	-	-	-	2.56	1.91	0.74	2.26	2.08	0.98	2.28	4.3	1.08
	4	1.74	1.26	0.52	1.65	1.62	1.44	1.53	1.44	0.74	1.53	2.24	1.28

MOMENTS AUX APPUIS DES POUTRES TRANS.

NIVEAUX	PORTIQUE	TRAVERSE	G + 1.2 P		G + P + E		G + P - E		0.8G + E		0.8G - E	
			Rw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me
7	1	BC	0.90	0.90	2.39	2.39	-0.63	-0.63	2.13	2.13	-0.80	-0.90
		DE	1.68	2.52	2.85	3.82	0.43	1.10	2.36	3.09	-0.06	0.37
	2	CD	1.21	1.21	2.55	2.55	-0.17	-0.17	2.21	2.21	-0.51	-0.51
		DE	1.21	0.81	2.55	2.0	-0.17	-0.42	2.21	1.78	-0.51	-0.64
	4	AB	1.24	1.76	2.21	2.84	0.22	0.62	1.82	2.35	-0.17	0.13
		BC	1.86	1.86	3.21	3.18	0.44	0.46	2.68	2.65	-0.1	-0.07
		CD	1.86	1.86	3.18	3.18	0.46	0.46	2.65	2.65	-0.07	-0.07
		DE	1.86	1.24	3.18	2.92	0.46	0	2.65	2.07	-0.07	-0.35
6	1	BC	0.89	0.89	4.49	5.68	-2.78	-3.97	4.16	5.35	-3.11	-4.3
		DE	1.63	2.45	5.29	5.62	-2.16	-0.92	4.70	4.74	-2.74	-1.8
	2	CD	1.16	1.19	4.41	4.41	-2.13	-2.13	4.01	4.01	-2.53	-2.53
		DE	1.19	0.79	4.41	4.48	-2.13	-2.96	3.95	4.21	-2.47	-3.23
	4	AB	1.275	1.92	3.62	4.53	-1.15	-0.81	3.21	3.91	-1.56	-1.43
		BC	2.05	2.05	5.31	5.25	-1.36	-1.29	4.63	4.56	-2.04	-1.98
		CD	2.05	2.05	5.25	5.25	-1.29	-1.29	4.56	4.56	-1.98	-1.98
		DE	2.05	1.37	5.25	5.04	-1.29	-2.40	4.56	4.58	-1.98	-2.86
5	1	BC	0.89	1.34	5.65	5.89	-3.94	-3.32	5.32	5.4	-4.26	-3.81
		CD	1.34	0.89	5.89	4.56	-3.32	-1.26	5.40	3.44	-3.81	-2.38
	2	BC	1.63	2.45	5.97	7.31	-2.84	-2.61	5.38	6.43	-3.42	-3.49
		CD	2.45	2.45	7.31	7.31	-2.61	-2.61	5.75	5.49	-4.17	-4.43
		DE	1.27	0.77	6.07	5.14	-3.85	-3.66	5.69	4.89	-4.22	-3.91
	4	AB	1.15	1.72	6.72	5.71	-2.51	-2.4	4.3	5.13	-2.89	-2.97
		BC	1.82	1.82	6.81	6.70	-3.32	-3.22	6.16	6.06	-3.96	-3.86
		CD	1.817	1.817	6.70	6.70	-3.22	-3.22	6.06	6.06	-3.86	-3.86
DE		1.82	1.21	6.70	5.58	-3.22	-3.25	6.06	5.15	-3.86	-3.68	

4	1	BC	0.89	1.34	6.61	6.93	-4.90	-4.37	6.29	6.44	-5.23	-4.86	
		CD	1.34	0.89	6.92	6.67	-4.37	-3.38	6.44	5.55	-4.86	-4.5	
	2	BC	1.63	2.45	7.31	8.0	-4.18	-3.3	6.72	7.12	-4.77	-4.18	
		CD	2.45	2.45	8.0	8.0	-3.3	-3.3	6.44	6.17	-4.86	-5.12	
	4	DE	1.27	0.77	6.76	6.49	-4.54	-5.0	6.38	6.24	-4.91	-5.28	
		AB	1.15	1.72	5.82	6.94	-3.60	-3.62	5.43	6.36	-3.99	-4.2	
		BC	1.82	1.82	8.34	7.39	-4.86	-3.9	7.7	6.75	-5.5	-4.55	
		CD	1.82	1.82	7.39	7.39	-3.9	-3.9	6.75	6.75	-4.55	-4.55	
	3	1	DE	1.82	1.21	7.39	6.52	-3.90	-4.6	6.75	6.49	-4.55	-5.02
			BC	0.89	1.34	8.07	8.57	-6.37	-6.0	7.75	8.08	-6.69	-6.15
		2	CD	1.34	0.89	8.57	9.75	-6.0	-6.45	8.08	8.63	-6.50	-7.57
			BC	1.63	2.45	8.79	9.64	-5.65	-4.94	8.20	8.76	-6.24	-5.82
4		CD	2.45	2.45	9.64	9.64	-4.94	-4.94	8.08	7.82	-6.5	-6.76	
		DE	1.27	0.77	8.40	7.88	-6.18	-6.4	8.03	7.63	-6.55	-6.65	
		AB	1.15	1.72	7.01	8.28	-4.8	-4.96	6.63	7.7	-5.19	-5.54	
		BC	1.82	1.82	10.02	9.03	-6.53	-5.54	9.38	8.39	-7.17	-6.19	
2		1	CD	1.82	1.82	9.03	9.03	-5.54	-5.54	8.35	8.39	-6.19	-6.19
			DE	1.82	1.21	9.03	8.38	-5.54	-6.06	8.39	7.95	-6.19	-6.48
		2	BC	0.89	1.34	8.63	10.02	-6.93	-7.46	8.31	9.53	-7.25	-7.95
			CD	1.34	1.34	10.02	8.8	-7.46	-5.56	9.53	7.94	-7.95	-6.36
	4	DE	1.34	0.89	8.43	4.79	-5.87	-3.08	7.94	4.47	-6.36	-3.41	
		BC	1.63	2.45	9.35	11.09	-6.21	-6.39	8.76	10.21	-6.8	-7.27	
		CD	2.45	2.45	11.09	11.09	-6.39	-6.39	9.53	9.53	-7.95	-7.95	
		DE	2.45	1.02	11.09	8.74	-6.39	-6.82	9.53	8.27	-7.95	-7.29	
	4	AB	1.15	1.72	7.48	8.8	-5.26	-5.47	7.09	8.22	-5.65	-6.05	
		BC	1.82	1.82	10.66	10.48	-7.18	-7.0	10.02	9.84	-7.82	-7.64	
		CD	1.82	1.82	10.48	10.48	-7.0	-7.0	9.84	9.84	-7.64	-7.64	
		DE	1.82	1.21	10.48	8.95	-7.0	-6.62	9.84	8.52	-7.64	-7.05	

1	1	BC	0.893	1.34	8.91	8.79	-7.20	-6.23	8.58	8.30	-7.52	-6.72
		CD	1.34	1.34	8.79	9.16	-6.23	-5.86	8.30	8.30	-6.72	-6.72
		DE	1.34	0.89	8.79	8.91	-6.23	-7.20	8.30	8.58	-6.72	-7.52
	2	BC	1.63	2.45	9.62	9.86	-6.49	-5.16	9.03	8.98	-7.07	-6.04
		CD	2.45	2.45	9.86	9.96	-5.16	-5.16	8.30	8.30	-6.72	-6.72
		DE	2.45	1.02	9.86	9.0	-5.16	-7.10	8.30	8.54	-6.72	-7.56
	4	AB	1.15	1.72	8.25	7.93	-6.04	-4.61	7.87	7.36	-6.43	-5.26
		BC	1.82	1.82	9.59	9.26	-6.10	-5.77	8.94	8.61	-6.34	-6.41
		CD	1.82	1.82	9.26	9.26	-5.77	-5.77	8.62	8.62	-6.41	-6.41
		DE	1.82	1.21	9.26	9.22	-5.77	-6.87	8.62	8.78	-6.41	-7.32

EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES TRANS.

