6/90

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

2ex

DEPARTEMENT : Génie Civil

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE D'UN BATIMENT (R+8+S.S)

STRUCTURE AUTOSTABLE

Proposé par : C.T.C

Etudié par : BOUZAR BRAHIM
FELLAH MOHAMED

Dirigé par : M^me CHIKH

PROMOTION : Juin 90

E.N.P. 10. Avenue Hacene Badi – EL-HARRACH – ALGER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

بسم الله الرحمن الرحيم

وقل رب زدني علما

- دعاء -

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement, notre promoteur Mme CHIKH pour les conseils et le soutient morale qu'elle n'a cessé de nous prodiguer durant toute la période de réalisation de ce travail.

Que tous les enseignants, qui ont contribué à notre formation trouvent ici notre simpathie et reconnaissance.

Nous remerçions également, monsieur ABBAS du C.T.C pour son aide precieuse. Aussi nous remerçions tous nos amis pour l'ambiance amicale qu'ils nous ont créée.

DEDICACES

Je dédie ce travail,

A mes chers parents

A mes frères et soeurs

A toute ma famille

A mes amis

Brahim

Je dedié ce travail, à ma famille et à tous mes amis

MOHAMED

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

SOMMAIRE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

CHAPITRE 1: PRESENTATION DE L'OUVRAGE

Présentation de l'ouvrage

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Le présent ouvrage est un batiment (R+8) avec un sous-sol. Ce batiment est à usage d'habitation, il est constitué de (03) blocs A, B, C qui sont séparés par des joints. Nous nous limiterons à l'etude du bloc A.
Cet ouvrage sera implanté à BELHAFEF (ALGER) qui est situé dans une zone de moyenne sismisité (zone II).

STRUCTURE :

La structure est contreventée par portiques dans les (02) sens. Ces portiques reprendront la totalité des charges verticales et horizontales.

L'ouvrage présente quelques particularités à savoir un decrochement en hauteur.

PLANCHER :

Les planchers seront réalisés pour la totalité du batiment avec des dalles pleines d'epaisseur (e = 12 cm).

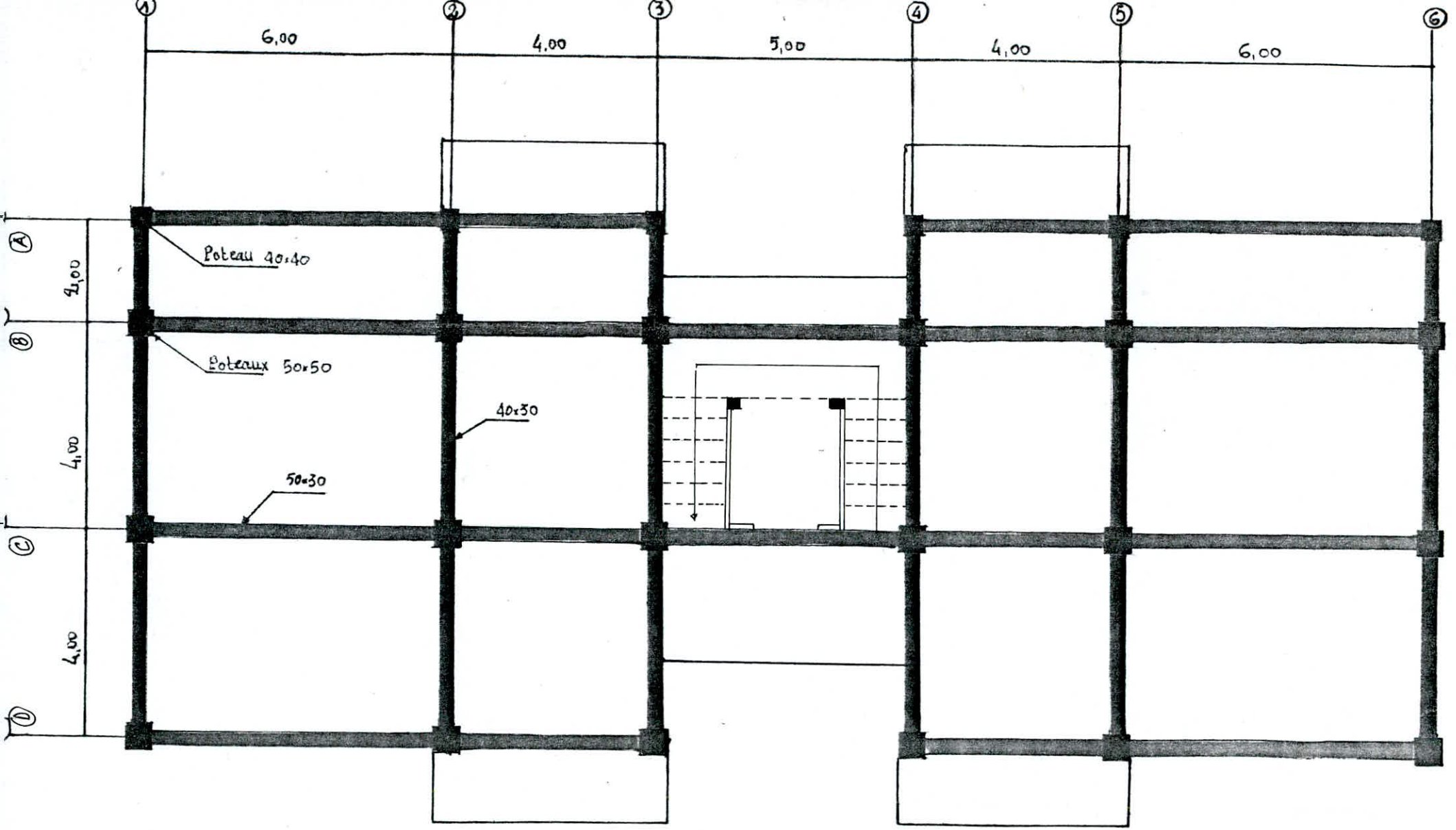
MAÇONNERIE :

Les murs exterieures seront réalisés en doubles cloisons avec les épaisseurs suivantes :

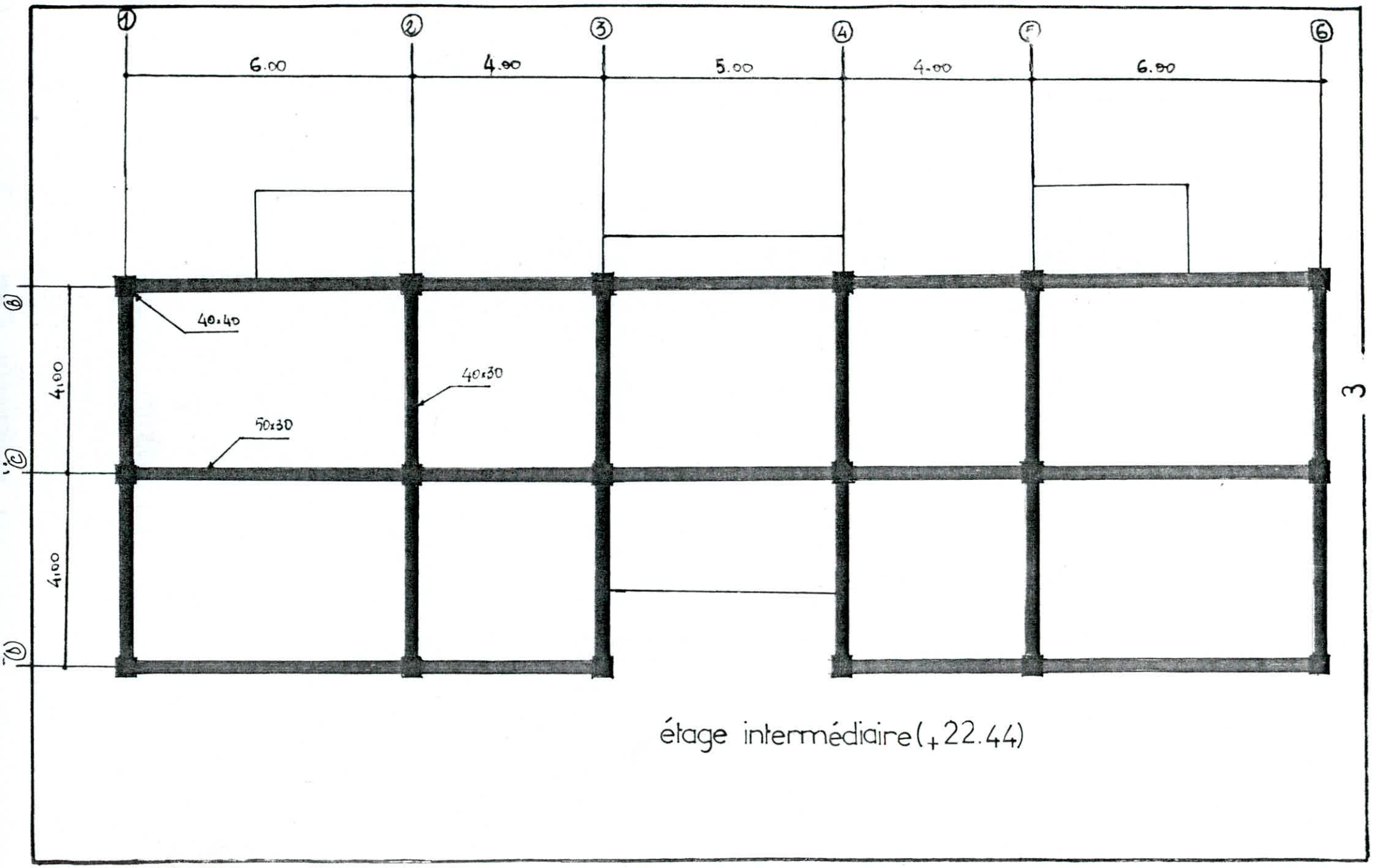
- parois extérieures e = 15 cm
- parois intérieures e = 10 cm
- un vide e = 5 cm

DIMENSIONS DE L'OUVRAGE :

- longueur totale du batiment L = 25,45 m
- largeur totale l = 10.5 m
- hauteur d'etage : * h = 3,06 m (étage courant)
  * h = 4,08 m (plancher R.D.C)
- hauteur totale du batiment H = 30.16 m

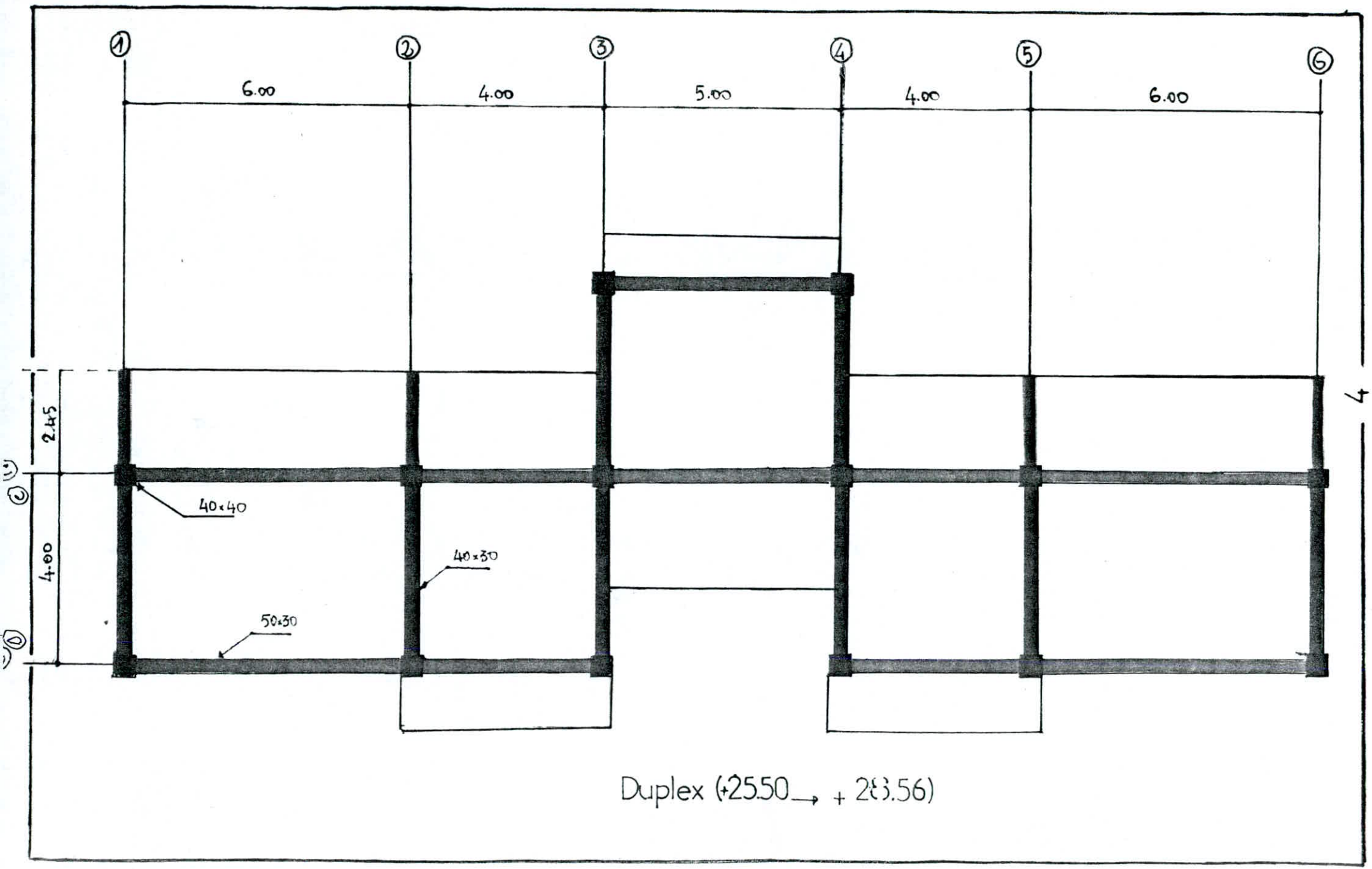


vue en Plan étage courant (niveau 0 → 19.36)



étage intermédiaire (+22.44)

3



Duplex (+25.50 → + 28.56)

CHAPITRE 2: CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX HYPOTHESE DE CALCUL

caractéristiques des matériaux
ET HYPOTHESES DE CALCUL

IIa/ caractéristiques des matériaux

1/ béton

Le béton utilisé est defini du point de vue mécanique par sa résistance à la compression mesurée à 28 jours à partir d'essais effectués sur des éprouvettes cylindriques de diamètre $\phi = 16$ cm et de hauteur $h = 32$ cm.

La résistance caractéristique à la compression à 28 jours est notée f_{c28}

la constitution de notre béton est pour 1 m³ :

- 800 litres de gravier
- 400 litres de sable propre
- 350 Kg de ciment
- 175 litres d'eau.

Cette composition devrait nous donner pour des conditions normales de contrôle une resistance caracteristique $f_{c28} = 25$ MPa.

- la résistance caractéristique en traction est donnée par

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06\, f_{c28} \Longrightarrow f_{t28} = 2.1 \text{ MPA}.$$

- La contrainte limite ultime en compression est :

$$f_{bu} = \frac{0.85 \cdot f_{c28}}{\gamma_b}$$

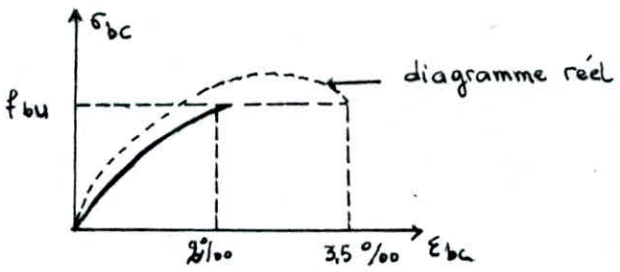
Avec

γ_b : coefficient de sécurité ayant les valeurs suivantes

- $\gamma_b = 1.15$ pour les situations accidentelles
- $\gamma_b = 1.50$ pour les autres cas (situations durables).

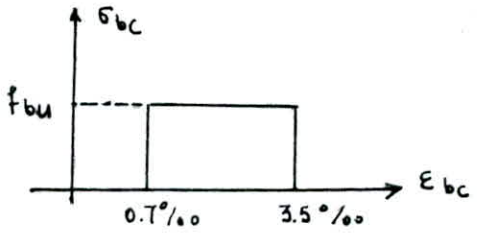
- <u>Diagramme de calcul</u> (contrainte - déformation)

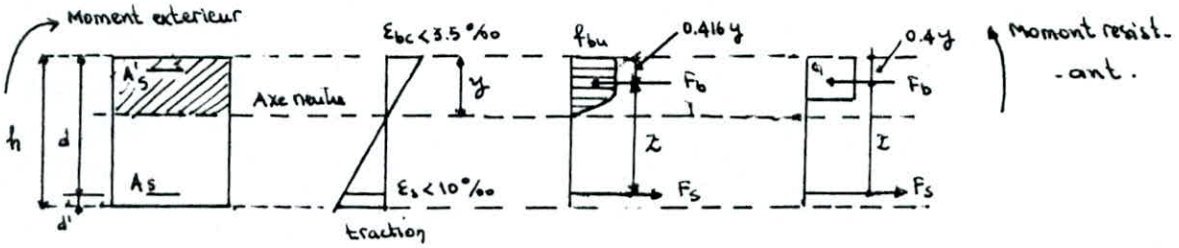
le diagramme utilisé dans tous les cas de calcul est le diagramme dit " Parabole - rectangle" . (fig 1).



(fig 1).

lorsque la section considérée n'est pas entièrement comprimée, le calcul si l'état limite ultime est effectué selon un diagramme rectangulaire simplifié (fig 2)



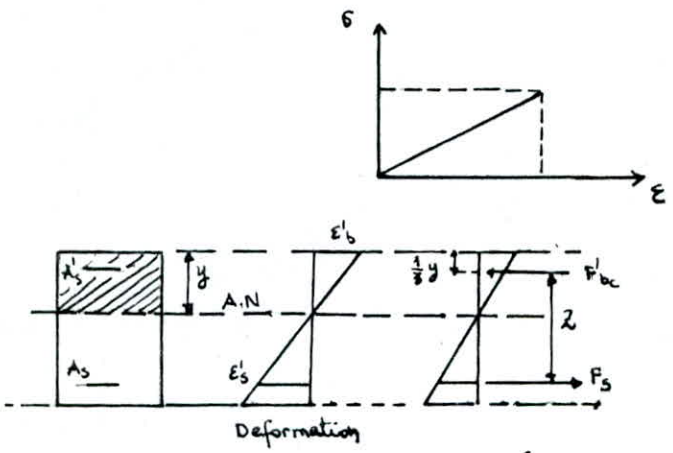


(fig 2)

- la contrainte limite de service en compression est donnée par

$$\overline{\sigma}_{bc} = 0.6\, f_{c28} \Longrightarrow \overline{\sigma}_{bc} = 15\ MPA.$$

Le diagramme contrainte-déformation est linéaire.