NIVEAUX	PORTIQUES	TRAVÉES	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
			T _w	t _e	t _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e
7	1	BC	3.36	-3.36	4.13	-4.13	2.45	-2.45	3.18	-3.18	1.50	-1.50
	2	BC	5.14	-5.62	5.75	-6.42	4.32	-4.99	4.31	-4.69	2.88	-3.26
		CD	2.65	-2.65	3.36	-3.36	1.84	-1.84	2.62	-2.62	1.1	-1.1
		DE	2.78	-2.52	3.44	-3.18	2.01	-1.75	2.82	-2.82	1.81	-1.81
	4	AB	3.0	-3.30	3.39	-3.68	2.45	-2.74	2.46	-2.67	-1.52	1.73
		BC	4.16	-4.16	4.82	-4.82	3.30	-3.30	3.58	-3.58	2.06	-2.06
		CD	4.16	-4.16	4.82	-4.82	3.30	-3.30	3.58	-3.58	2.06	-2.06
		DE	4.37	-3.96	4.97	-4.57	3.54	-3.15	3.68	-3.39	2.25	-1.97
6	1	BC	3.28	-3.28	6.24	-6.29	1.53	-1.59	4.36	-4.36	-0.34	0.34
	2	BC	6.09	-6.26	6.82	-7.86	2.94	-3.98	4.99	-5.31	1.10	-1.43
		CD	2.59	-2.59	4.31	-4.31	0.68	-0.68	3.43	-3.43	-0.21	0.21
		DE	2.72	-2.46	4.56	-4.31	0.68	-0.43	3.56	-3.56	0.87	-0.87
	4	AB	3.08	-3.37	4.05	-4.33	1.80	-2.08	2.86	-3.04	0.61	-0.80
		BC	4.13	-4.13	5.78	-5.78	2.11	-2.11	4.24	-4.24	0.58	-0.58
		CD	4.13	-4.13	5.76	-5.76	2.13	-2.13	4.23	-4.23	0.59	-0.59
DE		4.33	-3.93	6.08	-5.70	2.19	-1.81	4.47	-4.23	0.59	-0.38	

5	1	BC	3.14	-3.42	5.63	-5.9	0.41	-0.68	4.62	-4.7	-0.6	0.52	
		CD	3.38	-3.18	5.23	-5.14	1.06	-0.97	4.19	-4.01	0	0.16	
	2	BC	5.09	-6.26	7.48	-8.52	2.28	-3.32	5.65	-5.97	0.45	-0.77	
		CD	5.36	-5.36	7.89	-7.89	2.37	-2.37	5.97	-5.97	0.45	-0.45	
	4	DE	3.48	-3.23	5.86	-5.6	0.66	-0.41	3.32	-3.31	0.32	-0.32	
		AB	3.08	-3.37	4.63	-4.91	1.22	-1.50	3.44	-3.62	0.03	-0.22	
		BC	4.62	-4.62	7.22	-7.22	1.65	-1.65	5.59	-5.59	0.02	-0.02	
		CD	4.62	-4.62	7.19	-7.19	1.67	-1.67	5.56	-5.56	0.04	-0.04	
	4	1	DE	4.33	-3.93	7.3	-6.92	0.97	-0.59	5.7	-5.46	-0.64	0.88
			BC	3.14	-3.42	6.18	-6.46	-0.15	-0.12	5.17	-5.26	-1.16	1.07
		2	CD	3.38	-3.18	6.11	6.02	0.18	-0.09	5.06	-4.89	-0.89	1.04
			BC	5.09	-6.26	8.04	-9.09	1.71	-2.76	6.21	-6.53	-0.11	-0.21
4		CD	5.36	-5.36	8.27	-8.27	2.0	-2.0	6.35	-6.35	0.07	-0.07	
		DE	3.48	-3.23	6.42	-6.18	0.09	0.15	6.1	-6.1	0.02	-0.02	
		AB	3.08	-3.37	5.15	-5.43	0.71	-0.99	3.96	-4.14	-0.48	-0.3	
		BC	4.62	-4.62	7.84	-7.84	1.03	-1.03	6.20	-6.20	-0.6	-0.6	
3		1	CD	4.62	-4.62	7.57	-7.57	1.30	-1.30	5.94	-5.94	-0.34	0.35
			DE	4.33	-3.93	7.3	-6.92	0.97	0.59	5.70	-5.46	-0.64	0.88
		2	BC	3.14	-3.42	7.06	-7.32	-1.014	0.74	6.04	-6.12	-2.02	1.94
			CD	3.38	-3.18	7.42	7.33	1.13	1.22	6.37	-6.2	-2.18	2.35
	4	BC	5.09	-6.26	8.91	-9.95	0.85	-1.89	7.08	-7.4	-0.98	0.66	
		CD	5.36	-5.36	9.18	-9.18	1.08	-1.08	7.26	-7.26	-0.84	0.84	
		DE	3.48	-3.23	7.26	-7.01	-0.74	0.99	6.1	-6.1	-0.75	0.75	
		AB	3.08	-3.37	5.71	-5.99	0.14	-0.42	4.52	-4.70	-1.05	0.87	
	4	BC	4.62	-4.62	8.76	-8.56	0.11	-0.11	7.13	-7.13	-1.52	1.52	
		CD	4.62	-4.62	8.48	-8.48	0.38	-0.38	6.85	-6.85	-1.25	1.25	
		DE	4.33	-3.93	8.16	-7.78	0.10	0.28	6.56	-6.32	-1.5	1.74	

2	1	BC	3.14	-3.42	7.60	-7.88	1.57	1.30	6.6	6.68	-2.58	2.50	
		CD	3.281	-3.28	7.57	7.57	-1.26	1.26	6.42	6.42	-2.4	2.40	
		DE	3.43	3.14	6.37	-6.09	0.21	0.07	5.18	-5.0	0.98	1.16	
	2	BC	5.09	-6.26	9.47	-10.81	0.29	-1.33	7.64	-8.0	-1.54	1.22	
		CD	5.36	-5.36	9.99	-9.99	0.28	-0.28	8.07	-8.07	-1.65	1.65	
		DE	5.83	-4.89	10.18	-9.27	1.0	-0.09	7.01	-7.01	-1.52	1.52	
	4	AB	3.077	-3.37	5.93	-6.21	-0.07	-0.21	4.74	-4.92	-1.26	1.08	
		BC	4.62	-4.62	9.34	-9.34	-0.47	0.47	7.71	-7.71	-2.1	2.1	
		CD	4.62	-4.62	9.29	-9.29	-0.42	0.42	7.66	-7.66	-2.05	2.05	
		DE	4.82	-4.42	9.20	-8.83	0.03	0.35	7.51	7.27	-1.68	1.91	
	1	1	BC	3.14	-3.42	7.34	-7.61	-1.31	1.03	6.34	6.42	-2.31	2.23
			CD	3.28	-3.28	7.33	7.33	-1.02	1.02	6.18	6.18	-2.16	2.16
DE			3.43	3.14	7.62	7.34	-1.03	1.31	6.42	-6.25	-2.23	2.40	
2		BC	5.09	-6.26	9.2	-10.24	0.55	-1.60	7.37	-7.69	-1.27	-10.95	
		CD	5.36	-5.36	9.31	-9.31	0.96	-0.96	7.38	-7.38	-0.96	0.96	
		DE	5.82	-4.89	9.91	-9.0	1.26	-0.35	7.34	-7.34	-0.83	0.83	
4		AB	3.08	-3.38	5.91	-6.19	-0.06	-0.22	4.72	-4.90	-1.25	1.06	
		BC	4.62	-4.62	8.70	-8.70	0.17	-0.17	7.07	-7.07	-1.46	1.46	
		CD	4.62	-4.62	8.61	-8.61	0.26	-0.26	6.98	-6.98	-1.37	1.37	
		DE	4.82	-4.42	8.95	-8.57	0.30	+0.08	7.25	7.0	-1.40	1.64	

PORTIQUE LONG. B-B: Moment en travée des poutres.