- La contrainte ultime de cisaillement est donnée par :

$\bar{\tau}_u = \text{Min}\ (0.10\, f_{c28}\ ;\ 3\ \text{MPA})$: pour une fissuration préjudiciable

- Module de déformation longitudinal :

pour un chargement de courte durée ($t < 24\,h$) et un âge de $j < 24^H$

$$E_{ij} = 11000\, f_{cj}^{1/3} \Longrightarrow E_{i28} = 11000\, f_{c28}^{1/3} = 32164\ \text{MPA}$$

$$E_{i28} = 32164\ \text{MPA}$$

- Le coefficient de Poisson est donné par

$\mu = 0$ à l'E.L.U

$\mu = 0.2$ à l'E.L.S

② ACIER

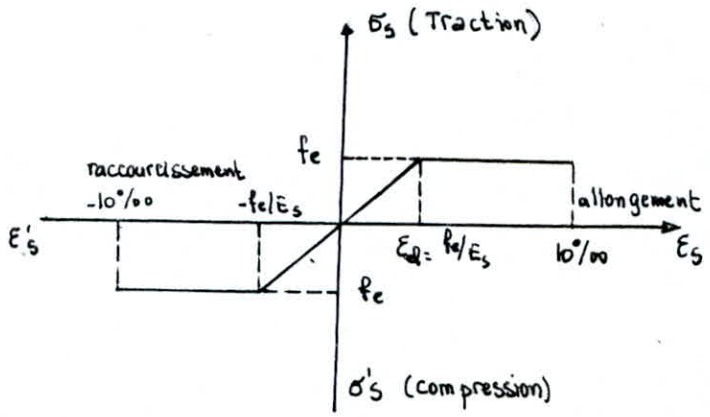
- Résistance caractéristique :

Le caractère mécanique de référence de l'acier est la valeur de sa contrainte élastique (f_e) qui dépend de la nature de l'acier.

L'acier utilisé est du type 1

FeE40 : Acier à haute adhérence $f_e = 400\ \text{MPa}$

- Diagramme contraintes - déformations.



A l'E.L.U, On introduit un facteur de sécurité γ_s qui a les valeurs suivantes : $\gamma_s = 1$ situation accidentelle

$\gamma_s = 1.15$ situation durable

- Module d'élasticité :

Le module d'élasticité de l'acier est pris égal à $E_s = 2 \times 10^5$ MPa.

- Coefficient de Poisson

$$\mu = 0.3$$

- La fissuration étant préjudiciable, donc les contraintes à l'E.L.S sont données par

$\bar{\sigma}_s = \text{Min}\left[\frac{2}{3} f_e, 150\eta\right]$ avec η : coefficient de fissuration

$\eta = 1.6$.

$\Rightarrow \bar{\sigma}_s = 240$ MPA.

IIb/ hypothèses de calcul

Les calculs à l'état limite ultime (E.L.U) sont conduits suivant les hypothèses ci-dessous :

a/ Au cours de la déformation d'une poutre sous l'action d'un système quelconque de forces extérieures, les sections droites restent planes et conservent leurs dimensions (Principe de Bernoulli).

b/ la résistance du beton tendu est considérée comme nulle

c/ Par suite de l'adhérence, chaque armature subit la même variation linéaire que le béton situé à son niveau.

d/ Le raccourcissement relatif du béton est limité à :

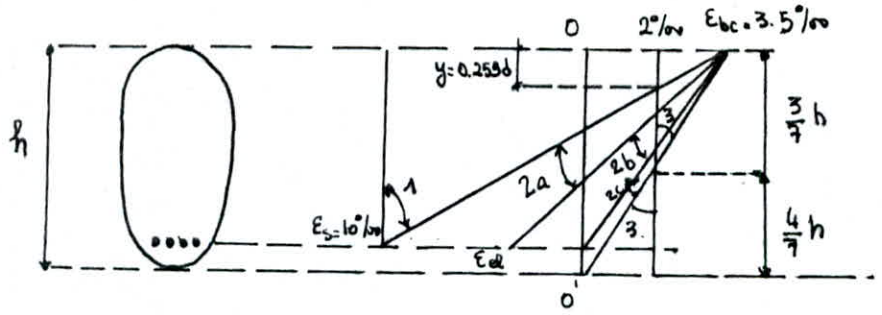
$\varepsilon_{bc} = 3.5\,‰$ en flexion

$\varepsilon_{bc} = 2\,‰$ en compression.

e/ L'allongement relatif de l'acier tendu est limité à :

$\varepsilon_s = 10\,‰$

f) Règle des 03 pivots : le dimensionnement à l'E.L.U est conduit en supposant que le diagramme de déformation passe par l'un des 03 pivots A, B ou C. chacun d'eux définissant une région (fig 3).



(fig 3).

.Pivot A : (Region 1) :

L'allongement de l'acier tendu est de 10‰.

la section est soumise à la traction ou à la flexion simple ou composée

sans épuisement de la résistance du béton

. Pivot B (Région 2) :

Le raccourcissement du béton est de 3.5°/oo, la section est soumise à la flexion simple ou composée.

. Pivot C (Région 3) :

Le raccourcissement du béton au niveau du point C est de 2°/oo. la section est soumise à la flexion composé ou à la compression

CHAPITRE 3: CHARGES ET SURCHARGES

Charges ET Surcharges

a) Plancher Terrasse (inaccessible)

* charges permanentes

- protection gravillons (5 cm) ---------- 0.05 × 1500 = 75 kg/m²
- Etancheité multicouche ---------- = 12 " "
- pare-vapeur ---------- = 5 " "
- Isolation thermique ---------- = 5 " "
- Forme de pente (1.5 %) ---------- = 253 "
- poids propre de la dalle ---------- 2500 × 0.12 = 300 " "
- Enduit de plâtre ---------- 1500 × 0.02 = 30 " "

649 kg/m²

* surcharge d'exploitation ---------- = 100 kg/m².

b) Plancher étage courant (usage d'habitation).

* charges permanentes

- Carrelage ---------- 2200 × 0.02 = 44 kg/m²
- Mortier de pose ---------- 2200 × 0.02 = 44 " "
- Sable ---------- 1700 × 0.02 = 34 " "
- cloisons ---------- = 75 " "
- Enduit de plâtre ---------- 1500 × 0.02 = 30 " "
- poids propre de la dalle ---------- 2500 × 0.12 = 300 " "

I = 527 kg/m²

* Surcharge d'exploitation ---------- = 175 kg/m².

c| Terrasse accessible

* charges permanentes :

. carrelage	2200×0.02	= 44 kg/m²
. Etanchéité multicouche		= 12 " "
. pare-vapeur		= 5 " "
. Isolation thermique		= 5 " "
. forme de pente (1.5%)		= 253 " "
. poids propre de la dalle	2500×0.12	= 300 " "
. Enduit de plâtre	1500×0.02	= 30 " "

Σ = 649 kg/m²

* surcharge d'exploitation ——— = 200 kg/m².

d| Plancher R.D.C (usage commercial)

* charges permanentes

. carrelage	2200×0.02	= 44 kg/m²
. Mortier	2200×0.02	= 44 " "
. Sable	1700×0.02	= 34 " "
. poids propre de la dalle	2500×0.12	= 300 " "
. Enduit de plâtre	1500×0.02	= 30 " "
. cloisons		= 75 " "

Σ = 527 kg/m²

* surcharge d'exploitation ——— = 400 kg/m².

e/ Balcon

* charges permanentes :

. Carrelage + mortier _____ = 84 kg/m²

. dalle pleine _____ 2500 × 0.12 = 300 " "

. enduit de plâtre _____ = 30 " "

. garde-corps _____ = 100 " "

Σ = 514 kg/m²

* surcharge d'exploitation _____ 250 kg/m².

f/ Acrotère

* charges permanentes :

. poids propre _____ 2500 × 0,1 = 250 kg/m²

* surcharge d'exploitation _____ 100 kg/ml.

g/ Remplissage :

. Paroi extérieure (e = 15 cm) _____ 0.15 × 1400 = 210 kg/m²

. Paroi intérieure (e = 10 cm) _____ 0.10 × 1400 = 140 " "

. Enduit extérieur _____ 0.02 × 2000 = 40 " "

. Enduit intérieur _____ 0.02 × 1500 = 30

Σ = 420 kg/m².

h/ Escalier :

. Paillasse : charges permanentes :

. poids propre de la dalle _____ $2500 \times \frac{0.12}{\cos\alpha}$ = 344.82 kg/m².

. " " des marches _____ $2500 \times \frac{0.17}{2}$ = 212.5 " "

. " " de revêtements _____ = 84 " "

. garde corps _____ = 100 " "

741.32 kg/m².

. surcharge d'exploitation ----- 250 kg/m².

- Palier

. charges permanentes :

. poids propre de la dalle ------ 2500 x 0.12 = 300 kg/m²

. revêtements ------ : 84 " "

. garde corps ------ = 100 " "

Σ : 484 kg/m²

. surcharge d'exploitation : --- 250 kg/m².

CHAPITRE 4: PREDIMENSIONNEMENT

PREDIMENSIONNEMENT

a/ Plancher

L'épaisseur est fonction des dimensions de la dalle, ainsi que des conditions d'appuis ($\rho = \frac{l_x}{l_y}$) avec $l_y \geq l_x$.

Rappel :

- $e \geq \frac{l_x}{20}$: dalles sur appuis simples avec $\rho \leq 0.4$.
- $\frac{l_x}{40} \leq e \leq \frac{l_x}{30}$: dalles continues avec $\rho \leq 0.4$
- $\frac{l_x}{50} \leq e \leq \frac{l_x}{40}$: dalles continues avec $0.4 \leq \rho \leq 1.00$

Dans notre cas $l_x = 4{,}00^{m}$; $l_y = 6.00^{m}$

$$\rho = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4.00}{6.00} = 0.67 > 0.4.$$

Donc

$$\frac{l_x}{50} \leq e \leq \frac{l_x}{40} \Rightarrow \frac{4}{50} \leq e \leq \frac{4}{40} \Rightarrow 0.08 \leq e \leq 0.10$$

pour des raisons de sécurité, on prend $e = 12^{cm}$

$\underline{e = 12 \text{ cm}}$.

b/ Poutres

les poutres sont dimensionnées par les règles qui découlent des limites imposées aux déformations des éléments tout en respectant les dimensions minimales imposées par le RPA 88.

$\frac{l}{15} \leq h \leq \frac{l}{10}$. l : portée de la poutre

Avec h : hauteur de la poutre

$0.3\,h \leq b \leq 0.7\,h$ b : largeur de la poutre

* poutres longitudinales : $l = 6.00$ m

$\frac{6}{15} \leq h \leq \frac{6}{10} \Rightarrow 0.4 \leq h \leq 0.6 \Rightarrow$ on prend $h = 50$ cm

$0.3 \times 50 \leq b \leq 0.7 \times 0.50 \Rightarrow 15 \leq b \leq 35 \Rightarrow$ on prend $b = 30$ cm.

* poutres transversales : $l = 4,00$ m.

$\frac{4}{15} \leq h \leq \frac{4}{10} \Rightarrow 0.26 \leq h \leq 0.4 \Rightarrow$ on prend $h = 40$ cm

$0.3 \times 40 \leq b \leq 0.7 \times 40 \Rightarrow 12 \leq b \leq 28 \Rightarrow$ on prend $b = 30$ cm

les conditions du RPA à savoir :

$h \geq 30$
$b \geq 20$
$h/b < 3$

} en zone II sont respectées.

En résumé :

. poutres longitudinales $h = 50$ cm ; $b = 30$ cm

. poutres transversales $h = 40$ cm ; $b = 30$ cm

c1 Poteaux :

Les poteaux sont dimensionnés en faisant une descente de charges on a adopté les dimensions suivantes :

. Poteaux A (40×40) pour toute la file
. Poteaux B, C, D (50×50)

} jusqu'à la côte 19.38 m

. Poteaux de dimensions (40×40) : pour le reste de la hauteur du batiment.

CHAPITRE 5: CALCUL DES RIGIDITES

calcul des rigidités

Le calcul des rigidités sera fait selon la méthode de MUTO

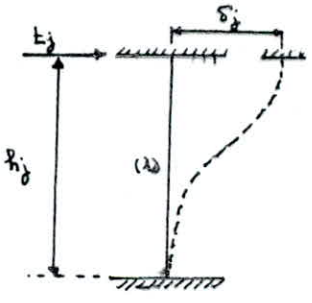
. EXPOSE DE LA MÉTHODE

La méthode de MUTO se prête bien pour les structures contreventées par portiques. Cette méthode est basée sur la rigidité relative de niveau d'un portique. MUTO suggère comme valeur la rigidité avec poteaux parfaitement encastrés multipliée par un coefficient "a" correcteur tenant compte de la flexibilité des poutres arrivant aux noeuds de ce poteau.

. RIGIDITE D'UN POTEAU.

Soit $r_j^{(i)}$ la rigidité d'un poteau (i) faisant partie d'un portique de niveau (j). Ce poteau est supposé encastré à ses deux extrémités. (fig 4)

Sous l'effet d'un effort tranchant t_j Ce poteau va subir une déformation δ_j



(fig 4)

Avec $$\delta_j = \frac{t_j^{(i)}}{r_j^{(i)}}$$

$$\Rightarrow r_j^{(i)} = \frac{t_j^{(i)}}{\delta_j} = 12\,\frac{E\,I_j^{(i)}}{h_j^{(i)3}}$$

posons $$k_j^{(i)} = \frac{I_j^{(i)}}{h_j^{(i)}} \Longrightarrow r_j^{(i)} = 12\,E\,k_j^{(i)} / h_j^{(i)2}$$

Avec $k_j^{(i)}$: rigidité linéaire du poteau (i)

$h_j^{(i)}$: hauteur d'étage (j)

$I_j^{(i)}$: moment d'inertie du poteau (i) par rapport au centre

- de gravité de la section transversale et perpendiculaire à l'effort tranchant $t_j^{(i)}$.

$E = E_i = 11000 \sqrt[3]{f_{c28}}$: module de déformation longitudinale instantanné du béton.

la rigidité corrigée au sens de MUTO du poteau (i) est :

$r_j^{(i)} = a_j^{(i)} r_j^{(i)\infty}$ avec $r_j^{(i)\infty} = 12 E k_j^{(i)} / h_j^{(i)2}$.

Où

$a_j^{(i)}$: coefficient correcteur de MUTO qui est fonction de la raideur du poteau (i) et des poutres aboutissant à ce poteau.

- RIGIDITE RELATIVE DE NIVEAU CORRIGEE D'UN PORTIQUE

La rigidité relative de niveau d'un portique est donnée par :

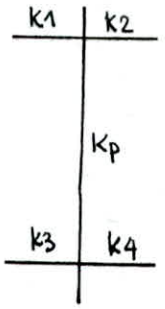
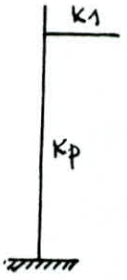
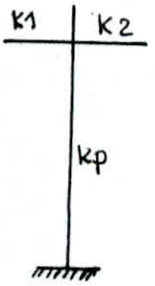
$$R_j = \sum_{i=1}^{n} r_j^{(i)} = \frac{12E}{h_j^{(i)2}} \cdot \sum_{i=1}^{n} a_j^{(i)} k_j^{(i)} \quad : \quad h_j^{(i)} = cte.$$

- RIGIDITE RELATIVE DE NIVEAU CORRIGEE.

$$\mathcal{R}_j = \sum_{k=1}^{n} R_j^k$$ avec n: nombre de portiques dans un sens au niveau (j).

N.B : les rigidités sont calculées dans le sens longitudinal et transversal.

- VALEURS DU COEFFICIENT CORRECTEUR "a".

	ETAGE COURANT		NIVEAU R.D.C	
	Poteaux de rives	Poteaux intermédiaires	Poteaux de rives	Poteaux intermédiaires
				
$\bar{k}$	$\frac{(k1+k2)}{2kp}$	$\frac{(k1+k2+k3+k4)}{2kp}$	$\frac{k1}{kp}$	$\frac{(k1+k2)}{kp}$
a	$\frac{\bar{k}}{(2+\bar{k})}$		$\frac{(0.5+\bar{k})}{(2+\bar{k})}$	

Les valeurs des rigidités des poteaux, des portiques et de niveaux sont regroupées dans les tableaux (N° 1 et 2) pour le sens longitudinal et (3 et 4) pour le sens transversal

• DETERMINATION DU CENTRE DE TORSION . CENTRE DE MASSE . RIGIDITE A LA TORSION .

• CENTRE DE TORSION C_j A L'ETAGE (j).

par rapport à un repère arbitraire (x o y) (fig 5), les coordonnées du centre de torsion "cj" à l'etage "j" sont donnés par :

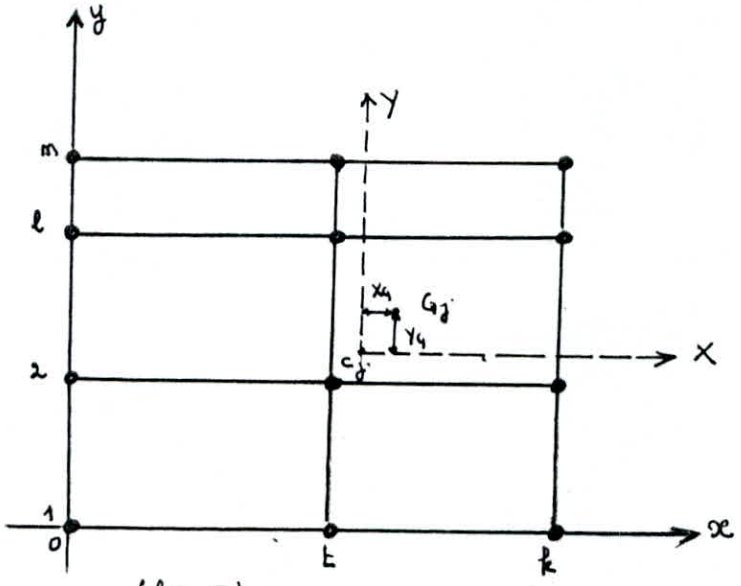
$$x_{cj} = \frac{\sum_{t=1}^{t=k} R_{jy}^{(t)} \, x_j^{(t)}}{\sum_{t=1}^{t=k} R_{jy}^{(t)}} \quad ; \quad y_{cj} = \frac{\sum_{l=1}^{l=m} R_{jx}^{(l)} \cdot y_j^{(l)}}{\sum_{l=1}^{l=m} R_{jx}^{(l)}}$$

l'axe "Ox" est pris suivant le sens longitudinal

l'axe "oy" est pris suivant le sens transversal.

$x_j^{(t)}$: position d'un portique transversal de l'etage "j" par rapport à "oy"

$y_j^{(l)}$: position d'un portique longitudinal de l'etage "j" par rapport à "Ox"



(fig 5)

. CENTRE DE MASSE :

Par rapport au même repère $(x\,o\,y)$, les coordonnées du centre de masse sont données par :

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^{k} m_i x_i}{\sum_{i=1}^{k} m_i} \quad ; \quad y_G = \frac{\sum_{i=1}^{m} m_i y_i}{\sum_{i=1}^{m} m_i} .$$

. EXCENTRICITE :

Sens longitudinal : $e_x = X_G = x_G - x_c$

Sens transversal : $e_y = Y_G = y_G - y_c$

Toutefois le RPA88 éxige une éxcentricité accidentelle à chaque niveau et dans les 02 sens (article 3.3.5). Elle est égale à la plus grande des "02" valeurs suivantes :

- 5 % de la plus grande dimension du batiment à ce niveau
- e_x (ou e_y) calculé.

. RIGIDITE A LA TORSION :

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

où

$R_{j\theta}$: rigidité à la torsion de l'etage "j"

x_j : distance d'un portique transversale par rapport à l'axe CY

y_j : distance d'un portique longitudinal par rapport à l'axe CX

les valeurs du centre de torsion, centre de masse, excentricité, rigidité à la torsion sont groupées dans le tableau (N°=5)

Rigidité des Poteaux

Sens longitudinal (tableau 1)

Niveau	hauteur d'étage	N° de poteaux	$\Sigma K_t (10^{-4})[m^3]$	$K_p (10^{-4})[m^3]$	$\bar{K}$	a	r_{ij} (MN/m)
10	1.6	B3 - B4	12.5	13.33	0.469	0.190	31,185
		C3 - C4	20.31	13.33	0.762	0.276	55.469
9	3.06	C1 - C6 D1 - D6	10.42	6.97	0.747	0.272	7.815
		C2 - C5 D2 - D5	26.04	6.97	1.868	0.483	13.876
		C3 - C4	28.12	6.97	2.017	0.502	14.429
		D3 - D4	25.62	6.97	1.12	0.359	10.317
		B3 - B4	12.50	6.97	0.897	0.309	8.897
8	3.06	C1 - C6 D1 - D6	10.42	6.97	0.747	0.272	7.815
		D3 - D4	15.62	6.97	1.12	0.359	10.317
		C2 - C5 D2 - D5	26.04	6.97	1.868	0.483	13.876
		C3 - C4	28.12	6.97	2.017	0.502	14.429
		B3 - B4	20.31	6.97	1.457	0.421	12.11
7	3.06	B1 - B6 ; C1 - C6 D1 - D6	10.42	6.97	0.747	0.272	7.815
		B2 - B5 ; C2 - C5 D2 - D5	26.04	6.97	1.868	0.483	13.876
		B3 - B4 , C3 - C4	20.31	6.97	1.457	0.421	12.11
		D3 - D4	15.62	6.97	1.12	0.359	10.317
6 ... 2	3.06	A1 - A6	10.42	6.97	0.747	0.272	7.815
		A2 - A5	26.04	6.97	1.868	0.483	13.876
		A3 - A4	15.62	6.97	1.12	0.359	10.317
		B1 - B6 , C1 - C6 D1 - D6	10.42	17.02	0.306	0.133	9.331
		B2 - B5 , C2 - C5 D2 - D5	26.04	17.02	0.765	0.277	19.409
		B3 - B4 C3 - C4	28.12	17.02	0.826	0.292	20.507
		D3 - D4	15.62	17.02	0.459	0.186	13.091
1	4.08	A1 - A6	5.21	5.23	0.996	0.499	6.048
		A2 - A5	13.02	5.23	2.489	0.666	8.073
		A3 - A4	7.81	5.23	1.493	0.571	6.921
		B1 - B6 , C1 , C6 D1 - D6	5.21	12.76	0.408	0.337	11.158
		B2 - B5 , C2 - C5 D2 - D5	13.02	12.76	1.020	0.503	14.887
		B3 - B4 , C3 - C4	14.06	12.76	1.102	0.516	15.272
		D3 - D4	7.81	12.76	0.612	0.426	12.608

Rigidité de (niveaux + Portique)

Sens Longitudinal (tableau 2)

NIVEAU	PLAN DE CONT.-REVENTEMENT	y_i (m)	RIGIDITE DE PORT.-TIQUES $R_i(x)$ [MN/m]	RIGIDITES DE NIVEAU R [MN/m]
10	A	10	0	
	B	8	62.370	173.308
	C	4	110.938	
	D	0	0	
9	A	10	0	
	B	8	17.794	154.05
	C	4	72.240	
	D	0	64.016	
8	A	10	0	
	B	8	24.220	160.476
	C	4	72.240	
	D	0	64.016	
7	A	10	0	
	B	8	67.602	199.220
	C	4	67.602	
	D	0	64.016	
6 ↓ 2	A	10	64.016	
	B	8	98.484	344.666
	C	4	98.484	
	D	0	83.662	
1	A	10	42.084	
	B	8	82.634	284.658
	C	4	82.634	
	D	0	77.306	

Rigidité des Poteaux

Sens Transversal (tableau 3)

NIVEAU	N° POTEAUX	$\Sigma K_E (10^{-4})[m^4]$	$\Sigma K_P (10^{-4})[m^3]$	$\bar{K}$	a	r_{ij} [MNlm]
10	B3 - B4 C3 - C4	8	13.33	0.3	0.130	26.127
9	C1 - C2 D1 - D2 D3 - D4 B3 - B4 D5 - D6 C5 - C6	8	6.97	0.574	0.223	6.407
	C3 - C4	16	6.97	1.148	0.365	10.486
8	C1 - C2 C5 - C6	12	6.97	0.860	0.300	8.620
	D1 → D6 B3 — B4	8	6.97	0.574	0.223	6.407
	C3 - C4	16	6.97	1.148	0.365	10.486
7	D1 ---→ D6	8	6.97	0.574	0.223	6.407
	C1 ---→ C6	16	6.97	1.148	0.365	10.486
	B1 ---→ B6	16	6.97	1.148	0.365	10.486
6 ... 2	A1 ---→ A6	16	6.97	1.148	0.365	10.486
	B1 ---→ B6	24	17.02	0.705	0.260	18.240
	C1 ---→ C6	16	17.02	0.47	0.190	13.330
	D1 ---→ D6	8	17.02	0.235	0.105	16.135
1	A1 ---→ A6	8	5.23	1.530	0.570	6.910
	B1 ---→ B6	12	12.76	0.940	0.490	14.50
	C1 ---→ C6	8	12.76	0.627	0.429	12.692
	D1 ---→ D6	4	12.76	0.313	0.351	10.384

Rigidité de (Portique + niveau)
Sens Transversal (tablea 4)

NIVEAU	PLANS DE CONTR-EVENTEMENTS	X_j (m)	RIGIDITES DES PORTIQUES R_{iy} (MN/m)	RIGIDITE DE NIVEAU R (MN/m)
10	3	10	52,254	104,508
	4	15	52.254	
9	1	0	12.814	97.858
	2	6	12.814	
	3	10	23.3	
	4	15	23.3	
	5	19	12.814	
	6	25	12.814	
8	1	0	15.027	106.708
	2	6	15.027	
	3	10	23.3	
	4	15	23.3	
	5	19	15.027	
	6	25	15.027	
7	1	0	27.379	164.274
	2	6	27.379	
	3	10	27,379	
	4	15	27.379	
	5	19	27.379	
	6	20	27.379	
6 ↓ 2	1	0	58.175	349.05
	2	6	58.175	
	3	10	58.175	
	4	15	58.175	
	5	19	58.175	
	6	25	58.175	
1	1	0	44.486	266.916
	2	6	44.486	
	3	10	44.486	
	4	15	44.486	
	5	19	44.486	
	6	25	44.486	

NIVEAU	x_c (m)	y_c (m)	x_G (m)	y_G (m)	e_x (m)	e_y (m)	5% L (m)	$R_{j\theta}$
10	12.5	5.44	12.5	5.162	0	-0.278	1.25	1291,964
9	12.5	2.80	12.5	3.616	0	0.816	1.25	6465.476
8	12.5	3.00	12.5	3.398	0	0.398	1.25	7510.853
7	12.5	4.07	12.5	4.256	0	0.186	1.25	13316.556
6	12.5	5.27	12.5	5.136	0	-0.133	1.25	28471.349
5	12.5	5.27	12.5	4.985	0	-2.285	1.25	28471.349
4	12.5	5.27	12.5	5.120	0	-0.15	1.25	28471,349
3	12.5	5.27	12.5	5.120	0	-0.15	1.25	28471.349
2	12.5	5.27	12.5	5.120	0	-0.15	1.25	28471.349
1	12.5	4.96	12.5	5.116	0	-0.15	1.25	22027.695

tableau 5

CHAPITRE 6: ETUDE PSEUDO-DYNAMIQUE

Étude Pseudo_ dynamique

INTRODUCTION :

L'etude sismique a été faite en utilisant la méthode pseudo_ -dynamique. Toute fois, l'utilisation de cette méthode nous amène à considerer certaines hypothèses à savoir :

1/ Les masses sont concentrées au niveau de chaque plancher

2/ Seuls les déplacements horizontaux des noeuds sont pris en compte

3/ Les planchers et les fondations doivent être rigides dans leurs plans.

4/ Le nombre de modes à prendre en compte est tel que la somme des coefficients de participation de ces modes soit au moins égale à 90 %.

Dans notre cas, la somme des trois "03" premiers coefficients dépasse 90% donc d'aprés la 4ème hypothèse, On ne tient compte que des trois premiers modes.

1/ EVALUATION DES CHARGES DE CHAQUE NIVEAU K :

La charge W_K de chaque niveau comprend la totalité des charges permanentes (plancher, poteaux, poutres ... etc), ainsi que 20 % des charges d'exploitations. Les valeurs de W_K sont données sous forme de tableau :

NIVEAU	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Wi [kg] $\times 10^3$	62.070	220.160	226.030	282.046	317.69	318.69	326.422	326422	326.422	327.050

2°/ CALCUL DES CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES (PERIODES ET FORMES PROPRES)

La méthode utilisée pour la détermination des caractéristiques dynamiques de la structure est la méthode de HOLZER.

2.1/ PRINCIPE DE LA METHODE :

c'est une méthode itérative basée sur la notion de rigidité relative de niveau. Elle se prête bien pour le calcul des batiments contreventés par portiques.

Soit un modèle mathématique ayant les mêmes propriétés dynamiques à savoir les périodes de vibrations et les formes modales ; que la structure (fig 6). Supposons que par un moyen quelconque on a imposé un choc à ce modèle. pendant le mouvement, chaque point aura une pulsation ω_1, une fréquence f_1 et une période T_1.
L'allure de la deformée est représenteé sur la (fig 7).
A chaque niveau k et sur chaque masse "m_k" agira une force F_k ayant pour valeur maximale $F_k = m_k \omega_1^2 x_k$.

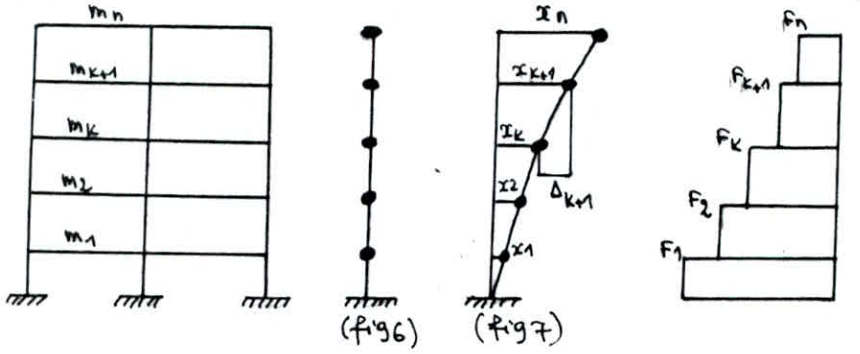
Avec $x(t) = x_k \sin(\omega_1 t + \varphi)$.

$\dot{x}(t) = x_k \omega_1 \cos(\omega_1 t + \varphi) \longrightarrow \ddot{x}(t) = -x_k \omega_1^2 \sin(\omega_1 t + \varphi)$

$\Rightarrow |\ddot{x}|_{max} = x_k \omega_1^2 \Longrightarrow F_k = m \omega_1^2 x_k$.

D'autre part :

$$x_k = x_{k+1} - \Delta_{k+1} \quad \text{avec} \quad \Delta_{k+1} = \frac{T_{k+1}}{R_{k+1}} \quad \text{et} \quad T_{k+1} = \sum_{r=k+1}^{n} F_r$$



(fig 6) (fig 7)

Donc on aura $$x_K = x_{K+1} - \frac{\omega_1^2}{R_{K+1}} \cdot \sum_{r=K+1}^{n} m_r x_r .$$

Où Δ_{K+1} : Déplacement relatif du niveau K+1 par rapport au niveau K

T_{K+1} : effort tranchant qui produit le déplacement Δ_{K+1}.

R_{K+1} : rigidité du niveau K+1.

Le vecteur déplacement x est appelé vecteur propre. A chaque pulsation ω_i est associée une forme propre x_i définie par :

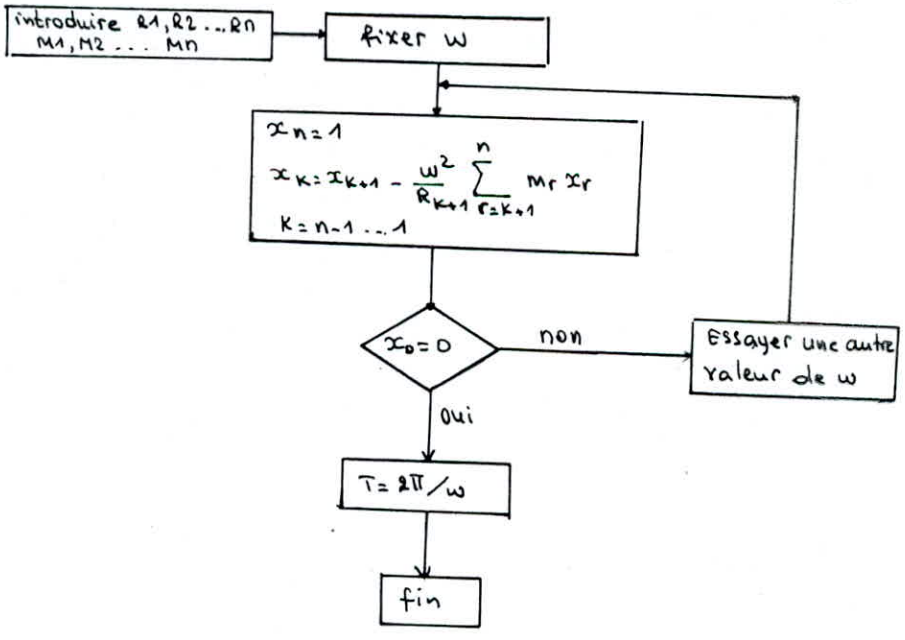
$$x_K = x_{K+1} - \frac{\omega_i^2}{R_{K+1}} \sum_{r=K+1}^{n} m_r x_r .$$

A partir de cette dernière équation, on procède à des itérations avec les conditions aux limites suivantes :

$x(n) = 1$. : déplacement au sommet de la structure.

$x(0) = 0$: déplacement à la base.

La démarche à suivre est donnée sous forme d'organigramme.



Les valeurs des formes et des périodes propres sont données sous forme de tableau.

Formes et Périodes Propres

sens longitudinal

formes Propres

NIVEAU	Wi [kg] $\times 10^3$	Ri [N/m] $\times 10^6$	1er mode $\omega_1^2 = 29.58939$	2eme mode $\omega_2^2 = 189.08759$	3eme mode $\omega_3^2 = 519.15226$
10	62.07	173.308	1.000	1.000	1.000
9	220.16	154.05	0.989	0.932	0.814
8	226.03	160.476	0.936	0.604	0.000897
7	282.046	199.22	0.843	0.128	-0.780
6	317.69	344.666	0.737	-0.289	-0.856
5	318.69	344.666	0.634	-0.480	-0.468
4	326.422	344.666	0.553	-0.587	0.124
3	326.422	344.666	0.437	-0.589	0.656
2	326.422	344.666	0.309	-0.485	0.865
1	327.05	284.658	0.171	-0.295	0.649
Periodes			1.155	0.457	0.276

sens transversal

formes Propres

NIVEAU	Wi [kg] $\times 10^3$	Ri [N/m] $\times 10^6$	1er mode $\omega_1^2 = 28.15802$	2eme mode $\omega_2^2 = 150.07725$	3eme mode $\omega_3^2 = 446.06795$
10	62.07	104.508	1.000	1.000	1.000
9	220.16	97.856	0.983	0.911	0.735
8	226.03	106.708	0.903	0.508	-0.285
7	282.046	164.274	0.776	-0.023	-0.952
6	317.69	349.05	0.655	-0.362	-0.655
5	318.69	349.05	0.582	-0.472	-0.250
4	326.422	349.05	0.494	-0.517	0.257
3	326.422	349.05	0.392	-0.490	0.657
2	326.422	349.05	0.281	-0.393	0.783
1	327.05	266.916	0.162	-0.243	0.582
Periodes			1.184	0.513	0.297

CHAPITRE 7: ETUDE AU SEISME

Evaluation des forces sismiques

. SOLLICITATIONS MODALES :

Les forces sismiques latérales au niveau K pour le mode i sont données par la relation suivante :

$$F_{ki} = \Gamma_i \times A \times B \times Di \times Q \times W_K \times x_{ki}.$$

Les paramètres ci-dessus ont les significations suivantes:

. Γ_i : facteur de contribution du mode i : $\Gamma_i = \dfrac{\left|\sum_{k=1}^{n} W_K x_{ki}\right|}{\sum_{k=1}^{n} W_K x_{ki}^2}$

. A : Coéfficient d'accélération de zone qui dépend du groupe d'usage de la structure et de la zone sismique. Sa valeur est donnée par le tableau 1 (Article 3.2.1.3.1) du RPA 88

. Di : Facteur d'amplification dynamique moyen. Il peut être lû sur le spectre de réponse annexé dans la figure de la page 81 (RPA 88).