NIV	Travée	G+1,2P	G+P+E	G+P-E	0.8G+E	0.8G-E
7	1-2	1.32	1.33	1.26	0.98	0.9
	2-3	0.36	0.37	0.33	0.27	0.23
	3-4	0.233	0.24	0.22	0.18	0.15
	4-5	0.29	0.28	0.28	0.18	0.18
	5-6	0.23	0.22	0.24	0.15	0.18
	6-7	0.36	0.33	0.37	0.23	0.27
	7-8	1.32	1.26	1.33	0.9	0.98
6	1-2	0.55	0.46	0.56	0.20	0.30
	2-3	0.182	0.22	0.12	0.15	0.06
	3-4	0.18	0.54	+0.35	0.48	+0.4
	4-5	0.37	0.19	0.19	0.09	0.09
	5-6	0.18	0.35	0.54	0.4	0.48
	6-7	0.18	0.12	0.22	0.06	0.15
	7-8	0.55	0.56	0.46	0.3	0.2
5	1-2	0.55	0.37	0.65	0.11	0.11
	2-3	0.18	0.25	0.09	0.18	0.03
	3-4	0.18	0.98	0.79	0.92	0.84
	4-5	0.37	0.19	0.19	0.09	0.09
	5-6	0.18	0.79	0.98	0.84	0.92
	6-7	0.18	0.09	0.25	0.03	0.48
	7-8	0.55	0.65	0.37	0.11	0.11
4	1-2	0.55	0.32	0.70	0.06	0.44
	2-3	0.18	0.28	0.06	0.21	0.0
	3-4	0.18	0.61	0.42	0.56	0.47
	4-5	0.37	0.19	0.19	0.09	0.09
	5-6	0.18	0.4	0.61	0.47	0.56
	6-7	0.18	0.06	0.28	0	0.21
	7-8	0.55	0.70	0.32	0.44	0.06

3	1-2	0.55	0.26	0.76	0.0	0.5
	2-3	0.18	1.71	1.37	1.64	1.40
	3-4	0.18	0.16	0.03	0.11	0.02
	4-5	0.37	0.19	0.19	0.09	0.03
	5-6	0.18	0.03	0.16	0.02	0.11
	6-7	0.18	1.37	1.71	1.4	1.64
	7-8	0.55	0.76	0.26	0.5	0.0
2	1-2	0.55	0.22	0.80	0.04	0.54
	2-3	0.18	0.33	0.0	0.27	0.06
	3-4	0.18	1.1	0.9	1.04	0.96
	4-5	0.37	0.19	0.19	0.09	0.09
	5-6	0.18	0.9	1.1	0.96	1.04
	6-7	0.18	0.0	0.33	0.06	0.27
	7-8	0.55	0.80	0.22	0.54	0.04
1	1-2	0.55	0.0	1.02	0.75	0.26
	2-3	0.18	0.51	0.17	0.44	0.23
	3-4	0.18	0.27	0.08	0.21	0.13
	4-5	0.37	0.19	0.19	0.09	0.03
	5-6	0.18	0.08	0.27	0.13	0.21
	6-7	0.18	0.17	0.51	0.23	0.44
	7-8	0.55	1.02	0.0	0.26	0.75

PORTIQUE LONG A-A : Moment en travée des poutres.

NIV	G+1,2P	G+P+E	G+P-E	0.8G+E	0.8G-E
7	0.34	0.33	0.33	0.41	0.41
6	0.28	0.23	0.23	0.31	0.31
5	0.28	0.23	0.23	0.31	0.31
4	0.28	0.23	0.23	0.31	0.41
3	0.28	0.23	0.23	0.31	0.31
2	0.28	0.23	0.23	0.31	0.31
1	0.28	0.23	0.23	0.31	0.31

PORTIQUE LONG B-B : MOMENTS AUX APPUIS DES POUTRES

NIV.	TRAVÉES	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		μ_w	μ_e	M_w	M_e	M_w	M_e	M_w	M_e	M_w	M_e
7	1-2	1,0	1,50	1.74	2.16	-0.24	-0.82	1.5	1.8	0.0	-0.46
	2-3	0.5	0.5	1.39	1.35	-0.4	-0.36	1.27	1.23	-0.52	-0.48
	3-4	0.32	0.32	1.35	1.32	-0.71	-0.68	1.27	1.24	0.76	-0.76
	4-5	0.38	0.38	1.373	1.373	-0.63	-0.63	1.28	1.28	-0.72	-0.72
	5-6	0.32	0.32	1.35	1.32	-0.71	-0.68	1.27	1.24	0.76	-0.76
	6-7	0.5	0.5	1.39	1.35	-0.4	-0.36	1.27	1.23	-0.52	-0.48
	7-8	1.0	1.50	1.74	2.16	-0.24	-0.82	1.5	1.8	0.0	-0.46
6	1-2	0.34	0.52	1.88	2.13	-1.22	-1.15	1.74	1.94	-1.35	-1.35
	2-3	0.12	0.17	2.31	2.26	-2.07	-1.93	2.26	2.19	-2.12	-1.99
	3-4	0.11	0.11	2.62	2.73	-2.4	-1.52	2.57	1.69	-2.46	-1.56
	4-5	0.22	0.22	1.84	1.84	-1.42	-1.42	1.76	1.76	-1.5	-1.5
	5-6	0.11	0.11	2.62	1.73	-2.4	-1.52	2.57	1.69	-2.46	-1.56
	6-7	0.12	0.17	2.31	2.26	-2.07	-1.93	2.26	2.19	-2.12	-1.99
	7-8	0.34	0.52	1.88	2.13	-1.22	-1.15	1.74	1.94	-1.35	-1.35
5	1-2	0.34	0.52	2.64	3.08	-1.99	-2.1	2.51	2.89	-2.12	-2.3
	2-3	0.12	0.17	3.58	3.46	-3.33	-3.14	3.52	3.4	-3.39	-3.2
	3-4	0.11	0.11	4.07	2.31	-3.86	-2.09	4.03	2.26	-3.90	-2.14
	4-5	0.22	0.22	2.41	2.41	-1.99	-1.99	2.33	2.33	-2.07	-2.07
	5-6	0.11	0.11	4.07	2.31	-3.86	-2.09	4.03	2.26	-3.90	-2.14
	6-7	0.12	0.17	3.58	3.46	-3.33	-3.14	3.52	3.4	-3.39	-3.2
	7-8	0.34	0.52	2.64	3.08	-1.99	-2.1	2.51	2.89	-2.12	-2.3
4	1-2	0.34	0.52	3.47	4.01	-2.82	-3.03	3.34	3.82	-2.95	-3.23
	2-3	0.12	0.17	4.82	4.65	-4.57	-4.32	4.76	4.59	-4.63	-4.39
	3-4	0.11	0.11	5.49	4.46	-5.28	-4.25	5.45	4.42	-5.32	-4.29
	4-5	0.22	0.22	4.57	4.57	-4.15	-4.15	4.49	4.49	-4.23	-4.23
	5-6	0.11	0.11	5.49	4.46	-5.28	-4.25	5.45	4.42	-5.32	-4.29
	6-7	0.12	0.17	4.82	4.65	-4.57	-4.32	4.76	4.59	-4.63	-4.39
	7-8	0.34	0.52	3.47	4.01	-2.82	-3.03	3.34	3.82	-2.95	-3.23

3	1-2	0.34	0.52	4.47	5.13	-3.81	-4.15	4.34	5.94	-3.34	-4.34
	2-3	0.12	0.17	9.11	6.08	-8.86	-5.75	9.05	6.0	-8.92	-5.81
	3-4	0.11	0.11	7.2	7.07	-6.99	-6.85	7.16	7.02	-7.03	-6.9
	4-5	0.22	0.22	7.17	7.17	-6.75	-6.75	7.09	7.09	-6.83	-6.83
	5-6	0.11	0.11	7.2	7.07	-6.99	-6.85	7.16	7.02	-7.03	-6.9
	6-7	0.12	0.17	9.11	6.08	-8.86	-5.75	9.05	6.0	-8.92	-5.81
	7-8	0.34	0.52	4.47	5.13	-3.81	4.15	4.34	5.94	-3.34	-4.34
2	1-2	0.34	0.52	5.15	5.89	-4.49	-4.91	5.01	5.69	-4.62	-4.1
	2-3	0.12	0.17	7.32	7.04	-7.07	-6.71	7.26	6.97	-7.13	-6.77
	3-4	0.11	0.11	8.35	6.34	-8.14	-6.12	8.31	6.29	-8.18	-6.17
	4-5	0.22	0.22	6.44	6.44	-6.02	-6.02	6.36	6.36	-6.1	-6.1
	5-6	0.11	0.11	8.35	6.34	-8.14	-6.12	8.31	6.29	-8.18	-6.17
	6-7	0.12	0.17	7.32	7.04	-7.07	-6.71	7.26	6.97	-7.13	-6.77
	7-8	0.34	0.52	5.15	5.89	-4.49	-4.91	5.01	5.69	-4.62	-4.1
1	1-2	0.34	0.52	6.72	5.87	-6.07	-4.89	6.59	5.68	-6.2	-5.09
	2-3	0.12	0.17	7.3	6.67	-7.06	-6.34	7.24	6.61	-7.11	-6.41
	3-4	0.11	0.11	7.91	7.63	-7.7	-7.42	7.87	7.59	-7.46	-7.73
	4-5	0.22	0.22	7.74	7.74	-7.31	-7.31	7.65	7.65	-7.4	-7.4
	5-6	0.11	0.11	7.91	7.63	-7.7	-7.42	7.87	7.59	-7.46	-7.73
	6-7	0.12	0.17	7.3	6.67	-7.06	-6.34	7.24	6.61	-7.11	-6.41
	7-8	0.34	0.52	6.72	5.87	-6.07	-4.89	6.59	5.68	-6.2	-5.09

PORTIQUE LONG. AA. MOMENTS AUX APPUIS DES POUTRES.

NIV.	G+1,2 P		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me
7	0.22	0.22	1.35	-1.35	-0.93	-0.93	1.3	1.3	-0.98	-0.98
6	0.18	0.18	2.96	2.96	-2.62	-2.62	2.91	2.91	-2.66	-2.66
5	0.18	0.18	4.57	4.57	-4.23	-4.23	4.52	4.52	-4.28	-4.28
4	0.18	0.18	6.15	6.15	-5.81	-5.81	6.1	6.1	-5.86	-5.86
3	0.18	0.18	8.05	8.05	-7.71	-7.71	8.0	8.0	-7.75	-7.75
2	0.18	0.18	9.33	9.33	-8.99	-8.99	9.28	9.28	-9.0	-9.0
1	0.18	0.18	10.35	10.35	-10.0	-10.0	10.3	10.3	-10.05	-10.05

PORTIQUE LONGITUDINAL B.B. EFFORT TRANCHANT DANS LES POUTRES

NIV	TRAJES	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e
7	1-2	1.91	-1.87	2.19	-2.15	1.56	-1.56	1.74	-1.71	1.16	-1.12
	2-3	1.09	-1.09	1.57	-1.57	0.6	-0.6	1.31	-1.31	0.34	-0.34
	3-4	0.89	-0.89	1.55	-1.55	0.2	-0.2	1.34	-1.34	0.0	0.0
	4-5	1.03	-1.03	1.68	1.68	0.35	-0.35	1.42	-1.42	0.08	-0.08
	5-6	0.89	-0.89	1.55	-1.55	0.2	-0.2	1.34	-1.34	0.0	0.0
	6-7	1.09	-1.09	1.57	-1.57	0.6	-0.6	1.31	-1.31	0.34	-0.34
	7-8	1.91	-1.87	2.19	-2.15	1.56	-1.56	1.74	-1.71	1.15	-1.12
6	1-2	0.53	-0.54	1.18	-1.2	-0.15	0.13	1.02	-1.06	-0.31	0.27
	2-3	0.36	-0.36	1.53	-1.53	-0.85	0.85	1.39	-1.39	-0.98	0.98
	3-4	0.3	-0.3	2.08	-2.08	-1.09	1.09	1.55	-1.55	-1.21	1.21
	4-5	0.6	-0.6	1.66	-1.66	-0.51	0.51	1.43	-1.43	-0.74	-0.74
	5-6	0.3	-0.3	2.08	-2.08	-1.09	1.09	1.55	-1.55	-1.21	1.21
	6-7	0.36	-0.36	1.53	-1.53	-0.85	0.85	1.39	-1.39	-0.98	0.98
	7-8	0.53	-0.54	1.18	-1.2	-0.15	0.13	1.02	-1.06	-0.31	0.27
5	1-2	0.53	-0.54	1.54	-1.55	-0.51	0.49	1.38	-1.42	-0.67	0.63
	2-3	0.36	-0.36	2.22	-2.22	-1.53	1.53	2.08	-2.08	-1.47	1.47
	3-4	0.30	-0.30	2.34	-2.34	-1.77	1.77	2.23	-2.23	-1.88	1.88
	4-5	0.6	-0.6	3.48	-3.48	-2.33	2.33	3.25	-3.25	-2.56	-2.56
	5-6	0.30	-0.30	2.34	-2.22	-1.53	1.53	2.08	-2.08	-1.67	1.67
	6-7	0.36	-0.36	2.22	-2.22	-1.53	1.53	2.08	-2.08	-1.67	1.67
	7-8	0.53	-0.54	1.54	1.55	-0.51	0.49	1.38	-1.42	-0.67	0.63
4	1-2	0.53	-0.54	1.91	-1.92	-0.88	0.86	1.75	-1.78	-1.03	1.0
	2-3	0.36	-0.36	2.89	-2.89	-2.21	2.21	2.75	-2.75	-2.35	2.35
	3-4	0.3	-0.3	3.53	-3.53	-2.96	2.96	3.42	-3.42	-3.07	3.07
	4-5	0.6	-0.6	3.48	-3.48	-2.33	2.33	3.25	-3.25	-2.56	-2.56
	5-6	0.3	-0.3	3.53	-3.53	-2.96	2.96	3.42	-3.42	-3.07	3.07
	6-7	0.36	-0.36	2.89	-2.89	-2.21	2.21	2.75	-2.75	-2.35	2.35
	7-8	0.53	-0.54	1.91	-1.92	-0.88	0.86	1.75	-2.75	-2.35	2.35