. Q : Facteur de qualité (RPA 88. Article 3.2.1.3.4).

. W_K : poids revenant au niveau K.

. x_{ki} : Vecteur propre correspondant au mode i.

Les coefficients A, B et Q donnés par le RPA 88 et correspondant à notre ouvrage sont :

A = 0.15 (groupe d'usage 2 ; zone II)

B = 0.25 (Catégorie 3. portique autostable en B.A).

Q = 1.3

. SOLLICITATIONS RESULTANTES

La force sismique à l'etage K est donnée par la moyenne quadratique $F_K = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} F_{ki}^2} = \sqrt{F_{k1}^2 + F_{k2}^2 + F_{k3}^2}$.

• EFFORTS TRANCHANTS DE NIVEAUX :

L'effort tranchant de niveau k est donné par :

$$V_j = \sum_{k=j}^{k=n} F_k$$

Forces sismiques de niveaux

SENS LONGITUDINAL			
MODE	1er	2ème	3ème
Γ_i	1.394	0.575	0.297
Di	1.144	2	2

F_{Ki} (t)

MODE / NIVEAU	1er	2ème	3ème	EFFORT SISMIQUE F(t)	EFFORT TRANCHANT V(t)
10	4.64	3.346	1.728	5.976	5.976
9	16.276	11.061	4.989	20.301	26.277
8	15.845	7.359	0.006	17.443	43.720
7	17.816	1.946	-6.125	18.839	62.659
6	17.502	-4.949	-7.395	19.634	82.293
5	15.104	-8.246	-4.153	17.702	99.995
4	13.494	-10.329	1.127	17.031	117.026
3	10.663	-10.364	5.962	16.020	133.046
2	7.539	-8.534	7.862	13.837	146.883
1	4.205	-5.201	5.909	8.925	155.808

forces sismiques de niveaux

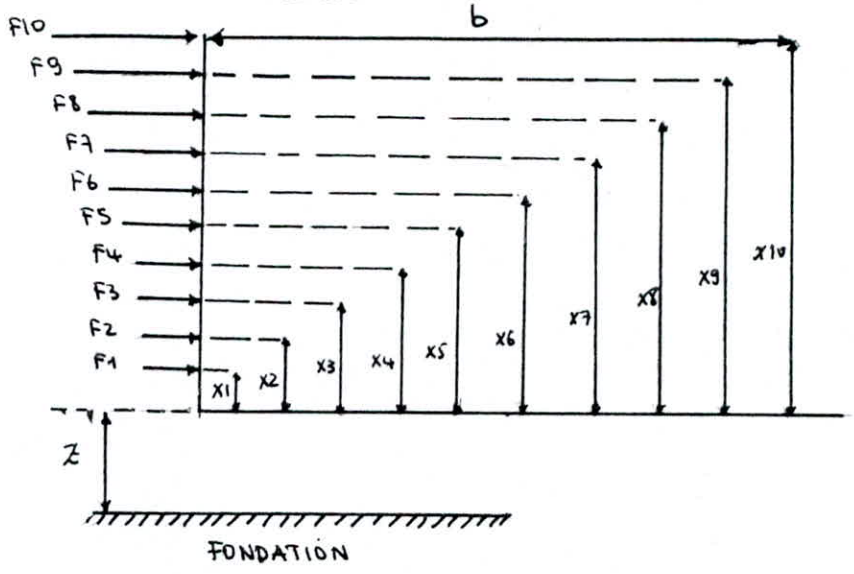
SENS TRANSVERSAL.			
MODE	1ère	2ème	3ème
Γ_i	1.474	0.662	0.320
Di	1.126	1.966	2

MODE / NIVEAU	1ère	2ème	3ème	EFFORT SISMIQUE F(t)	EFFORT TRANCHANT V(t)
10	4.636	3.635	1.787	6.156	6.156
9	16.164	11.746	4.660	20.517	26.673
8	15.244	6.725	-1.855	16.764	43.437
7	16.347	-0.380	-7.733	18.087	61.524
6	15.541	-6.735	-5.993	17.966	79.490
5	13.853	-8.809	-2.294	16.576	96.066
4	12.043	-9.883	2.416	15.739	111.831
3	9.557	-9.368	6.176	14.739	126.570
2	6.851	-7.513	7.361	12.552	139.122
1	3.957	-6.5	5.482	8.208	147.330

Vérification au renversement (Article 3.2 1.6 RPA 88)

chaque structure doit résister aux efforts qui provoquent son renversement. En effet les efforts sismiques, calculés au niveau de chaque plancher ainsi que l'effort tranchant à la base tendent à renverser la structure.

Il faut donc vérifier que : $\frac{M_{résistant}}{M_{renversement}} > F_s$ où F_s : coefficient de sécurité



Calcul du moment de renversement :

$$M_{renv} = \sum_{i=1}^{n} F_i X_i + V.Z .$$

Avec

V : Effort tranchant à la base

F_i : Effort sismique au niveau X_i

Z : profondeur de la fondation.

Calcul du moment résistant :

$M_{res} = W . \frac{b}{2}$ Avec W : poids total du batiment

b : longueur du batiment dans le sens considéré.

Dans notre cas on a :

a/ <u>sens longitudinal</u> : $z = 4,00\ m$; $b = 25,00\ m$

$$\sum_{i=1}^{10} F_i x_i = 8.925 \times 4.08 + 13.837 \times 7.14 + 16.020 \times 10.20 + 17.031 \times 13.26 +$$
$$+ 17.702 \times 16.32 + 19.634 \times 19.38 + 18.939 \times 22.44 + 17.443 \times 25.5 +$$
$$+ 20.301 \times 28.56 + 5.976 \times 30.16 = 2823.669\ t.m$$

$$\Rightarrow M_{renv} = 2823.669 + 155.808 \times 4 = 3446.901\ t.m$$

$$M_{resist} = W \cdot \frac{b}{2} = 3337.95 \times \frac{25}{2} = 41724,375\ t.m$$

$$\frac{M_{resist}}{M_{renv}} = \frac{41724.375}{3446.901} = 12,10 > 1.5$$

Pas de risque de renversement dans le sens longitudinal.

b/ <u>sens transversal</u> : $z = 4.00\ m$, $b = 10.5\ m$.

$$\sum_{i=1}^{10} F_i x_i = 8.208 \times 4.08 + 12.552 \times 7.14 + 14.739 \times 10.2 + 15.739 \times 13.26 +$$
$$+ 16.576 \times 16.32 + 17.966 \times 19.38 + 18.087 \times 22.44 + 16.764 \times 25.5$$
$$+ 20.517 \times 28.56 + 6.156 \times 30.16 = 2705.833\ t.m$$

$$\Rightarrow M_{renv} = 2705.833 + 147.33 \times 4 = 3295.153\ t.m$$

$$M_{resist} = 3337.95 \times \frac{10.5}{2} = 17524.237\ t.m$$

$$\frac{M_{resist}}{M_{renv}} = \frac{17524.237}{3295.153} = 5.318 > 1.5$$

idem pour le sens transversal.

Limitation des déplacements relatifs (article 3.21.7 RPA 88)

Le déplacement d'un étage par rapport aux étages qui lui sont adjacents est :

$$\delta_j = \frac{V_j}{R_j}$$

V_j : Effort tranchant au niveau j

R_j : Rigidité relative au niveau j

Le déplacement relatif est limité à 0.0075 $h_{étage}$

On doit avoir : $\frac{1}{2B}\ \delta_j \leq 0.0075\ h_{étage}$

Avec $\frac{1}{2B}$: facteur de ductilité de la structure qui ne doit pas être plus petit que 2.

Les valeurs des déplacements sont groupés dans le tableau ci-dessous.

	Sens longitudinal				Sens transversal			
Niveau	V_j (t)	R_j (t/cm)	δ_j (cm)	$\bar{\delta}_j$ (cm)	V_j (t)	R_j (t/cm)	δ_j (cm)	$\bar{\delta}_j$ (cm)
10	5.976	173.308	0.69	1.2	6.156	104.508	0.12	1.2
9	26.277	154.050	0.34	2.29	26.673	97.956	0.54	2.29
8	43.720	160.476	0.54	2.29	43.437	106.708	0.81	2.29
7	62.659	199.220	0.63	2.29	61.524	164.274	0.75	2.29
6	82.293	344.666	0.47	2.29	79.490	349.05	0.45	2.29
5	99.995	344.666	0.58	2.29	96.066	349.05	0.55	2.29
4	117.026	344.666	0.68	2.29	111.831	349.05	0.64	2.29
3	133.046	344.666	0.77	2.29	126.570	349.05	0.72	2.29
2	146.883	344.666	0.85	2.29	139.122	349.05	0.79	2.29
1	155.808	284.658	1.09	3.06	147.330	266.916	1.1	3.06

On remarque bien que les déplacements horizontaux sont conformes aux limitations données par le R.P.A 88.

CHAPITRE 8: ETUDE AU VENT

Etude au vent

INTRODUCTION :

En l'absence des réglements algeriens concernant la prise en considération du vent dans le calcul des structures, nous nous conferons aux règlements français (NEIGE ET VENT 65).
Nous considérons que notre batiment est implanté en region II, et dans un site normal.

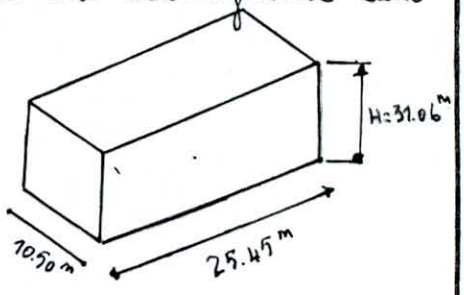
- Données générales de notre ouvrage :

- Batiment à usage d'habitation, de base rectangulaire dont les dimensions en plan sont :

  . petit côté $b = 10.50\ m$

  . grand côte $a = 25.45\ m$

  . hauteur totale : $h = 31.06\ m$



ACTION GENERALE DU VENT :

L'action d'ensemble du vent soufflant dans une direction donnée sur une construction est la résultante géométrique R de toute les actions P (pression ou depression) sur les différents parois de la construction La direction de cette resultante diffère généralement de celle du vent.

$$\vec{R} = \vec{T} + \vec{L} + \vec{U}.$$

$\vec{T}$: force de traînée, de direction horizontale et parallèle à la direction du vent. Cette force produit un effet d'entrainement et de renversement.

$\vec{L}$: force de dérive perpendiculaire à la direction du vent.

$\vec{U}$: force de portance de direction verticale ascendante qui produit un soulevement.

DETERMINATION DE LA FORCE DE TRAINEE (T):

la force de trainée par unité de longueur est:

$$T = C_t \cdot \beta \cdot \delta \cdot D \cdot q.$$

Avec :

* C_t : coefficient global de trainée qui dépend de l'élancement et des dimensions de la structure.

Pour des constructions prismatiques à base rectangulaire et à toiture terrasse : $C_t = 1.3 \gamma_0$ (C III ; 2.161 NV 65).

le coefficient γ_0 est donné par le diagramme R.III.5 NV 65, il dépend de l'élancement de la construction et de ses dimensions en plan. a et b.

$a = 25.45$ m ; $b = 10.5$ m , $h = 31.06$ m.

$$\lambda_a = \frac{h}{a} = \frac{31.06}{25.45} = 1.22 \quad ; \quad \lambda_b = \frac{h}{b} = \frac{31.06}{10.5} = 2.958.$$

- Vent normal à la grande face

$\lambda_a = 1.22$
$b/a = 0.414$ } $\rightarrow \gamma_0 = 1 \quad \Rightarrow C_t = 1.3.$

- Vent normal à la petite face :

$\lambda_b = 2.958$
$b/a = 0.414$ } $\rightarrow \gamma_0 = 0.94 \quad \Rightarrow C_t = 1.22.$

* β : Coefficient de majoration dynamique lié aux effets de résonnance provoqués par les oscillations de l'ouvrage. il dépend de la période propre de vibration de la construction et de la côte z du niveau considéré.

$$\beta = \text{Max}\left[\theta(1 + \xi\tau), 1 \right].$$

Où

où • θ : coefficient global dépendant du type de la construction

$\theta = 0.70$ pour $h \leq 30^m$

$\theta = 0.70 + 0.01\ (h-30)$ pour $30^m < h \leq 60^m$

$\theta = 1$ pour $h \geq 60^m$

Dans notre cas $h = 31.06^m \rightarrow \theta = 0.71$

• ξ : coefficient de réponse, il est donné en fonction de la période T du mode fondamental d'oscillation par l'un des diagrammes fig RIII.3 (N.V 65).

Dans notre cas : - Sens longitudinal $T_L = 1.155 \rightarrow \xi_L = 1.05$

- Sens transversal $T_T = 1.184 \rightarrow \xi_T = 1.10$

• ζ : coefficient de pulsation donné en fonction de la côte z RIII.4 (N.V 65).

pour $H = 31.06^m \rightarrow \zeta = 0.326$.

$\beta_L = 0.70\ (1 + 1.05 \times 0.326) = 0.94$

$\beta_T = 0.70\ (1 + 1.10 \times 0.326) = 0.95.$ $\Big\} \rightarrow \beta = 1.$

* δ : coefficient de réduction, il tient compte de l'effet des dimensions de la structure. il est donné par le tableau RIII.2 en fonction de la plus grande dimension de la surface offerte au vent et de la côte z du niveau considéré.

Dans notre cas $\delta_L = \delta_T = 0.77$.

* q : pression du vent qui dépend du site et de la hauteur de l'ouvrage.

$q = K_m \cdot K_s \cdot q_H$.

Avec K_m : coefficient de masque : $K_m = 1$ (site non protégé).

K_S : coefficient de site : $K_S = 1$ (site normal, region II)

q_H : pression dynamique $\quad q_H = 2.5 \times q_{10} \dfrac{H+18}{H+60}$

pour $0 < H < 500$ (R. 1244 NV 65).

où q_{10} : pression dynamique de base qui s'exerce à une hauteur de 10 m au dessus du sol

$q_{10} = 70$ daN/m² en region II.

H(m)	q(daN/m²)
0	52.50
4.08	60.299
7.14	65.527
10.2	70.299
13.26	74.672
16.32	78.695
19.38	82.407
22.44	85.844
25.50	89.035
28.56	92.005
31.06	94.284

* De : largeur du maitre couple : le maitre couple est la projection orthogonale de la surface considérée ou de l'ensemble de la construction sur un plan normal à la direction du vent.

Dans notre cas : sens longitudinal $De = 10.50$ m jusqu'au niveau 6
$De = 9.50$ m pour le reste.

sens transversal $De = 25.45$ jusqu'au niveau 9
$De = 4.7$ m niveau 10

DETERMINATION DE LA FORCE DE DERIVE (L)

pour des vitesses critiques (généralement faible), le vent provoque des tourbillons

Le phénomène a été étudié par KARMAN qui a pu déterminer la période des tourbillons :

$T = \frac{d}{S.V}$ où d : largeur du maître-couple.

S : Nombre de Strouhal

V : vitesse du fluide

- Sens longitudinal : $V_{cr} = \frac{d_L}{S T_L} = \frac{10.45}{0.3 \times 1.155} = 30.158$ m/s
- Sens transversal : $V_{cr} = \frac{d_T}{S.T_T} = \frac{25.45}{0.3 \times 1.184} = 71.649$ m/s

Les 02 vitesses sont supérieures à 25 m/s, donc il n'est pas nécessaire de faire le calcul à la résonnance.

DETERMINATION DE LA FORCE DE PORTANCE (U)

Cette force est donnée par $U = C_u . \delta . q . S_u$

Avec

- C_u : Coefficient de portance

  $C_u = 0.8$ (C III 2.96 NV 65).

- δ : Coefficient de dimension donné par R III 2 NV 65

la plus grande dimension de la toiture offerte au vent est $d = 25.45$ m.

pour $d = 25.45$ m, $h = 31.06$ m $\longrightarrow \delta = 0.77$.

- q : pression du vent dynamique, sa valeur maximale est

  $q = 94.28$ kg/m².

- S_u : Aire de la surface de terrasse

  $S_u = 10.5 \times 25.45 = 267.225$ m².