3	1-2	0.53	-0.54	2.35	-2.36	-1.31	1.31	2.16	-2.22	-1.47	1.44
	2-3	0.36	-0.36	4.48	-4.49	-3.8	3.8	4.34	-4.34	-3.93	3.93
	3-4	0.30	-0.30	4.97	-4.97	-4.4	4.4	4.86	-4.86	-4.51	4.51
	4-5	0.60	-0.60	5.22	-5.22	-4.07	4.07	5.0	-5.0	-4.29	4.29
	5-6	0.30	-0.30	4.97	-4.97	-4.4	4.4	4.86	-4.86	-4.51	4.51
	6-7	0.36	-0.36	4.48	-4.49	-3.8	3.8	4.34	-4.34	-3.93	3.93
	7-8	0.53	-0.54	2.35	-2.36	-1.31	1.31	2.16	-2.22	-1.47	1.44
2	1-2	0.53	-0.54	2.64	-2.66	-1.61	1.60	2.48	-2.52	-1.77	1.74
	2-3	0.36	-0.36	4.25	-4.25	-3.56	3.56	4.11	-4.11	-3.7	3.7
	3-4	0.30	-0.30	5.11	-5.11	-4.54	4.54	5.0	-5.0	-4.65	4.65
	4-5	0.60	-0.60	4.73	-4.73	-3.58	3.58	4.5	-4.5	-3.8	3.8
	5-6	0.30	-0.30	5.11	-5.11	-4.54	4.54	5.0	-5.0	-4.65	4.65
	6-7	0.36	-0.36	4.25	-4.25	-3.56	3.56	4.11	-4.11	-3.7	3.7
	7-8	0.53	-0.54	2.64	-2.66	-1.61	1.60	2.48	-2.52	-1.77	1.74
1	1-2	0.53	-0.54	3.0	-3.0	-1.94	1.92	2.81	-2.85	-2.10	2.06
	2-3	0.36	-0.36	4.14	-4.15	-3.46	3.46	4.0	-4.0	-3.6	3.6
	3-4	0.30	-0.30	5.40	-5.40	-4.82	4.82	5.28	-5.28	-4.94	4.94
	4-5	0.6	-0.6	5.59	-5.59	-4.44	4.44	5.37	-5.37	-4.67	4.67
	5-6	0.30	-0.30	5.40	-5.40	-4.82	4.82	5.28	-5.28	-4.94	4.94
	6-7	0.36	-0.36	4.14	-4.15	-3.46	3.46	4.0	-4.0	-3.6	3.6
	7-8	0.53	-0.54	3.0	-3.0	-1.94	1.92	2.81	-2.85	-2.10	2.06

PORTUGUE: A-A	7	0.88	-0.88	1.63	-1.63	0.11	-0.11	1.42	-1.42	-0.1	0.1
	6	0.72	-0.72	2.56	-2.56	-1.16	1.16	2.21	-2.21	-1.51	1.51
	5	0.72	-0.72	3.6	-3.60	-2.23	2.23	3.28	-3.28	-2.58	2.58
	4	0.72	-0.72	4.69	-4.69	-3.28	3.28	4.33	-4.33	-3.64	3.64
	3	0.72	-0.72	6.55	-6.55	-5.15	5.15	6.2	-6.2	-5.5	5.5
	2	0.72	-0.72	6.81	-6.81	-5.4	5.4	6.45	-6.45	-5.76	5.76
	1	0.72	-0.72	7.48	-7.49	-6.0	6.0	7.13	-7.13	-6.44	6.44

MOMENT DANS LE POTEAU C2 SENS TRANS.

NIV.		G	P	E	G+1,2P	G+P+1,2E	G+P-1,2E	0,8G+E	0,8G-E
7	S	1,1	0,17	2,72	1,31	4,53	-1,99	3,6	-1,84
	I	0,92	0,20	1,47	1,16	2,89	-0,65	2,21	-0,73
6	S	0,92	0,20	5,07	1,16	7,20	-4,96	5,81	-4,33
	I	0	0	3,38	0	4,06	-4,06	+4,06	-4,06
5	S	0	0	6,54	0	7,85	-7,85	7,85	-7,85
	I	0	0	5,35	0	6,42	-6,42	6,42	-6,42
4	S	0	0	5,95	0	7,14	-7,14	7,14	-7,14
	I	0	0	5,95	0	7,14	-7,14	7,14	-7,14
3	S	0	0	8,63	0	10,36	-10,36	10,36	-10,36
	I	0	0	8,63	0	10,36	-10,36	10,36	-10,36
2	S	0	0	8,85	0	10,62	-10,62	10,62	-10,62
	I	0	0	8,85	0	10,62	-10,62	10,62	-10,62
1	S	0	0	6,18	0	7,42	-7,42	7,42	-7,42
	I	0	0	9,27	0	11,13	-11,13	11,13	-11,13

SENS LONG.

NIV.		G	P	E	G+1,2P	G+P+1,2E	G+P-1,2E	0,8G+E	0,8G-E
7	S	0,8	0,05	1,56	0,86	2,72	1,02	2,20	-0,92
	I	0,12	0,04	0,84	0,17	1,17	-0,85	0,94	-0,74
6	S	0,12	0,04	3,00	0,17	3,16	-2,84	3,10	-2,90
	I	0,50	0,16	2,00	0,69	2,16	-1,34	2,40	-1,60
5	S	0,50	0,16	4,06	0,69	4,72	-3,40	4,46	-3,66
	I	0,50	0,16	3,32	0,69	3,98	-2,66	3,72	-3,32
4	S	0,50	0,16	4,90	0,69	5,56	-4,24	5,30	-4,50
	I	0,50	0,16	4,90	0,69	5,56	-4,24	5,30	-4,50
3	S	0,50	0,16	5,93	0,69	6,59	-5,27	6,33	-5,53
	I	0,50	0,16	5,93	0,69	6,59	-5,27	6,33	-5,53
2	S	0,50	0,16	6,67	0,69	7,33	-6,01	7,07	-6,27
	I	0,50	0,16	6,67	0,69	7,33	-6,01	7,07	-6,27
1	S	0,50	0,16	5,90	0,69	6,56	-5,24	6,30	-5,50
	I	0,50	0,16	8,84	0,69	9,50	-8,18	9,24	-8,44

EFFORT NORMAL du Poteau C₂ . SENS TRANS .

Niv	G+1,2P		G+P+1,2E		G+P-1,2E		0,8G+E		0,8G-E	
	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}
7	10,82	10,82	10,67	10,67	10,57	10,57	7,73	7,73	7,63	7,63
6	11,17	21,99	10,85	21,22	10,60	21,17	6,96	14,69	6,71	14,34
5	11,94	34,93	13,53	34,75	13,21	34,38	8,59	23,28	8,27	22,61
4	11,94	47,87	13,40	48,15	13,34	47,72	8,46	31,74	8,40	31,01
3	11,94	60,81	13,39	61,54	13,34	61,06	8,45	40,19	8,40	39,41
2	11,94	73,75	13,64	75,18	13,16	74,16	8,70	48,89	8,16	47,57
1	11,94	86,69	13,52	88,70	13,22	87,38	8,58	57,47	8,28	55,85
		86,69		88,70		87,38		57,47		55,85

SENS LONG .

Niv.	G+1,2P		G+P+1,2E		G+P-1,2E		0,8G+E		0,8G-E	
	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}	N	N _{cum.}
7	5,15	5,15	5,36	5,36	4,88	4,88	4,13	4,13	3,73	3,73
6	3,58	8,73	4,17	9,53	2,90	7,78	3,88	8,01	2,82	6,55
5	4,45	13,18	5,38	14,91	3,34	11,12	3,94	11,95	2,22	8,77
4	4,45	17,63	5,50	20,41	2,72	13,84	4,24	16,19	1,92	10,69
3	4,45	22,08	6,65	27,06	1,11	14,95	5,39	21,58	0,77	11,46
2	4,45	26,53	6,12	33,18	1,80	16,75	4,86	26,44	1,30	12,76
1	4,45	31,00	5,69	38,87	2,45	19,20	4,43	30,87	1,73	14,49
		31,00		38,87		19,20		30,87		14,49

FERRAILLAGE DES POUTRES ET POTEAUX:

Conformément à l'article A-15 du CCBA 68, les poutres seront calculées en flexion simple, il ne sera pas tenu compte des efforts normaux dans celles-ci.

Elles seront ferrillées sous les sollicitations pondérées calculées précédemment. La section d'acier sera calculée sous la sollicitation du 1^{er} genre (SP1) et sous la plus défavorable du 2^e genre (SP2).

- Sollicitation du 1^{er} genre ($G + 1,2P$).

- Sollicitation du 2^e genre ($G + P \pm E$), ($0,8G \pm E$).

Si le moment sous SP₁ augmenté de 50% est supérieur au moment sous SP₂, on calculera, et on vérifiera la section d'armature sous SP₁. Le calcul et les vérifications seront faits sous SP₂, dans le cas contraire.

- La méthode de calcul des armatures est celle de M^r. Pierre CHARON.

FERRAILLAGE DES POUTRES

Conformément à l'article A-15 du CCBA 68, les poutres seront calculées en flexion simple, il ne sera pas tenu compte des efforts normaux dans celles. Elles seront ferrillées sous les sollicitations pondérées calculées précédemment. La section d'acier sera calculée sous la sollicitation du 1^{er} genre (SP1) et sous la plus défavorable du 2^e genre (SP2).

Si le moment sous (SP1) augmenté de 50% est supérieur au moment sous (SP2) on calculera, et on vérifiera la section d'armature sous SP1, le calcul et les vérifications seront faits sous SP2, le cas contraire :

Pourcentage des aciers longitudinaux: (RPA 81)

- Poutres longitudinales et transversales: $0,3\% \leq A \leq 2,5\%$

Dans notre cas: $4,05 \leq A \leq 33,75 \text{ cm}^2$

PORTIQUE 1:

PORTIQUE 2:

NIVEAUX	Appuis	Moments (tm)	A (cm ²)
7	B	2,39	4T14
	C	2,39	4T14
6	B	4,49	4T14
	C	5,68	4T14
5	B	5,65	4T14
	C	5,85	4T14
	D	4,56	4T14
4	B	6,61	4T14
	C	6,93	4T14
	D	6,67	4T14
3	B	8,07	6T14
	C	8,57	6T14
	D	9,75	6T14
2	B	8,64	6T16
	C	10	6T16
	D	8,8	6T16
	E	4,75	6T16
1	B	8,91	6T16
	C	8,80	6T16
	D	9,16	6T16
	E	8,91	6T16

NIVEAUX	Appuis	Moments (t.m)	A (cm ²)
7	B	2,85	4T14
	C	3,82	4T14
	D	2,55	4T14
	E	2	4T14
6	B	5,3	4T14
	C	5,62	4T14
	D	4,41	4T14
	E	4,48	4T14
5	B	5,97	6T14
	C	7,31	6T14
	D	7,31	6T14
	E	5,14	6T16
4	B	7,31	6T14
	C	8,00	6T14
	D	8,00	6T14
3	E	6,49	6T14
	B	8,79	6T16
	C	9,64	6T16
	D	9,64	6T16
2	E	7,88	6T16
	B	9,35	4T16+4T14
	C	11,10	4T16+4T14
	D	11,10	4T16+4T14
1	E	8,74	4T16+4T14
	B	9,62	4T16+4T14
	C	9,86	4T16+4T14
	D	9,96	4T16+4T14
	E	9	4T16+4T14

PORTIQUE 4

NIV.	appuis	Moments (tm)	A (cm ²)
7	A	2,21	4T14
	B	3,21	4T14
	C	3,18	4T14
	D	3,18	4T14
	E	2,43	4T14
6	A	3,63	4T14
	B	5,32	4T14
	C	5,25	4T14
	D	5,25	4T14
	E	5,04	4T14
5	A	4,72	4T14
	B	6,81	4T14
	C	6,71	4T14
	D	6,71	4T14
	E	5,58	4T14
4	A	5,82	6T14
	B	8,35	6T14
	C	7,39	6T14
	D	7,39	6T14
	E	6,92	6T14
3	A	7,02	6T14
	B	10	6T14
	C	9,03	6T14
	D	9,03	6T14
	E	8,38	6T14
2	A	7,48	6T16
	B	10,67	6T16
	C	10,47	6T16
	D	10,49	6T16
	E	8,95	6T16
1	A	8,26	6T16
	B	9,59	6T16
	C	9,26	6T16
	D	9,26	6T16
	E	9,22	6T16

PORTIQUE B

NIV.	appuis	Moments (tm)	A (cm ²)
7	1(8)	1,74	4T14
	2(7)	2,16	4T14
	3(6)	1,35	4T14
	4(5)	1,37	4T14
	1(8)	1,88	4T14
6	2(7)	2,31	4T14
	3(6)	2,62	4T14
	4(5)	1,84	4T14
5	1(8)	2,64	4T14
	2(7)	3,58	4T14
	3(6)	4,07	4T14
	4(5)	2,41	4T14
4	1(8)	3,47	4T14
	2(7)	4,82	4T14
	3(6)	5,49	4T14
	4(5)	4,57	4T14
3	1(8)	4,47	6T14
	2(7)	9,11	6T14
	3(6)	7,2	6T14
	4(5)	7,17	6T14
2	1(8)	5,15	6T14
	2(7)	7,32	6T14
	3(6)	8,35	6T14
	4(5)	6,44	6T14
1	1(8)	6,72	6T14
	2(7)	7,30	6T14
	3(6)	7,91	6T14
	4(5)	7,74	6T14

PORTIQUE A

NIV.	Appuis	Moments (t.m)	A(aut)
7	4	1,35	4T14
	5	1,35	4T14
6	4	2,96	4T14
	5	2,96	4T14
5	4	4,57	4T14
	5	4,57	4T14
4	4	6,15	4T14
	5	6,15	4T14
3	4	8,05	4T14
	5	8,05	4T14
2	4	9,33	4T14
	5	9,33	4T14
1	4	10,35	4T14
	5	10,35	4T14

Remarque :

Ses efforts déterminés donnent un pourcentage d'armature inférieur à celui donné par le minimum R.P.A.

On ferraillera donc toutes les travées de tous les portiques avec 4T14.

FERRAILLAGE DES POTEAUX

Les poteaux seront calculés en flexion composée sous un effort normal N et un moment fléchissant M en tête et à la base du poteau dans les deux sens transversal et longitudinal.

Le % minimum d'armatures imposé par le R.P.A est $1\% S = 30,25 \text{ cm}^2$.

Le % maximum d'armatures imposé par le R.P.A est $4\% S = 121 \text{ cm}^2$.

Les efforts dans le sens transversal étant nettement prépondérant, alors on calculera les armatures dans le sens transversal et on les adoptera pour l'autre sens.

SENS TRANSVERSAL : Poteau C_2 :

NIV	$N_{max} (t)$	$M_{corr} (t.m)$	$A(\text{cm}^2)$	NIV	$N_{min} (t)$	$M_{corr} (t.m)$	$A(\text{cm}^2)$
7	10,67	4,57	4T25 + 4T20	7	7,73	1,84	4T25 + 4T20
6	21,22	7,20	4T25 + 4T20	6	14,19	4,33	4T25 + 4T20
5	34,75	7,85	4T25 + 4T20	5	23,28	7,85	4T25 + 4T20
4	48,15	7,14	4T25 + 4T20	4	31,74	7,14	4T25 + 4T20
3	61,54	10,36	4T25 + 4T20	3	40,19	10,36	4T25 + 4T20
2	75,18	10,62	4T25 + 4T20	2	48,89	10,62	4T25 + 4T20
1	88,70	11,13	4T25 + 4T20	1	57,47	11,13	4T25 + 4T20

MÉTRÉ

Le métré est une opération qui consiste à déterminer les quantités des matériaux (acier, béton, brique) entrant dans la construction d'un ouvrage, et par conséquent le prix de revient de cet ouvrage.

L'acier est calculé en kg/m³ de béton.

Le béton en m³.

Plancher à corps creux, cloisons et murs de façades en m².

Pour pouvoir faire une comparaison entre les quantités d'acier des différents éléments de la structure, on a calculé la densité moyenne dans chaque élément et pour chaque niveau.