Donc $U = 0.8 \times 0.77 \times 94.28 \times 267.225 = 15519.487$ kg $= 15.519$ t

pour le cas extrême $U_e = 1.75\ U_n = 27.159$ t

Cette valeur est très inférieure au poids de la structure, donc il n'y a aucun risque de soulèvement

CALCUL DE LA FORCE DE TRAINEE DE NIVEAU :

$$T = C_t \cdot \beta \cdot \delta \cdot D_e \cdot q$$: Tous les coefficients étant déterminés

Pour les différents niveaux, les valeurs sont regroupées dans le tableau suivant :

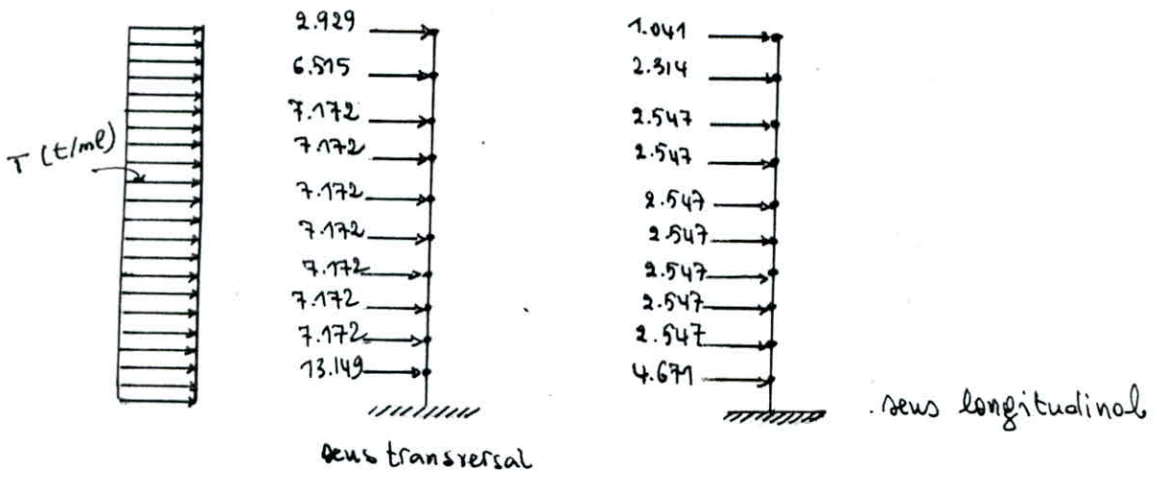
Niveau	H(m)	T_t	T_ℓ
10	31.06	500.25	814.847
9	28.56	2343.868	795.151
8	25.50	2268.206	769.483
7	22.44	2186.914	741.905
6	19.38	2099.355	832.565
5	16.32	2004,791	776.224
4	13.26	1902.302	736.542
3	10.12	1790.898	693.408
2	7.14	1669.329	646.338
1	4.08	1536.144	594.771
0	0	1337.461	517.844

On adopte pour les calculs une valeur uniforme de cette force sur toute la hauteur du batiment.

. sens transversal $T_t = 2343.868$ kg/ml

. sens longitudinal $T_\ell = 832.565$ " "

. FORCE REVENANT A CHAQUE NIVEAU :



sens transversal

. sens longitudinal

CHAPITRE 9: CALCUL DES CHARGES HORIZONTALES

charges horizontales

Le présent chapitre est consacré au calcul des sollicitations engendrées par les charges horizontales (séisme, vent) dans les portiques. La méthode utilisée est celle de MUTO. c'est une méthode très pratique pour le calcul de ces sollicitations.

1°/ EFFORTS TRANCHANTS D'ETAGE REVENANT AUX DIFFERENTS PORTIQUES

soit V_j l'effort tranchant engendré par le seisme ou le vent à l'etage j. Cette effort tranchant est distribué entre les portiques de ce niveau comme suit :

- Portique longitudinal :

$$T_{jx}^{\ell} = V_{jx} \cdot \frac{R_j^{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{m} R_j^{\ell}} + V_{jx} \cdot e_y \cdot \frac{R_j^{\ell}}{R_{j\theta}} \cdot y_j$$

- Portique transversal :

$$T_{jy}^{t} = V_{jy} \cdot \frac{R_j^{t}}{\sum_{t=1}^{k} R_j^{t}} + V_{jy} \cdot e_x \cdot \frac{R_j^{t}}{R_{j\theta}} \cdot x_j$$

REMARQUES:

- Le 2ème terme de ces équations représente l'effort tranchant dû à la torsion provoqué par l'excentricité (e_x ou e_y)
- y_j et x_j : position des portiques respectivement longitudinaux et transversaux par rapport au repère (C, x, y).
- Les valeurs négatives du 2ème Terme ne sont pas prises en considération

2°/ EFFORTS TRANCHANTS REVENANT AUX POTEAUX.

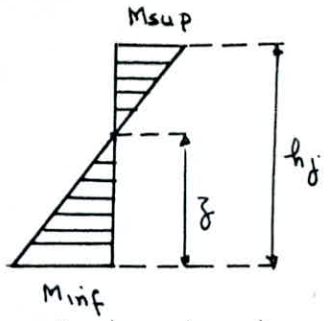
L'effort tranchant T_j d'un portique au niveau j est distribué entre les poteaux de ce portique proportionnellement à leurs rigidités :

$$t_j^{(i)} = \frac{a_j^{(i)} \cdot K_j^{(i)}}{\sum_{j=1}^{n} a_j^{(i)} K_j^{(i)}} \cdot T_j \quad ; \quad i = \text{numero du poteau.}$$

3/ MOMENTS FLECHISSANTS DANS LES POTEAUX :

$$M_{sup} = t_j (h_j - z).$$

$$M_{inf} = t_j \cdot z.$$



. Détermination de la position du moment nul dans les poteaux :

La côte z (point du moment nul) est donnée par :

$$z = y \times h.$$

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

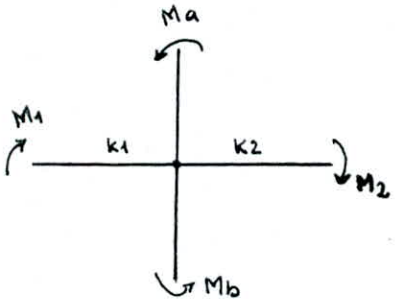
- y_0 : coefficient donné par MUTO, ce coefficient est fonction :
  - Du nombre total de niveau que comporte le portique
  - Du rang de niveau occupé par le portique considéré
  - De $\bar{K}$
- y_1 = Terme de correction dû à la variation de la rigidité linéaire ($\frac{I}{\ell}$) des poutres supérieures et inférieures.
- y_2 : Terme de correction dû à la variation de hauteur d'etage superieur adjacent ($y_2 = 0$ pour les poteaux

du dernier niveau).

- y_3 : Terme de correction dû à la variation d'hauteur d'étage inférieur adjacent ($y_3 = 0$ au premier niveau).

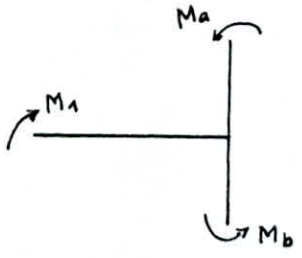
Tous ces coefficients sont donnés par des tableaux.

4°/ MOMENTS DANS LES POUTRES : (Moments aux noeuds).



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

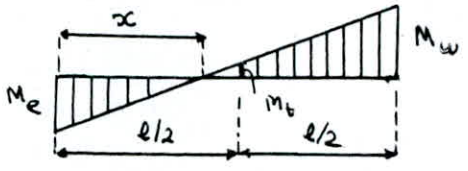
- $M_2 = \frac{K_2}{K_1+K_2}(M_a + M_b)$



- $M_1 = M_a + M_b$

5°/ MOMENTS EN TRAVEES :

Soit une poutre isolée avec M_e et M_w les moments aux noeuds. Le moment en travée de cette poutre est donné en fonction de (M_e) et (M_w). par :



$\frac{x}{M_e} = \frac{l-x}{M_w}$ (Triangles semblables).

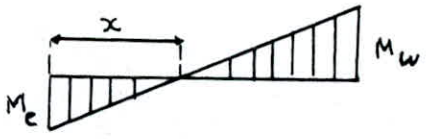
$\Rightarrow x = \frac{M_e}{M_e + M_w} \cdot l.$

D'autre part : $\frac{x}{M_e} = \frac{l/2 - x}{M_t}$

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

6°/ EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES :

Soit une travée indépendante, l'équation des moments est donnée par : $M = a.x + b$



Conditions aux limites :

$x=0 \quad M = M_e \Rightarrow b = M_e$

$x=l \quad M = M_w \Rightarrow -M_w = a \times l + M_e \Rightarrow a = -\frac{M_e + M_w}{l}$

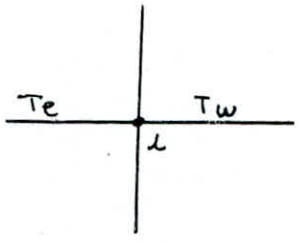
d'où $M = -\frac{M_d + M_g}{l} \cdot X + M_w$.

Or

$$T = \frac{dM}{dx} \rightarrow T = -\frac{M_e + M_w}{l}.$$

7°/ EFFORTS NORMAUX DANS LES POTEAUX :

Soit un noeud (i), les efforts tranchants à droite et à gauche de ce noeud seront transmis comme efforts normaux dans les poteaux



$N_i = -(T_{i_w} - T_{i_e})$.

Convention du signe :

$N_i < 0$: Traction

$N_i > 0$: compression.

Remarque : Nous donnons ici les calculs concernant le portique 5-5. pour les portiques "C-C" et "A-A", les calculs sont donnés en Annexe.

Repartition des Efforts Tranchants dans les portiques

SENS Longitudinal

NIVEAU	POTEAU	SEISME				VENT				SEISME	VENT
			$F_T(t)$	$F_\theta(t)$	$F_{RPA}=t$		$F_T(t)$	$F_\theta(t)$	$F_{RPA}(t)$	t	t
10	A	5.976	-	-	-	1.041	-	-	-	-	-
	B		2.151	-0.923	2.151		0.374	-0.161	0374		
	C		3.825	0.923	4.748		0.666	0.161	0.827		
	D		-	-	-		-	-	-		
9	A	26.277	-	-	-	3.555	-	-	-	-	-
	B		3.035	0.470	3.505		0.387	0.060	0.447		
	C		12.322	0.440	12.762		1.973	0.056	1.629		
	D		10.919	-0.911	10.919		1.394	-0.116	1.394	-	-
8	A	43.720	-	-	-	5.902	-	-	-		
	B		6.598	0.881	7.479		0.852	0.114	0.966		
	C		19.681	0.525	20.206		2.541	0.068	2.609		
	D		17.440	-1.397	17.440		2.251	-0.180	2.251		
7	A	62.659	-	-	-	8.449	-	-	-	-	-
	B		21.262	1.563	22.825		3.192	0.234	3.426		
	C		21.262	-0.028	21.262		3.192	-0.230	3.192		
	D		20.134	-1.532	20.134		3.023	-0.004	3.023		
6	A	82.293	15.284	-1.094	15.284	10.196	2.446	-0.175	2.446	7.642	1.223
	B		23.514	-0.971	23.514		3.763	-0.155	3.763		
	C		23.514	0.452	23.966		3.763	-0.175	3.763		
	D		19.975	-1.593	19.975		3.197	0.255	3.452		
5	A	99.995	18.572	-2.430	18.572	13.543	3.145	-0.225	3.145	9.286	1.572
	B		28.572	-2.157	28.572		4.838	-0.199	4.838		
	C		28.572	1.004	29.576		4.838	0.093	4.931		
	D		24.272	3.538	27.810		4.110	0.327	4.437		

4	A	117.026	21.735	-1.556	21.735	16.090	3.844	-0.275	3.844	10.867	1.922
	B		33.438	-1.381	33.438		5.914	-0.244	5.914		
	C		33.438	0.643	34.081		5.914	0.114	6.028		
	D		28.406	2.262	30.668		5.024	0.400	5.424		
3	A	133.046	24.711	-1.769	24.711	18.637	4.543	-0.325	4.543	12.355	2.271
	B		38.016	-1.570	38.016		6.988	-0.288	6.988		
	C		38.016	0.730	38.746		6.988	0.134	7.122		
	D		32.295	2.575	34.870		5.937	0.473	6.410		
2	A	146.883	27.281	-1.953	27.281	21.184	5.242	-0.375	5.242	13.640	2.621
	B		41.969	-1.734	41.969		8.064	-0.333	8.064		
	C		41.969	0.806	42.775		8.064	0.155	8.219		
	D		35.653	2.843	38.496		6.850	0.540	7.396		
1	A	155.808	23.035	-1.875	23.035	25.855	5.192	0.423	5.615	11.517	2.807
	B		45.230	-2.221	45.230		10.195	0.500	10.695		
	C		45.230	0.701	45.921		10.195	-0.158	10.195		
	D		42.313	-3.390	42.313		9.538	-0.764	9.538		

Repartition des Efforts Tranchants dans les portiques

sens Tranversal

NIVEAU	Portique	SEISME				VENT			
			$F_T(t)$	$F_B(t)$	$t = F_{RPA}$		$F_T(t)$	$F_B(t)$	$t = F_{RPA}$
10	1	6.156	-	-	-	2.929	-	-	-
	2		-	-	-		-	-	-
	3		3.078	-0.778	3.078		1,464	-0.370	1,464
	4		3.078	0.778	3.856		1,464	0.370	1.834
	5		-	-	-		-	-	-
	6		-	-	-		-	-	-
9	1	26.673	3.493	-0.826	3.493	9.444	1.236	-0.292	1.236
	2		3.493	-0.429	3.493		1.236	-0.152	1.236
	3		6.351	-0.300	6.351		2.240	-0.106	2.240
	4		6.351	0.300	6.651		2.240	0.106	2.346
	5		3.493	0.429	3.922		1.236	0.152	1.388
	6		3.493	0.826	4.319		1.236	0.292	1.528
8	1	43.437	6.117	-1.358	6.117	16.616	2.097	-0.465	2.097
	2		6.117	-0.706	6.117		2.097	-0.242	2.097
	3		9.484	-0.426	9.484		3.252	-0.144	3.252
	4		9.484	0.426	9.910		3.252	0.144	3.396
	5		6.117	0.706	6.823		2.097	0.242	2.339
	6		6.117	1.358	7.475		2.097	0.465	2.562
7	1	61.524	10.254	-1.976	10.254	23.788	4.144	-0.798	4.144
	2		10.254	-1.028	10.254		4.144	-0.415	4.144
	3		10.254	-0.395	10.254		4.144	-0.159	4.144
	4		10.254	0.395	10.649		4.144	0.159	4.303
	5		10.254	1.028	11.282		4.144	0.415	4.559
	6		10.254	1.976	12.230		4.144	0.798	4.942

		SEISME				VENT			
			$F_T(t)$	$F_\theta(t)$	$F_{RPA}=t$		$F_T(t)$	$F_\theta(t)$	$t=F_{RPA}$
6	1	79.490	13.248	-2.538	13.248	30.960	5.805	-1.772	5.805
	2		13.248	-1.319	13.248		5.805	-0.578	5.805
	3		13.248	-0.507	13.248		5.805	-0.222	5.805
	4		13.248	0.507	13.755		5.805	0.222	6.027
	5		13.248	1.319	14.567		5.805	0.578	6.383
	6		13.248	2.538	15.786		5.805	1.112	6.917
5	1	96.066	16.011	-3.067	16.011	38.132	7.467	-1.430	7.467
	2		16.011	-1.595	16.011		7.467	-0.744	7.467
	3		16.011	-0.613	16.011		7.467	-0.286	7.467
	4		16.011	0.613	16.624		7.467	0.286	7.753
	5		16.011	1.595	17.606		7.467	0.744	8.211
	6		16.011	3.067	19.078		7.467	1.430	8.897
4	1	111.839	18.638	-3.570	18.638	45.304	9.129	-1.748	9.129
	2		18.638	-1.856	18.638		9.129	-0.909	9.129
	3		18.638	-0.714	18.638		9.129	-0.349	9.129
	4		18.638	0.714	19.352		9.129	0.349	9.478
	5		18.638	1.856	20.494		9.129	0.909	10.038
	6		18.638	3.570	22.208		9.129	1.748	10.877
3	1	126.570	21.095	-4.041	21.095	52.476	10.791	-2.067	10.791
	2		21.095	-2.101	21.095		10.791	-1.075	10.791
	3		21.095	-0.808	21.095		10.791	-0.413	10.791
	4		21.095	0.808	21.903		10.791	0.413	11.204
	5		21.095	2.101	23.903		10.791	1.075	11.866
	6		21.095	4.041	25.136		10.791	2.067	12.858

		SEISME				VENT			
			$F_T(t)$	$F_\theta(t)$	$F_{RDA}=t$		$F_T(t)$	$F_\theta(t)$	$t=F_{RDA}$
6	1	79.490	13.248	-2.538	13.248	30.960	5.805	-1.772	5.805
	2		13.248	-1.319	13.248		5.805	-0.578	5.805
	3		13.248	-0.507	13.248		5.805	-0.222	5.805
	4		13.248	0.507	13.755		5.805	0.222	6.027
	5		13.248	1.319	14.567		5.805	0.578	6.383
	6		13.248	2.538	15.786		5.805	1.112	6.917
5	1	96.066	16.011	-3.067	16.011	38.132	7.467	-1.430	7.467
	2		16.011	-1.595	16.011		7.467	-0.744	7.467
	3		16.011	-0.613	16.011		7.467	-0.286	7.467
	4		16.011	0.613	16.624		7.467	0.286	7.753
	5		16.011	1.595	17.606		7.467	0.744	8.211
	6		16.011	3.067	19.078		7.467	1.430	8.897
4	1	111.831	18.638	-3.570	18.638	45.304	9.129	-1.748	9.129
	2		18.638	-1.856	18.638		9.129	-0.909	9.129
	3		18.638	-0.714	18.638		9.129	-0.349	9.129
	4		18.638	0.714	19.352		9.129	0.349	9.478
	5		18.638	1.856	20.494		9.129	0.909	10.038
	6		18.638	3.570	22.208		9.129	1.748	10.877
3	1	126.570	21.095	-4.041	21.095	52.476	10.791	-2.067	10.791
	2		21.095	-2.101	21.095		10.791	-1.075	10.791
	3		21.095	-0.808	21.095		10.791	-0.413	10.791
	4		21.095	0.808	21.903		10.791	0.413	11.204
	5		21.095	2.101	23.903		10.791	1.075	11.866
	6		21.095	4.041	25.136		10.791	2.067	12.858

2	1	139.122	23.187	-4.442	23.187	59.648	12.453	-2.385	12.453
	2		23.187	-2.309	23.187		12.453	-1.240	12.453
	3		23.187	-0.888	23.187		12.453	-0.477	12.453
	4		23.187	0.888	24.075		12.453	0.477	12.930
	5		23.187	2.309	25.496		12.453	1.240	13.693
	6		23.187	4.442	27.629		12.453	2.385	14.838
1	1	147.330	24.555	-4.649	24.555	72.797	15.460	-2.927	15.460
	2		24.555	-2.417	24.555		15.460	-1.522	15.460
	3		24.555	-0.930	24.555		15.460	-0.585	15.460
	4		24.555	0.930	25.485		15.460	0.585	16.045
	5		24.555	2.417	26.972		15.460	1.522	16.982
	6		24.555	4.649	29.204		15.460	2.927	18.387

Moments Dans les poteaux

Portique Transversal 5_5

		SEISME				VENT			
NIVEAU	POTEAU	y (m)	t [t]	Msup	Minf	y (m)	t [t]	Msup	Minf
9	A	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0.29	1.961	4.098	1.668	0.25	0.361	0.796	0.265
	D	0.29	1.961	4.098	1.668	0.25	0.361	0.796	0.265
8	A	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0.40	3.914	6.928	4.579	0.40	1.342	2.367	1.578
	D	0.39	2.909	5.207	3.345	0.35	0.997	1.905	1.026
7	A	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	0.46	4.321	6.870	5.833	0.45	1.746	2.824	2.309
	C	0.46	4.321	6.870	5.833	0.45	1.746	2.824	2.309
	D	0.44	2.640	4.356	3.405	0.40	1.067	1.882	1.255
6	A	0.50	2.625	3.858	3.858	0.46	1.150	1.836	1.545
	B	0.45	4.567	7.398	6.028	0.45	2.001	3.236	2.647
	C	0.45	3.338	5.407	4.406	0.40	1.462	2.579	1.719
	D	0.30	4.040	8.322	3.555	0.32	1.770	3.555	1.649
5	A	0.50	3.173	4.664	4.664	0.46	1.480	2.364	1.987
	B	0.45	5.520	8.942	7.226	0.45	2.574	4.162	3.405
	C	0.45	4.034	6.535	5.326	0.43	1.881	3.126	2.404
	D	0.42	4.883	8.350	6.006	0.37	2.277	4.239	2.455
4	A	0.50	3.694	5.430	5.430	0.46	1.809	2.925	2.393
	B	0.50	6.425	9.445	9.445	0.45	3.147	5.089	4.163
	C	0.45	4.696	7.607	6.198	0.45	2.300	3.719	3.043
	D	0.45	5.684	8.355	8.355	0.40	2.784	4.911	3.274

3	A	0.50	4.781	6.146	6.146	0.50	2.138	3.143	3.143
	B	0.50	7.273	10.691	10.691	0.45	3.720	6.016	4.921
	C	0.50	5.315	7.813	7.813	0.45	2.718	4.395	3.596
	D	0.50	6.433	9.456	9.456	0.45	3.291	5.321	4.354
2	A	0.50	4.595	6.754	6.754	0.50	2.468	3.628	3.628
	B	0.50	7.994	11.751	11.751	0.45	4.293	6.942	5.679
	C	0.50	5.842	8.587	8.587	0.46	3.137	4.935	4.288
	D	0.57	7.071	8.980	11.808	0.56	3.797	4.856	6.307
1	A	0.62	4.189	6.325	10.263	0.69	2.638	4.210	6.236
	B	0.65	8.791	12.219	22.593	0.65	5.535	7.672	14.247
	C	0.64	7.695	11.004	19.468	0.70	4.845	5.756	13.430
	D	0.84	6.296	3.966	20.965	0.79	3.964	2.465	13.232

Efforts Dans les poutres

Portique Transveral 5_5

		SEISME				VENT			
NIVEAU	TRAVEE	Me(t.m)	Mw(t.m)	Mt(t.m)	T (t)	Me(t.m)	Mw(t.m)	Mt(t.m)	T(t)
9	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	/	/	/	/	/	/	/	/
	C-D	4.098	4.098	0	-2.049	0.796	0.796	0	-0.398
8	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	/	/	/	/	/	/	/	/
	C-D	8.596	6.875	-0.860	-3.867	2.367	1.905	-0.231	-1.068
7	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	6.870	5.724	-0.573	-3.148	2.824	2.201	-0.311	-1.256
	C-D	5.724	7.707	0.988	-3.356	2.201	2.908	0.353	-1.277
6	A-B	3.858	8.821	2.481	-6.339	1.836	3.696	0.930	-2.767
	B-C	4.410	5.620	0.605	-2.507	1.848	2.444	0.298	-1.073
	C-D	5.620	11.727	3.053	-4.336	2.444	4.810	1.183	-1.183
5	A-B	8.522	9.980	0.729	-9.251	3.909	4.539	0.315	-4.224
	B-C	4.990	5.470	0.240	-2.615	2.269	2.422	0.076	-1.127
	C-D	5.470	11.905	3.217	-4.344	2.422	5.888	1.733	-2.077
4	A-B	10.094	11.114	0.510	-10.604	4.912	5.663	0.375	-5.287
	B-C	5.557	6.466	0.454	-3.006	2.831	3.061	0.115	-1.343
	C-D	6.466	14.361	3.947	-5.206	3.061	7.366	2.153	-2.606
3	A-B	11.576	13.424	0.924	-12.500	5.536	6.786	0.625	-6.198
	B-C	6.712	7.005	0.146	-3.429	3.393	3.719	0.163	-1.778
	C-D	7.005	17.877	5.403	-6.204	3.719	8.595	2.438	-3.078
2	A-B	12.900	14.961	1.030	-13.930	6.771	7.908	0.568	-7.339
	B-C	7.481	8.200	0.359	-3.920	3.954	4.265	0.155	-2.055
	C-D	8.200	18.436	5.118	-6.659	4.265	9.270	2.472	-3.368

1	A-B	13.079	16.028	1.474	-14.553	7.838	8.901	0.531	-8.369
	B-C	6.681	9.795	1.557	-4.119	4.450	5.022	0.286	-2.368
	C-D	9.795	15.774	2.989	-6.392	5.022	8.772	1.875	-3.448

Efforts Dans les Poteaux
Portique 5_5

		SEISME				VENT			
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	4.098	1.668	2.409	2.409	0.796	0.265	0.398	0.398
	D	4.098	1.668	-2.409	-2.409	0.796	0.265	-0.398	-0.398
8	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	6.928	4.579	3.867	6.276	2.367	1.578	1.068	1.466
	D	5.207	3.345	-3.867	-6.276	1.905	1.026	-1.068	-1.466
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	6.870	5.833	3.148	3.148	2.824	2.309	1.256	1.256
	C	6.870	5.833	0.208	6.484	2.824	2.309	0.021	1.487
	D	4.356	3.405	-3.356	-9.632	1.882	1.255	-1.277	-2.743
6	A	3.858	3.858	6.339	6.339	1.836	1.545	2.766	2.766
	B	7.398	6.028	8.846	11.994	3.236	2.647	-1.693	-0.437
	C	5.407	4.406	1.829	8.313	2.579	1.719	0.740	2.227
	D	8.322	3.555	-4.336	-13.968	3.555	1.649	-1.813	-4.556
5	A	4.664	4.664	9.251	15.590	2.364	1.987	4.224	6.990
	B	8.942	7.226	-6.636	5.358	4.762	3.405	-3.097	-3.534
	C	6.535	5.326	1.729	10.042	3.126	2.404	0.950	3.177
	D	8.350	6.006	-4.344	-18.312	4.239	2.455	-2.077	-6.633
4	A	5.430	5.430	10.604	26.194	2.925	2.393	5.287	12.277
	B	9.445	9.445	-7.598	-2.240	5.089	4.163	-3.944	-7.478
	C	7.607	6.198	2.200	12.242	3.719	3.043	1.263	4.440
	D	8.355	8.355	-5.206	-23.518	4.977	3.274	-2.606	-9.236

3	A	6.146	6.146	12.500	38.694	3.143	3.143	6.198	18.475
	B	10.691	10.691	-9.071	-11.317	8.016	4.921	-4.420	-11.898
	C	7.813	7.813	2.775	15.017	4.395	3.596	1.300	5.740
	D	9.456	9.456	-6.204	-29.722	5.321	4.354	-3.078	-12.317
2	A	6.754	6.754	13.930	52.624	3.628	3.628	7.339	25.814
	B	11.751	11.751	-10.010	-21.321	6.942	5.679	-5.284	-17.182
	C	8.587	8.587	2.739	17.756	4.935	4.288	1.313	7.053
	D	8.980	11.808	-6.659	-36.381	4.856	6.307	-3.368	-15.685
1	A	6.325	10.263	14.553	67.177	4.210	6.236	8.369	34.183
	B	12.219	22.593	-10.553	-31.755	7.672	14.247	-6.001	-23.183
	C	11.004	19.468	2.273	20.029	5.756	13.430	1.090	8.133
	D	3.966	20.965	-6.392	-42.773	2.465	13.232	-3.448	-19.133

CHAPITRE 10: CALCUL DES CHARGES VERTICALES

charges verticales

Le calcul des sollicitations dues aux charges verticales dans les portiques sera fait en appliquant une méthode approchée exposée dans les réglements B.A.E.L 83. C'est la méthode d'ALBERT CAQUOT

I EXPOSE DE LA METHODE.

La méthode exposée ci-après concerne uniquement les poutres solidaires des poteaux qui les supportent.

La méthode suppose aussi que :

- Les moments d'inerties des poteaux sont constants.
- Les déplacements horizontaux des planchers ne sont pas pris en compte.

Le principe consiste à considérer chaque noeud et à déterminer les moments de continuités dans les sections des nus en ne tenant compte que des charges des travées encadrant l'appui considéré (travée de gauche, indice "w" et travée de droite, indice "e") et de la résistance offerte par les tronçons inférieurs et supérieurs des poteaux aboutissant au noeud considéré. (tronçon inferieur indice "s", et tronçon superieur indice "n"). (fig 6)

On détache de chaque côté des appuis des travées fictives dont les longueurs désignées par (l' avec indice "w" ou "e") sont :

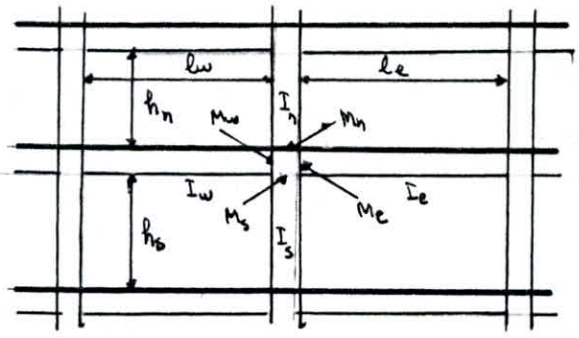
$$l'_w = 0.8\, l_w \qquad \text{et} \qquad l'_e = 0.8\, l_e$$

On détache de même au dessus et au dessous de chaque appui des tronçons fictifs de poteaux de hauteurs :

. $h'_n = 0.9\, h_n$ ..... si le noeud considéré appartient à l'avant dernier plancher.

. $h'_n = 0.8\, h_n$ ------ dans les autres cas

. $h'_s = 0.8\, h_s$ ------ dans tous les cas



(fig 8)

soient : q_w : la charge uniformement répartie par une unité de longueur sur la travé de gauche (q_e : sur la travé de droite)

Q_w : la charge concentrée appliqué sur la travée de gauche a la distance a_w du noeud de l'appui (Q_e, a_e pour la travée de droite).

On pose : $\cdot M'_w = q_w \cdot \frac{l'^2_w}{8.5} + l'_w \sum K_w Q_w$; $\cdot M'_e = q_e \cdot \frac{l'^2_e}{8.5} + l'_e \sum K_e Q_e$

Les valeurs de K (K_w ou K_e) sont données par une échelle fonctionnelle en fonction du rapport $\frac{a}{l'}$ (soit $\frac{a_w}{l'_w}$ ou $\frac{a_e}{l'_e}$).

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

On pose :

$$K_w = \frac{I_w}{l'_w} \quad ; \quad K_e = \frac{I_e}{l'_e} \quad ; \quad K_s = \frac{I_s}{h'_s} \quad ; \quad K_n = \frac{I_n}{h'_n}$$

et $\quad D = K_w + K_e + K_s + K_n$

. Les moments dans les sections dangereuses (nus des appuis) sont en valeur absolue :

- au nu de l'appui dans la travée de gauche

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

- au nu de l'appui dans la travée de droite

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

- au nu inférieur des poutres dans le poteau inférieur

$$M_s = \frac{K_s}{D} \left(M'_e - M'_w\right)$$

- au nu supérieur du plancher dans le poteau supérieur

$$M_n = \frac{K_n}{D} \left(M_e - M'_w\right).$$

- <u>Remarques</u> :

- Pour les travées de rive, les longueurs fictives sont données en fonction de χ

$$l'_w = \chi\, l_w \quad \text{avec} \begin{cases} \chi = 0.8 & \text{si } K_s + K_n \geq 1.5\, K_e \\ \chi = 1 - \dfrac{K_s + K_n}{7.5\, K_e} & \text{sinon} \end{cases}$$

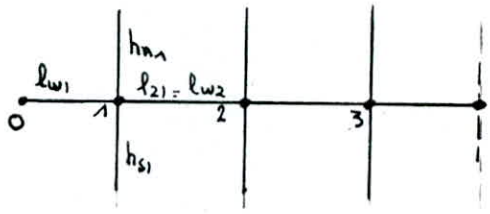
$$l'_e = \chi\, l_e \quad \text{avec} \begin{cases} \chi = 0.8 & \text{si } K_s + K_n \geq 1.5\, K_w \\ \chi = 1 - \dfrac{K_s + K_n}{7.5\, K_e} & \text{sinon} \end{cases}$$

- Les valeurs des moments dans les sections dangereuses énumérées précédemment sont valables pour les travées intermédiaires ainsi que pour les travées de rive sans console. Pour les travées de rive avec console, les valeurs des moments deviennent :

$$\cdot M_{e1} = M'_{e1}\left(1 - \frac{K_1}{D_1}\right) + M_{w1}\,\frac{K_{e1}}{D_1}$$

$$\cdot M_{s1} = (M'_{e1} - M_{w1}).\,\frac{K_{e1}}{D_1}$$

$$\cdot M_{n1} = (M'_{e1} - M_{w1}).\,\frac{K_{n1}}{D_1}$$



Avec : - M_{w1} : valeur absolue du moment isostatique de la console de l'appui 1

$$- M'_{e1} = \left(\frac{q_e\, l'^2_e}{8.5}\right)_{noeud\,1} + (l'_e \sum K_e Q_e)_{noeud\,1}.$$

$$- D_1 = K_{e1} + K_{n1} + K_{s1}$$

$$\cdot K_{e1} = \frac{I_{e1}}{l'_{e1}} \quad ; \quad K_{s1} = \frac{I_{s1}}{h'_{s1}} \quad ; \quad K_{n1} = \frac{I_{n1}}{h'_{n1}}$$

- Pour les traverses, M_e et M_w sont négatifs
- Pour les poteaux, la face tendue du tronçon supérieur est du côté correspondant à la plus grande des valeurs absolues M'_e ou M'_w. la face tendue du tronçon inférieur est du côté opposé.

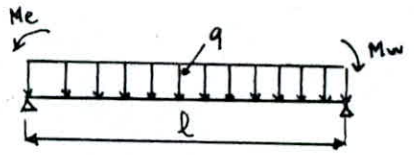
II/ DETERMINATION DES EFFORTS TRANCHANTS DANS LES POUTRES ET EFFORTS NORMAUX DANS LES POTEAUX.

Par simplification, on ne fait état dans les calculs des efforts tranchants dans les poteaux ainsi que des efforts normaux dans les poutres (B.A.E.L 83 Article Fe2.4.8).

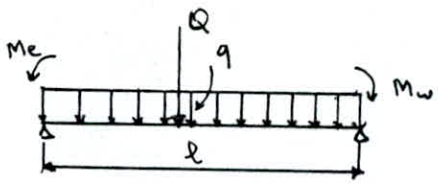
Les efforts tranchants dans les poutres sont donnés en fonction

des moments aux noeuds en considérant la travée indépendante.

- $T_e = q \cdot \frac{l}{2} + \frac{M_e - M_w}{l}$
- $T_w = -q \frac{l}{2} + \frac{M_e - M_w}{l}$

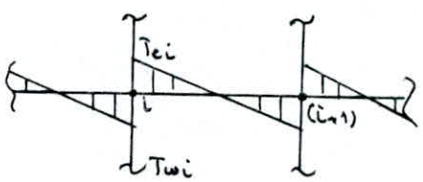


- $T_e =$
- $T_w =$



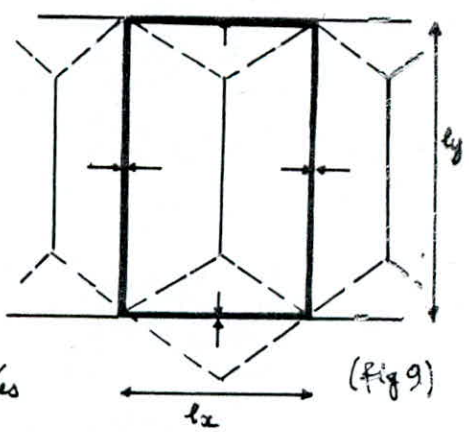
Les efforts tranchants à gauche et à droite d'un noeud sont transmis comme effort normal dans le poteau sous adjacent.

$$N_i = |T_{ei}| + |T_{wi}|$$



III/ DETERMINATION DES CHARGES REVENANT AUX PORTIQUES

Le mode de transmission de charges agissants sur les dalles vers les poutres est determiné par les lignes de rupture (fig 9)
Pour le calcul pratique, les charges triangulaires et trapézoïdales sont remplacées par des charges uniformes équivalentes par unité de longueur



(fig 9)

a) Poutres longitudinales : portée l_y

. charge uniforme équivalente pour le calcul des efforts tranchants

$$q_T = \frac{q}{2} \left[\left(1 - \frac{\alpha_w}{2}\right) l_{xw} + \left(1 - \frac{\alpha_e}{2}\right) . l_{xe} \right] .$$

- charge uniforme équivalente pour le calcul des moments fléchissants:

$$q_M = \frac{q}{2}\left[\left(1 - \frac{\alpha_w^2}{3}\right) l_{xw} + \left(1 - \frac{\alpha_e^2}{3}\right) . l_{xe}\right].$$

Cas particuliers: $l_{xw} = l_{xe} = l_x$

$$q_T = q . l_x \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \; ; \; q_M = q . l_x \left(1 - \frac{\alpha^2}{3}\right).$$

b) Poutres transversales : portée l_x :

- Travée intermédiaire :

$$q_T = q_M = q . \frac{\Sigma l_{xi}^2}{2 \Sigma l_{xi}}$$

- Travée de rive :

$$q_T = q_M = q . \frac{\Sigma l_{xi}^2}{4 \Sigma l_{xi}} .$$

N.B: Les valeurs données ici concerne le portique "5-5". pour les portiques "C-C" et "A-A", les valeurs sont données en annexe.