Densité moyenne (par type d'élément, et par niveau) est définie comme suit:

à 1 niveau donné k : x_k : mètre cube de béton } $\omega_k = \frac{P_k}{x_k}$
 P_k : kg acier

l'ensemble : $\omega = \frac{\sum P_k}{\sum x_k} = \frac{\sum \text{poids d'aciers}}{\sum \text{volume béton}}$

I. VOILES:

NIVEAUX	Entrecaux (kg/m ³)	Trumeaux (kg/m ³)	voiles (kg/m ³)	m ³ béton (voiles + plancher)
1	230	77	85	96
2	230	77	85	96
3	204	77	84	90
4	204	77	84	90
5	185	77	82	90
6	185	78	83	80
7	185	78	83	80

min = 76
max = 431

min = 74
max = 82

min = 74
max = 105

II. PORTIQUES

densité d'aciérs:

max: 194
min: 123

max: 191,5
min: 121,5

Élémt niv.	Poteaux	Poutres ppales	Poutres sdaires	mojeune
7	171,7	153	127	151
6	171,7	153	127	151
5	171,7	148	125	148
4	171,7	156	125	148
3	171,7	165	153	163
2	171,7	171	153	165
1	171,7	171	156	166

Quantité des autres matériaux:

Élémt Niv.	Béton (m ³)	Plancher (16+4) (m ²)	Mazonnarie double cloison (m ²)	Mazonnarie Simple cloison (m ²)
7	47	240,18	107,50	153,6
6	47	240,18	107,50	153,6
5	50,8	274,74	80,30	175,3
4	50,8	274,74	80,30	175,3
3	50,8	274,74	80,30	175,3
2	54,63	309,30	45,30	195,6
1	54,63	309,30	45,40	195,6

COUT DE LA SUPERSTRUCTURE

Les prix unitaires sont fixés comme suit :

- m^3 béton superstructure : 3000,00 DA / m^3
- m^2 de plancher (16+4) : 500,00 DA / m^2
- m^2 maçonnerie (double cloison) : 350,00 DA / m^2

Coût de la superstructure (en portiques) :

Coût de la superstructure (en voiles) :

NIV	Béton (DA)	Plancher (DA)	Murs doubles (DA)	Murs simples (DA)	Total (DA)
7	141 000	120 090	37 625	38 400	337.115
6	141 000	120 090	37 625	38 400	337.115
5	152 400	137 370	28 105	43 825	361.700
4	152 400	137 370	28 105	43 825	361.700
3	152 400	137 370	28 105	43 825	361.700
2	163 890	154 650	15 890	48 900	383.330
1	163 890	154 650	15 890	48 900	383.330

Coût : T = 2.525.990,00 DA

Niv.	m^3 béton	Béton (DA)
7	80	240.000
6	80	240.000
5	90	270.000
4	90	270.000
3	90	270.000
2	96	288.000
1	96	288.000

Coût : T = 1.866.000,00 DA

CONCLUSION

1) Les linteaux sont les éléments qui ont consommé le plus d'acier avec un maximum de 431 kg/m^3 , soit du double au triple de la densité d'acier dans les trumeaux.

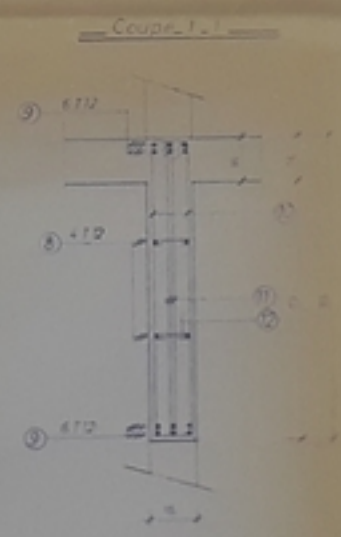
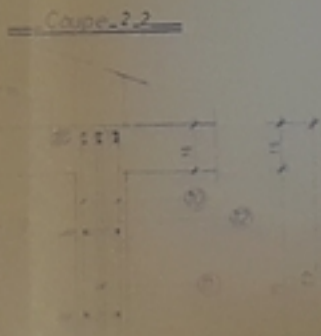
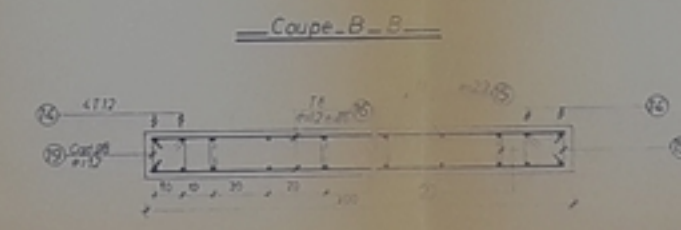
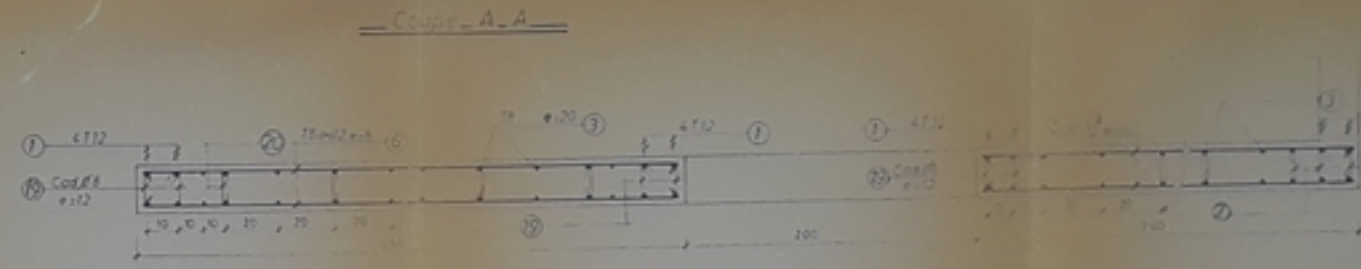
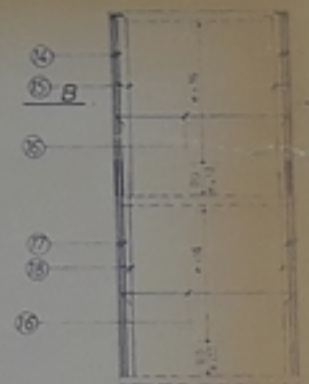
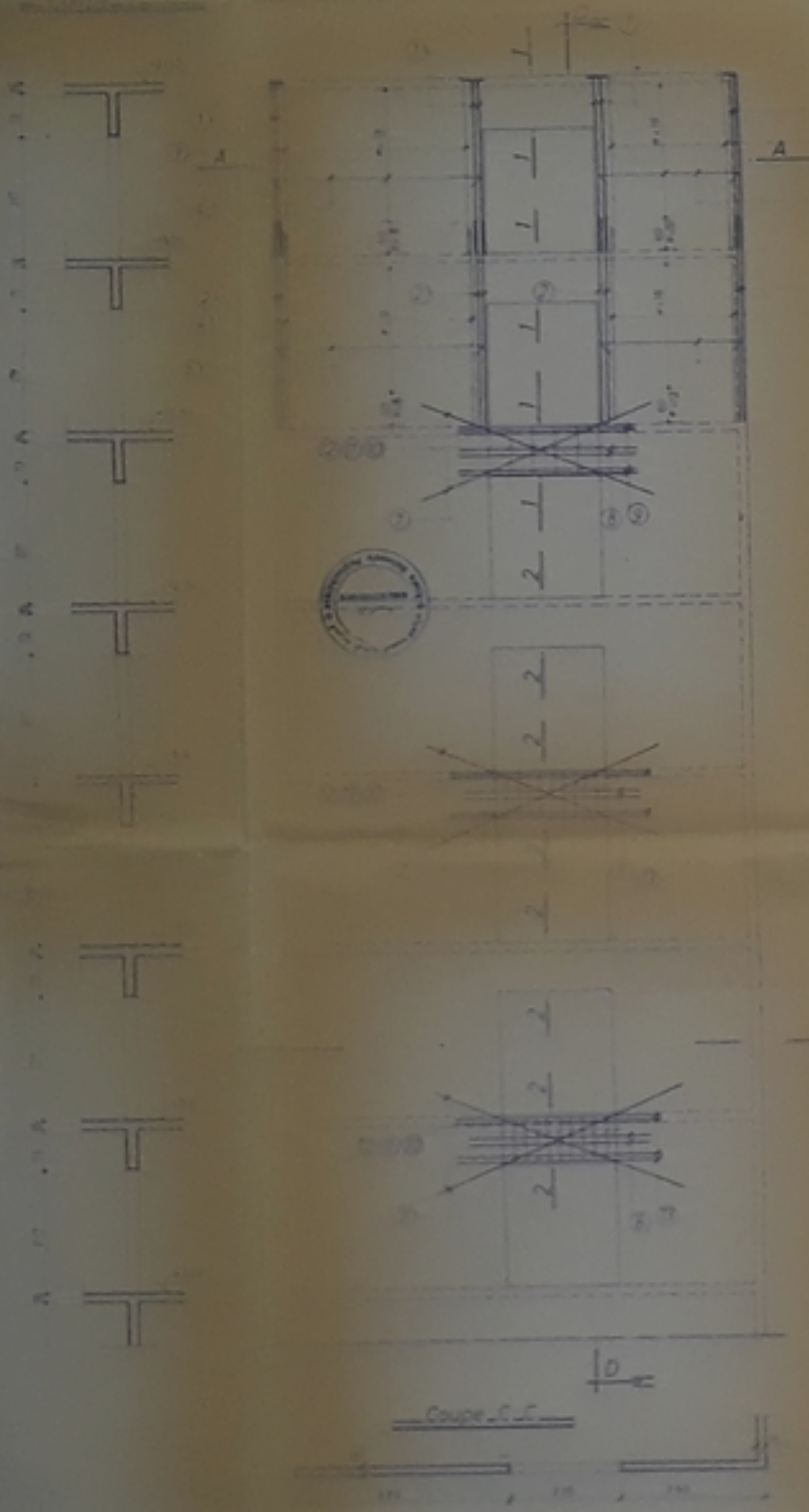
Ceci nous amène à conclure que dans le prédimensionnement et le calcul des structures en voiles, une attention toute particulière doit être donnée à ces éléments du fait de leur dimensions petites et des efforts de cisaillement important qu'ils supportent.