charges et surcharges

Portique 5.5

NIVEAU	TRAVEE	P_M(t/m)	P_T(t/m)	q_M(t/m)	q_T(t/m)
9	C-D	1.558	1.558	0.185	0.185
8	C-D	1.275	1.275	0.324	0.324
7	A-B	—	—	—	—
	B-C	1.500	1.500	0.370	0.370
	C-D	1.275	1.275	0.374	0.374
6 ↓ 1	A-B	1.176	1.176	0.291	0.291
	B-C	1.176	1.176	0.291	0.291
	C-D	1.176	1.176	0.291	0.291

Portique 6.6

P_M(t/m)	P_T(t/m)	q_M(t/m)	q_T(t/m)
0.929	0.929	0.092	0.092
0.787	0.787	0.162	0.162
—	—	—	—
0.900	0.900	0.185	0.185
0.929	0.929	0.162	0.162
0.738	0.738	0.145	0.145
0.738	0.738	0.145	0.145
0.738	0.738	0.145	0.145

Portique c.c

NIVEAU	TRAVEE	P_M(t/m)	P_T(t/m)	q_M(t/m)	q_T(t/m)
10	3-4	1.373	1.373	0.202	0.202
9	1-2	2.291	2.291	0.282	0.282
	2-3	2.048	2.048	0.246	0.246
	3-4	0.944	0.944	0.294	0.294
	4-5	2.048	2.048	0.246	0.246
	5-6	2.291	2.291	0.282	0.282
8	1-2	1.860	1.860	0.493	0.493
	2-3	1.675	1.675	0.431	0.431
	3-4	0.944	0.944	0.294	0.294
	4-5	1.675	1.675	0.431	0.431
	5-6	1.860	1.860	0.493	0.493
7 ↓ 1	1-2	2.051	2.051	0.556	0.556
	2-3	1.675	1.675	0.432	0.432
	3-4	0.944	0.944	0.294	0.294
	4-5	1.675	1.675	0.432	0.432
	5-6	2.051	2.051	0.556	0.556

Portique a.a

NIVEAU	TRAVEE	P_M(t/m)	P_T(t/m)	q_M(t/m)	q_T(t/m)
6	1-2	0.809	0.809	0.164	0.164
	2-3	0.791	0.791	0.157	0.157
5	1-2	0.809	0.809	0.164	0.164
	2-3	0.791	0.791	0.157	0.157
4 ↓ 1	1-2	1.669	1.266	0.144	0.144
	2-3	1.266	1.266	0.369	0.369

Caractéristiques Géométriques
Portique Transversal 5_5

Niveau	Noeud	l'_w(m)	l'_e(m)	l'_n(m)	l'_s(m)	$K_w(10^{-4})$	$K_e(10^{-4})$	$K_n(10^{-4})$	$K_s(10^{-4})$	$D(10^{-4})$	x
9	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	C	0	2.880	0	2.352	0	5.556	0	9.069	14.625	
	D	2.880	0	0	2.352	5.556	0	0	9.069	14.625	
8	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	C	0	2.880	2.646	2.352	0	5.536	8.061	9.069	22.686	
	D	2.880	0	2.646	2.352	5.556	0	8.061	9.069	22.686	
7	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B	0	2.880	0	2.352	0	5.556	0	9.069	14.625	
	C	2.880	2.880	2.352	2.352	5.556	5.556	9.069	9.069	29.250	
	D	2.880	0	2.352	2.352	5.556	0	9.069	9.069	14.625	
6	A	0	1.240	0	2.352	0	12.903	0	9.069	21.972	0.906
	B	1.404	2.800	2.352	2.352	11.396	5.714	9.069	22.143	48.322	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	9.069	22.143	42.640	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	9.069	22.143	36.926	
5	A	0	1.240	2.646	2.352	0	12.903	8.061	9.069	30.033	0.823
	B	1.276	2.800	2.352	2.352	12.539	5.714	22.143	22.143	62.539	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	22.143	22.143	55.714	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	9.069	9.069	50.000	
4	A	0	1.240	2.352	2,352	0	12,903	9,069	9,069	31.041	0.812
	B	1.258	2.800	2.352	2,352	12,719	5,714	22,143	22,143	62,719	
	C	2.800	2.800	2.352	2,352	5,714	5,714	22,143	22,143	55,714	
	D	2.800	0	2.352	2,352	5,714	0	22,143	22,143	50,000	

3	A	0	1.240	2.352	2.352	0	12.903	9.069	9.069	31.041	0.812
	B	1.258	2.800	2.352	2.352	12.719	5.714	22.143	22.143	62.719	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	22.143	22.143	55.714	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	22.143	22.143	50.000	
2	A	0	1.240	2.352	2.352	0	12.903	9.069	9.069	31.041	0.812
	B	1.258	2.800	2.352	2.352	12.719	5.714	22.143	22.143	62.719	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	22.143	22.143	55.714	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	22.143	22.143	50.000	
1	A	0	1.240	2.352	3.168	0	12.903	9.069	6.733	28.705	0.836
	B	1.296	2.800	2.352	3.168	12.346	5.714	22.143	16.439	56.642	
	C	2.800	2.800	2.352	3.168	5.714	5.714	22.143	16.439	50.010	
	D	2.800	0	2.352	3.168	5.714	0	22.143	16.439	44.296	

Efforts dans le Portique 5.5
SOUS G

NIVEAU	Noeud	l'w(m)	le(m)	Gw	Ge	M'w	M'e	Mw	Me	Mn	Ms
9	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0	2.880	0	1.558	0	1.520	0	2.656	0	-1.855
	D	2.880	0	1.558	0	0.714	0	0.443	0	0	-0.443
8	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0	2.880	0	1.275	0	1.244	0	1.483	-0.346	-0.389
	D	2.880	0	1.275	0	0.988	0	0.746	0	-0.351	-0.395
7	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	0	2.880	0	1.500	0	1.464	0	0.908	0	0.908
	C	2.880	2.980	1500	1.275	1.464	1.244	1422	1286	-0.068	-0.068
	D	2.880	0	1.275	0	1.244	0	0.771	0	-0.771	-0.771
6	A	0	1.240	0	1.176	0	0.213	0	0.088	0	0.088
	B	1404	2.800	1.176	1.176	0.273	1.085	0,464	0.988	0.152	0.372
	C	2.800	2.800	1.176	1.176	1.085	1.047	1.079	1.052	-0.008	-0.019
	D	2.800	0	1.176	0	1.085	0	0.996	0	-0.141	-0.344
5	A	0	1.240	0	1.176	0	0.213	0	0.121	0.057	0.064
	B	1.276	2.900	1.176	1.176	0.225	1.085	0.397	1.006	0.304	0.304
	C	2.800	2.800	1.176	1.176	1.085	1.057	1.082	1.059	-0.011	-0.011
	D	2.800	0	1.176	0	1.085	0	1.019	0	-0.254	-0.254
4	A	0	1.240	0	1.176	0	0.213	0	0.337	-0.087	-0.087
	B	1.258	2.900	1.176	1.176	0.118	1.085	0.314	0.997	0.341	0.341
	C	2.800	2.800	1.176	1.176	1.085	1.057	1.082	1.059	-0.011	-0.011
	D	2.800	0	1.176	0	1.085	0	1.019	0	-0.254	-0.254

3	A	0	1.240	0	1.176	0	0.213	0	0.337	-0.087	-0.087
	B	1.258	2.900	1.176	1.176	0.118	1.085	0.314	0.997	0.341	0.341
	C	2.800	2.800	1.176	1.176	1.085	1.057	1.088	1.059	-0.011	-0.011
	D	2.800	0	1.176	0	1.085	0	1.019	0	-0.254	-0.254
2	A	0	1.240	0	1.176	0	0.213	0	0.337	-0.087	-0.087
	B	1.258	2.900	1.176	1.176	0.118	1.085	0.314	0.997	0.341	0.341
	C	2.800	2.800	1.176	1.176	1.085	1.057	1.082	1.059	-0.011	-0.011
	D	2.800	0	1.176	0	1.085	0	1.019	0	-0.254	-0.254
1	A	0	1.240	0	1.176	0	0.213	0	0347	-0.094	-0.070
	B	1.296	2.800	1.176	1.176	0.124	1.085	0.333	0.988	0.375	0.278
	C	2.800	2.800	1.176	1.176	1.085	1.054	1.081	1.051	-0.014	-0.010
	D	2.800	0	1.176	0	1.085	0	1.011	0	-0.286	-0.213

Efforts dans le Portique 5 5
SOUS Q

NIVEAU	NOEUD	l'w (m)	l'e (m)	Qw	Qe	M'w	M'e	Mw	Me	Mn	Ms
9	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0	2.880	0	0.185	0	0.180	0	0.328	0	-0.242
	D	2.880	0	0.185	0	0.078	0	0.048	0	0	-0.048
8	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0	2.880	0	0.324	0	0.316	0	0.483	-0.243	-0.273
	D	2.880	0	0.324	0	0.201	0	0.152	0	-0.071	-0.080
7	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	0	2.880	0	0.370	0	0.361	0	0.224	0	0.224
	C	2.880	2.880	0.370	0.374	0.361	0.365	0.362	0.364	0.001	0.001
	D	2.880	0	0.374	0	0.365	0	0.226	0	-0.226	-0.226
6	A	0	1.240	0	0.291	0	0.053	0	0.022	0	0.022
	B	1.404	2.800	0.291	0.291	0.067	0.268	0.114	0.244	0.037	0.092
	C	2.800	2.800	0.291	0.291	0.257	0.268	0.258	0.266	0.002	0.006
	D	2.800	0	0.291	0	0.268	0	0.248	0	-0.030	-0.074
5	A	0	1.240	0	0.291	0	0.053	0	0.030	0.014	0.016
	B	1.276	2.800	0.291	0.291	0.056	0.268	0.098	0.248	0.075	0.075
	C	2.800	2.800	0.291	0.291	0.268	0.260	0.267	0.261	-0.003	-0.003
	D	2.800	0	0.291	0	0.268	0	0.254	0	-0.055	-0.055
4	A	0	1.240	0	0.291	0	0.053	0	0,091	-0.026	-0.026
	B	1.258	2.800	0.291	0.291	0.026	0.268	0.075	0.246	0.085	0.085
	C	2.800	2.800	0.291	0.291	0.268	0.260	0.267	0.261	-0.003	-0.003
	D	2.800	0	0.291	0	0.268	0	0,254	0	-0.055	-0.055

3	A	0	1.240	0	0.291	0	0.053	0	0.091	-0.026	-0.026
	B	1.258	2.800	0.291	0.291	0.026	0.268	0.079	0.246	0.085	0.085
	C	2.800	2.800	0.291	0.291	0.268	0.260	0.267	0.261	-0.003	-0.003
	D	2.800	0	0.291	0	0.268	0	0.254	0	-0.055	-0.055
2	A	0	1.240	0	0.291	0	0.053	0	0091	-0.026	-0.026
	B	1.258	2.800	0.291	0.291	0.026	0.268	0.075	0.246	0.085	0.085
	C	2.800	2.800	0.291	0.291	0.268	0.260	0.267	0.261	-0.003	-0.003
	D	2.800	0	0.291	0	0.268	0	0.254	0	-0.055	-0.055
1	A	0	1.240	0	0.291	0	0.053	0	0.094	-0.028	-0.021
	B	1.296	2.800	0.291	0.291	0.027	0.268	0.079	0.244	0.094	0.069
	C	2.800	2.800	0.291	0.291	0.268	0.259	0.267	0.260	-0.004	-0.003
	D	2.800	0	0.291	0	0.268	0	0.252	0	-0.062	-0.046

Efforts dans les Poteaux
Portique Transversal 5_5

		SOUS G				SOUS P			
NIVEAU	POTEAUX	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
9	A	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	-1.855	-0.346	3.480	3.480	-0.242	-0.243	0.418	0.418
	D	-0.443	-0.351	2.284	2.284	-0.048	-0.071	0.266	0.266
8	A	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	-0.389	-0.068	2.558	6.038	-0.273	0.001	0.647	1.065
	D	-0.395	-0.771	2.159	4.443	-0.080	-0.226	1.451	1.717
7	A	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	0.908	0.152	2.636	2.636	0.224	0.037	0.647	0.647
	C	-0.068	-0.008	5.412	11.450	0.001	0.002	1.451	2.516
	D	-0.771	-0.141	2.219	6.662	-0.226	-0.030	0.654	2.371
6	A	0.088	0.057	0.778	0.778	0.022	0.014	0.193	0.193
	B	0.372	0.304	3.372	6.008	0.092	0.075	0.835	1.482
	C	-0.019	-0.011	4.391	15.841	0.006	-0.003	1.089	3.601
	D	-0.344	-0.254	2.160	8.822	-0.074	-0.055	0.535	2.904
5	A	0.064	-0.087	0.837	1.615	0.016	-0.026	0.207	0.400
	B	0.304	0.341	3.317	9.325	0.075	0.085	0.820	2.302
	C	-0.011	-0.011	4.382	20.223	-0.003	-0.003	1.083	4.684
	D	-0.254	-0.254	2.165	10.987	-0.055	-0.055	0.536	3.440
4	A	-0.087	-0.087	1.013	2.628	-0.026	-0.026	0.256	0.656
	B	0.341	0.341	3.138	12.463	0.085	0.085	0.770	3.072
	C	-0.011	-0.011	4.384	24.607	-0.003	-0.003	1.084	5.768
	D	-0.254	-0.254	2.165	13.152	-0.055	-0.055	0.536	3.976

3	A	-0.087	-0.087	1.013	3.641	-0.026	-0.026	0.256	0.912
	B	0.341	0.341	3.138	15.601	0.085	0.085	0.770	3.842
	C	-0.011	-0.011	4.384	28.991	-0.003	-0.003	1.084	6.852
	D	-0.254	-0.254	2.165	15.317	-0.055	-0.055	0.536	4.512
2	A	-0.087	-0.094	1.013	4.654	-0.026	-0.028	0.256	1.168
	B	0.341	0.375	3.138	18.739	0.085	0.094	0.770	4.612
	C	-0.011	-0.014	4.384	33.375	-0.003	-0.004	1.084	7.936
	D	-0.254	-0.286	2.165	17.472	-0.055	-0.062	0.536	5.048
1	A	0.070	0.035	1.007	5.661	-0.021	-0.010	0.574	1.742
	B	0.278	0.139	3.147	21.880	0.069	0.034	1.780	6.392
	C	-0.010	-0.005	4.388	37.763	-0.003	-0.015	2.468	10.404
	D	-0.213	-0.106	2.163	19.645	-0.046	-0.023	1.228	6.276

Efforts dans les Poutres
Portique Transversal 5 5

		SOUS G					SOUS P				
NIVEAU	TRAVEE	Me	Mw	Mt	Te	Tw	Me	Mw	Mt	Te	Tw
9	A-B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B-C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C-D	2.656	0.443	1.116	3.480	-2.284	0.328	0.048	0.128	0.418	-0.266
8	A-B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B-C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C-D	1.483	0.746	1.067	2.558	-2.159	0.483	0.152	0.236	0.6886	-0.510
7	A-B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B-C	0.908	1.422	1.402	2.636	-2.914	0.224	0.362	0.340	0.647	-0.722
	C-D	1.286	0.771	1.153	2.498	-2.219	0.364	0.226	0.345	0.729	-0.654
6	A-B	0.088	0.464	0.149	0.778	-1.221	0.022	0.114	0.037	0.193	-0.301
	B-C	0.988	1.079	0.978	2.151	-2.200	0.244	0.258	0.247	0.534	-0.542
	C-D	1.052	0.996	0.988	2.191	-2.160	0.266	0.248	0.241	0.543	-0.533
5	A-B	0.121	0.397	0.166	0.837	-1.162	0.030	0.098	0.041	0.207	-0.287
	B-C	1.006	1.082	0.968	2.155	-2.196	0.248	0.267	0.240	0.533	-0.543
	C-D	1.059	1.019	0.973	2.186	-2.165	0.261	0.254	0.240	0.540	-0.536
4	A-B	0.337	0.314	0.099	1.013	-0.986	0.091	0.075	0.022	0.256	-0.238
	B-C	0.997	1.082	0.972	2.152	-2.198	0.246	0.267	0.241	0.532	-0.544
	C-D	1.059	1.019	0.973	2.186	-2.165	0.261	0.254	0.240	0.540	-0.536
3	A-B	0.337	0.314	0.099	1.013	-0.986	0.091	0.075	0.022	0.256	-0.238
	B-C	0.997	1.082	0.972	2.152	-2.198	0.246	0.267	0.241	0.532	-0.544
	C-D	1.059	1.019	0.973	2.186	-2.165	0.261	0.254	0.240	0.540	-0.536
2	A-B	0.337	0.314	0.099	1.013	-0.986	0.091	0.075	0.022	0.256	-0.238
	B-C	0.997	1.082	0.972	2.152	-2.198	0.246	0.267	0.241	0.532	-0.544
	C-D	1.059	1.019	0.973	2.186	-2.165	0.261	0.254	0.240	0.540	-0.536

1	A-B	0.347	0.333	0.085	1.007	-0.991	0.094	0.079	0.153	0.573	-0.556
	B-C	0.988	1.081	0.977	2.150	-2.200	0.244	0.267	0.882	1.224	-1.236
	C-D	1.057	1.011	0.978	2.188	-2.163	0.260	0.252	0.882	1.232	-1.228

CHAPITRE 11: COMBINAISONS DES SOLLICITATIONS

combinaisons des sollitations

Les éléments structuraux doivent être ferraillés en considérant les combinaisons des charges verticales et des charges horizontales. Cependant, il existe plusieurs cas de combinaisons et il faut donc selectionner les combinaisons qui donnent les cas les plus défavorable.

I COMBINAISONS A CONSIDERER POUR LE CAS DE BATIMENTS COURANTS:

Dans le cas de batiments courants, les diversesactions à considérer sont :

- G: charges permanents
- P: surcharges d'exploitations
- W: charges dues au vent
- E: charges dues au séisme.

I.1 COMBINAISONS POUR LES ETATS LIMITES ULTIMES:

a) Situations durables:

* $1.35\,G + 1.5\,P \pm 1.2\,W$.
* $1.35\,G + P \pm 1.5\,W$.

b) Situations accidentelles: (R.P.A 88 Article 3.1.11)

* $G + P \pm E$
* $0.8\,G \pm E$

} Pour les poutres.