2) Le coût de la superstructure en voile étant inférieur d'environ 30% du coût de la superstructure autostable. Ceci nous amène à conclure que dans notre cas le choix de la superstructure en voile est judicieux.

Néanmoins, cette conclusion ne peut être définitive vu que d'autres paramètres peuvent intervenir à savoir la sécurité, la disponibilité des moyens de réalisation et les capacités technologiques du réalisateur.

Page VI.3 VI.4

Page VI.4

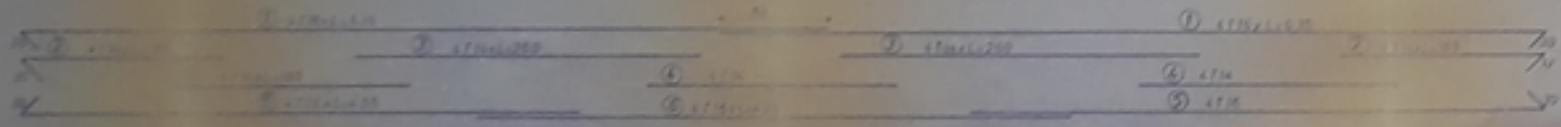
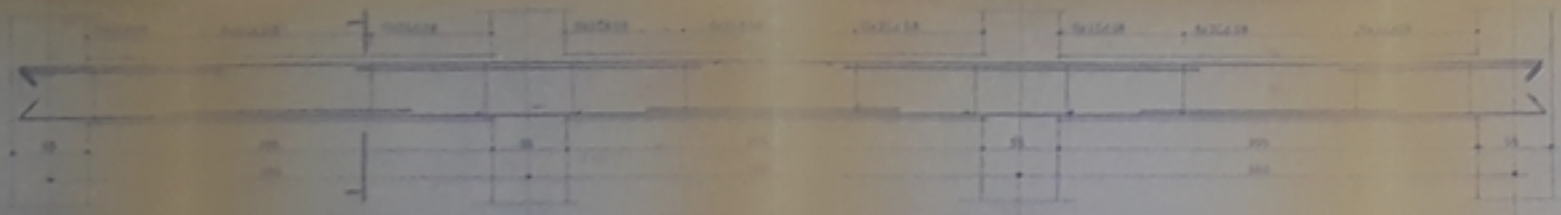


NOMENCLATURE

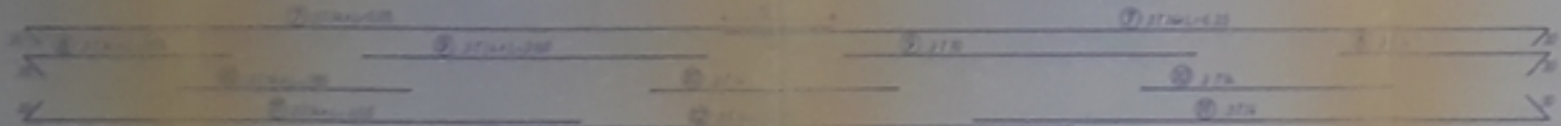
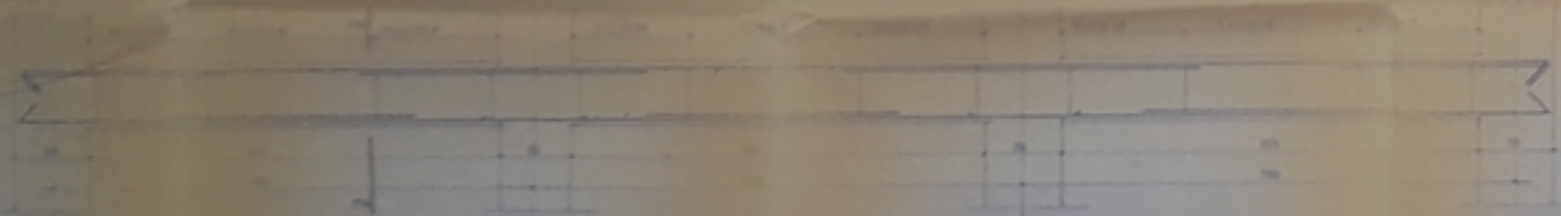
Quantité	Designation	Description	Quantité
1	4T12	Barres d'acier	10
2	4T12	Barres d'acier	10
3	4T12	Barres d'acier	10
4	4T12	Barres d'acier	10
5	4T12	Barres d'acier	10
6	4T12	Barres d'acier	10
7	4T12	Barres d'acier	10
8	4T12	Barres d'acier	10
9	4T12	Barres d'acier	10
10	4T12	Barres d'acier	10
11	4T12	Barres d'acier	10
12	4T12	Barres d'acier	10
13	4T12	Barres d'acier	10
14	4T12	Barres d'acier	10
15	4T12	Barres d'acier	10
16	4T12	Barres d'acier	10
17	4T12	Barres d'acier	10
18	4T12	Barres d'acier	10
19	4T12	Barres d'acier	10
20	4T12	Barres d'acier	10

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
 DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL
 FERRAILLAGE DES ELEMENTS

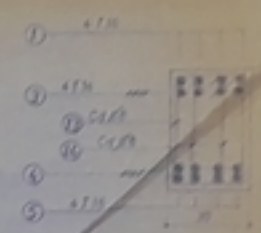
POUTRE N° 306 - 1930



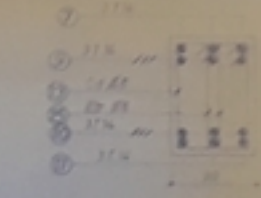
POUTRE N° 1274 - 1930



Coupe 1-1



Coupe 2-2



Reinforcement Des Poutres en Vue Développée



22 5/8 80