* $G + P \pm 1.2\,E$
* $0.8\,G \pm E$

} Pour les poteaux.

I.2 COMBINAISONS POUR LES ETATS LIMITES DE SERVICE :

* $G + P \pm 0.9\,W$

* $G + 0.8P \pm W$

REMARQUE : La signe (-) traduit le fait que pour une direction considéré, il ya possibilité d'alternance des sollicitations

- MOMENTS EN TRAVEE :

a/ Situation durable

a.1/ ETAT LIMITE ULTIME :

- $M_t(1.35G + 1.5P \pm 1.2W) = M_o(1.35G + 1.5P) - \frac{M_e(1.35) + M_w(1.35G)}{2} \pm 1.2\,M_t(W)$

- $M_t(1.35G + P \pm 1.5W) = M_o(1.35G + P) - \frac{M_e(1.35G) + M_w(1.35G)}{2} \pm 1.5\,M_t(W)$

a.2/ ETAT LIMITE DE SERVICE

- $M_t(G + P \pm 0.9W) = M_o(G + P) - \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2} \pm 0.9\,M_t(W)$
- $M_t(G + 0.8P \pm W) = M_o(G + 0.8P) - \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2} \pm M_t(W)$.

b/ Situation accidentelle :

- $M_t = M_o(G + P) - \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2} \pm M_t(E)$ _____ Pour les poutres.
- $M_t = M_o(G + P) - \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2} \pm 1.2\,M_t(E)$ ____ Pour les poteaux
- $M_t = M_t(0.8G) - \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2} \pm M_t(E)$.

N.B : les calculs donnés concerne le portique "9-5". pour les portiques "C-C" et "A-1" voir annexe.

Moments aux Noeuds Portique transversal 5_5

E.L.U

NIVEAU	TRAVEE	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.5 W		1.35G+P-1.5W		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw
9	A-B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B-C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C-D	5.033	1.625	3.122	-0.285	5.107	1.840	2.719	-0.548	7.092	4.589	-1.114	-3.607	6.283	4.452	-1.973	-3.743
8	A-B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B-C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—
	C-D	5.567	3.521	-0.114	-1.051	6.035	4.016	-1.065	-1.638	10.562	7.773	-6.630	-5.977	9.782	7.472	-7.409	-6.278
7	A-B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B-C	4.950	5.104	-1.827	-0.178	5.686	5.583	-2.786	-1.019	8.002	7.508	-5.738	-3.340	-3.940	7.596	-6.143	-4.586
	C-D	4.923	4.869	-0.359	-2.109	5.401	5.628	-1.201	-3.035	7.374	8.698	-4.074	-6.704	6.735	8.317	-4.695	-7.084
6	A-B	2.355	5.233	-2.051	-3.638	2.895	6.284	-2.613	-4.803	3.968	9.399	-3.748	-8.243	3.928	9.192	-3.787	-8.450
	B-C	3.917	4.776	-0.518	-1.089	4.349	5.380	-1.194	-1.951	5.642	6.957	-3.178	-4.283	5.200	6.483	-3.619	-4.757
	C-D	4.752	7.488	-1.113	-4.055	5.352	8.807	-1.879	-5.622	6.938	12.971	-4.302	-10.483	6.462	12.524	-4.778	-10.930

5	A-B	4.899	4.129	-4.482	-4.764	6.057	7.442	-5.670	-6.174	8.673	10.475	-8.371	-9.485	8.618	10.297	-8.425	-9.662
	B-C	4.453	4.767	-0.993	-1.045	5.009	5.361	-1.797	-1.905	6.244	6.819	-3.736	-4.121	5.795	6.335	-4.185	-4.604
	C-D	4.727	8.822	-1.085	-5.309	5.324	10.461	-1.942	-7.202	6.790	13.178	-4.150	-10.632	6.317	12.720	-4.623	-11.090
4	A-B	6.486	7.332	-5.303	-6.259	7.914	8.993	-6.822	-7.995	10.522	11.503	-9.666	-10.725	10.364	11.365	-9.824	-10.863
	B-C	5.112	5.534	-1.682	-1.812	5.838	6.319	-2.654	-2.864	6.800	7.795	-4.314	-5.117	6.354	7.332	-4.759	-5.600
	C-D	5.494	10.596	-1.852	-7.082	6.282	12.678	-2.901	-9.419	7.786	15.634	-5.146	-13.088	7.313	15.176	-5.619	-13.546
3	A-B	7.234	8.683	-6.052	-7.607	8.850	10.678	-7.758	-9.680	12.004	13.813	-11.148	-13.035	11.845	7.256	-11.306	-6.754
	B-C	5.791	6.324	-2.356	-2.062	6.681	7.306	-3.497	-3.851	7.955	8.354	-5.469	-5.656	7.509	7.870	-5.914	-6.139
	C-D	6.284	12.070	-2.642	-8.557	7.269	14.522	-3.887	-11.263	8.325	19.084	-5.685	-16.538	7.852	18.626	-6.158	-16.996
2	A-B	8.716	10.026	-7.534	-8.953	10.702	12.361	-9.610	-11.363	13.328	15.350	-12.472	-14.572	13.169	15.272	-12.630	-14.709
	B-C	6.459	6.979	-3.029	-3.257	7.523	8.125	-4.339	-4.669	8.724	9.549	-6.238	-6.851	8.278	9.065	-6.683	-7.334
	C-D	6.939	12.808	-3.297	-9.295	8.088	15.444	-4.707	-12.185	9.520	19.709	-6.880	-17.163	9.047	19.251	-7.353	-17.621
1	A-B	10.015	11.249	-8.796	-10.113	12.319	13.880	-11.194	-12.823	13.520	16.440	-12.638	-15.616	13.356	16.294	-12.807	-15.762
	B-C	7.039	7.886	-3.640	-4.166	8.253	9.259	-5.097	-11.806	7.913	11.143	-5.449	-8.447	7.471	10.659	-5.891	-8.930
	C-D	7.843	12.269	-4.209	-8.793	9.220	14.775	-5.846	-11.541	11.112	17.037	-8.478	-14.511	10.641	16.583	-8.949	-14.965

Efforts tranchants dans les Poutres

Portique 5.5

E.L.U

Niveau	TRAVEE	1.35G + 1.5 P + 1.2W		1.35G + 1.5 P - 1.2W		1.35G + P + 1.5 W		1.35G + P - 1.5 W		G + P + E		G + P - E		0.8 G + E		0.8 G - E	
		Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Te	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw
9	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	C-D	4.847	-3.960	5.803	-3.005	4.519	-3.846	5.713	-2.752	1.849	-4.599	5.347	-0.501	0.735	-3.876	4.883	0.220
8	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	C-D	3.204	-4.961	5.767	-2.398	2.539	-5.026	5.743	-1.822	-0.621	-6.536	7.113	1.198	-1.821	-5.594	5.913	2.139
7	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	3.022	-6.524	6.038	-3.509	2.322	-6.540	6.089	-2.772	0.735	-6.784	6.431	-0.488	-1.039	-5.479	5.257	0.817
	C-D	2.933	-5.509	5.998	-2.444	2.186	-5.565	6.017	-1.734	-0.129	-6.229	6.583	0.483	-1.357	-5.737	5.354	1.581
6	A-B	-1.981	-5.419	4.660	1.219	-2.807	-6.098	5.394	2.199	-5.368	-7.861	7.310	4.817	-5.716	-7.316	6.961	5.362
	B-C	2.417	-5.071	4.992	-2.495	1.828	-5.121	5.047	-1.902	0.178	-5.249	5.792	-0.235	-0.786	-4.267	4.227	0.747
	C-D	1.596	-5.891	5.848	-1.540	0.781	-6.168	6.220	-0.729	-1.602	-7.029	7.070	1.634	-2.583	-6.064	6.088	2.608

5	A-B	-3.628	-7.068	6.509	3.069	-4.999	-8.192	7.673	4.480	-8.207	-10.700	10.295	7.802	-8.581	-10.181	9.921	8.321
	B-C	2.358	-5.131	5.061	-2.426	1.751	-5.198	5.133	-1.817	0.073	-5.354	5.303	-0.124	-0.891	-4.372	4.339	0.858
	C-D	1.268	-6.219	6.253	-1.234	0.375	-6.574	6.606	-0.343	-1.617	-7.045	7.0700	1.643	-2.595	-6.076	6.093	2.612
4	A-B	-4.593	-8.032	8.096	4.656	-6.307	-9.499	9.554	6.361	-9.335	-11.828	11.873	9.380	-9.794	-11.393	11.414	9.815
	B-C	2.092	-5.395	5.315	-2.172	1.423	-5.526	5.452	-1.497	-0.322	-5.748	5.690	0.264	-1.284	-4.764	4.727	1.247
	C-D	0.634	-6.854	6.888	-0.599	-0.418	-7.367	7.400	0.450	-2.480	-7.307	7.932	2.505	-3.457	-6.938	6.955	3.474
3	A-B	-5.686	-9.125	9.189	5.749	-7.673	-10.866	10.920	7.728	-11.231	-13.724	13.769	11.276	-11.689	-13.288	13.310	11.717
	B-C	1.569	-5.817	5.837	-1.649	0.770	-6.178	6.104	-0.844	-0.745	-6.171	6.173	0.687	-1.707	-5.187	5.151	1.670
	C-D	0.067	-7.420	7.455	-0.033	-1.126	-8.076	8.108	1.158	-3.478	-8.905	8.930	3.503	-4.455	-7.936	7.953	4.472
2	A-B	-7.055	-10.495	10.558	7.118	-9.385	-12.577	12.632	9.439	-12.661	-15.154	15.199	12.708	-13.119	-14.718	14.740	13.141
	B-C	1.237	-6.249	6.169	-1.317	0.355	-6.594	6.519	-0.428	-1.236	-6.662	6.604	1.178	-2.198	-5.678	5.642	2.162
	C-D	-0.280	-7.768	7.803	0.315	-1.561	-8.511	8.543	1.593	-3.933	-9.360	9.385	3.958	-4.910	-8.391	1.407	4.927
1	A-B	-7.822	-12.214	12.263	7.871	-10.620	-14.447	14.487	10.659	-12.972	-16.100	16.134	13.006	-13.747	-15.346	15.358	13.760
	B-C	1.897	-7.665	7.580	-1.982	0.574	-7.758	7.678	-0.654	-0.745	-7.555	7.493	0.683	-2.399	-5.879	5.839	2.359
	C-D	0.664	-8.839	8.939	-0.624	-0.986	-9.320	9.357	1.024	-2.972	-9.783	9.812	3.001	-4.642	-8.122	8.142	4.662

Moments en Travées Portique 5_5

		E.L.U							
Niveau	TRAVEE	1.35G+1.5P +1.2W	1.35G+1.5P -1.2W	1.35G+P +1.5W	1.35G+P -1.5W	G+P+E	G+P-E	0.8G+E	0.8G-E
9	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-D	1.981	1.981	1.823	1.823	1.432	1.432	0.893	0.893
8	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-D	1.994	2.548	1.648	2.341	2.193	3.913	-0.006	1.714
7	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	2.469	3.215	2.059	2.992	1.462	2.608	0.548	1.695
	C-D	2.940	2.093	2.726	1.667	2.781	0.805	1.910	-0.065
6	A-B	1.474	-0.757	1.701	-1.088	2.735	-2.227	2.600	-2.362
	B-C	2.425	1.709	2.265	1.371	2.881	0.871	1.387	0.177
	C-D	3.500	0.661	3.606	0.057	4.539	-1.567	3.843	-2.263
5	A-B	0.759	0.003	0.802	-0.143	1.000	-0.458	0.862	-0.596
	B-C	2.145	1.963	1.918	1.691	1.706	1.226	1.074	0.534
	C-D	4.140	-0.019	4.419	-0.788	4.688	-1.746	3.995	-2.438
4	A-B	0.741	-0.958	0.801	-0.324	0.774	-0.306	0.589	-0.437
	B-C	2.197	1.921	1.983	1.637	1.924	1.076	1.232	0.324
	C-D	4.644	-0.523	5.041	-1.498	5.478	-2.476	4.725	-3.168
3	A-B	1.047	-0.458	1.176	-0.698	1.128	-0.720	1.003	-0.845
	B-C	2.255	1.863	2.054	1.565	1.616	1.324	0.924	0.632
	C-D	4.986	-0.865	5.468	-1.845	6.874	-3.932	6.781	-4.624
2	A-B	0.973	-0.390	1.091	-0.673	1.234	-0.826	1.109	-0.951
	B-C	2.245	1.873	2.043	1.577	1.829	1.111	1.136	0.418
	C-D	5.027	-0.906	5.579	-1.896	6.589	-3.647	5.896	-4.338
1	A-B	1.112	-0.162	1.151	-0.442	1.799	-1.149	1.542	-1.406
	B-C	3.369	2.683	2.886	2.028	3.672	0.558	2.338	-0.775
	C-D	5.277	0.777	5.271	-0.354	5.105	-0.873	3.771	-2.206

Moments dans les Poteaux

Portique transversal 5_5

E.L.U

NIVEAU	POTEAU	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.5W		1.35G+P-1.5W		G+P+1.2E		G+P-1.2E		0.8G+E		0.8G-E	
		Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf
9	A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	C	-1.912	-0.513	-3.822	-1.149	-1.152	-0.313	-3.940	-1.107	2.921	1.413	-7.014	-2.591	2.614	1.391	-5.582	-1.945
	D	0.285	-0.262	-1.625	-0.898	0.648	-0.148	-1.840	-0.942	4.426	1.579	-5.506	-2.423	3.743	1.387	-4.452	-1.948
8	A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	C	1.905	1.803	-3.775	-1.984	2.752	2.274	-4.348	-2.259	7.652	5.427	-8.975	-5.562	5.987	4.524	-7.239	-4.633
	D	1.633	-0.148	-2.939	-2.611	2.244	0.272	-3.471	-2.806	5.773	2.977	-6.315	-4.081	4.891	2.728	-5.523	-3.962
7	A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	4.951	3.031	-1.827	-2.510	5.686	3.705	-2.786	-3.221	9.376	7.188	-7.112	-6.911	7.596	5.954	-6.143	-5.711
	C	3.298	2.763	-3.295	-2.778	4.145	3.454	-4.327	-3.472	8.177	6.994	-8.311	-7.005	6.815	5.826	-6.924	-5.839
	D	0.878	1.271	-3.638	-1.741	1.556	1.662	-4.089	-2.103	4.230	3.915	-6.224	-4.257	3.739	3.292	-4.973	-3.517
6	A	2.355	1.952	-2.051	-1.756	2.864	2.408	-2.644	-2.226	4.739	4.700	-4.579	-4.558	3.928	3.903	-3.787	-3.812
	B	4.523	3.699	-3.243	-2.653	5.448	4.456	-4.259	-3.485	9.342	7.613	-8.413	-6.854	7.695	6.271	-7.700	-5.785
	C	3.078	2.043	-3.111	-2.082	3.848	2.561	-3.888	-2.596	6.475	5.273	-6.501	-5.301	5.392	4.397	-5.422	-4.415
	D	3.691	1.553	-4.814	-2.526	4.794	2.075	-5.871	-2.871	9.568	3.957	-4.684	-4.575	8.047	3.352	-8.597	-3.758

5	A	2.947	2.228	-2.726	-2.540	3.648	2.837	-3.444	-3.124	5.677	5.484	-5.517	-5.709	4.715	4.594	-4.613	-4.733
	B	5.517	4.624	-4.471	-3.498	6.728	5.653	-5.757	-4.562	11.109	9.087	-10.351	-8.245	9.185	7.499	-9.698	-6.953
	C	3.732	2.865	-3.770	-2.904	4.671	3.588	-4.706	-3.624	7.828	6.376	-7.856	-6.404	6.526	5.317	-6.544	-5.335
	D	4.661	2.521	-5.512	-3.371	5.961	3.284	-6.756	-4.080	9.711	6.898	-10.329	-7.519	8.147	5.803	-8.553	-6.209
4	A	3.353	2.715	-3.666	-3.028	4.244	3.446	-4.531	-3.733	6.403	6.403	-6.629	-6.629	5.360	5.360	-5.499	-5.499
	B	6.694	5.583	-5.519	-4.407	8.178	6.789	-7.088	-5.699	11.760	11.760	-10.908	-10.908	9.717	9.717	-9.172	-9.172
	C	4.443	3.632	-4.482	-3.671	5.073	4.546	-5.596	-4.582	9.114	7.423	-9.142	-7.452	7.598	6.189	-7.615	-6.206
	D	5.647	3.503	-6.318	-4.354	6.986	4.513	-7.764	-5.309	9.717	9.717	-10.335	-10.335	8.152	8.152	-8.558	-8.558
3	A	3.615	3.615	-3.928	-3.928	4.571	4.571	-4.858	-4.858	7.262	7.262	-7.488	-7.488	6.076	6.076	-6.215	-6.215
	B	7.807	6.493	6.631	-5.317	9.569	7.927	-8.478	-6.836	13.255	13.255	-12.403	-12.403	10.964	10.964	-10.418	-10.418
	C	5.254	4.296	-5.293	-4.305	6.574	5.376	-6.610	-5.411	9.362	9.362	-9.389	-9.389	7.804	7.804	-7.822	-7.822
	D	5.959	4.799	-6.911	-5.650	7.593	6.133	-9.379	-6.929	11.038	11.038	-11.656	-11.656	9.253	9.253	-9.659	-9.659
2	A	4.197	4.185	-4.510	-4.522	5.298	5.287	-5.585	-5.597	7.992	7.983	-8.217	-8.227	6.684	6.678	-6.824	-6.829
	B	8.918	7.462	-7.742	-6.167	10.958	9.118	-9.867	-7.918	14.527	14.570	-13.675	-13.632	12.024	12.051	-11.478	-11.451
	C	5.903	5.121	-5.941	-5.170	7.394	6.409	-7.420	-6.455	10.297	10.286	-10.318	-10.322	8.578	8.576	-8.596	-8.598
	D	5.402	7.089	-6.253	-8.047	6.886	9.012	-7.682	-9.908	10.467	13.882	-11.085	-14.517	8.776	11.579	-9.183	-12.036
1	A	5.115	7.518	-4.989	-7.451	5.757	8.391	-6.241	-9.316	7.639	12.340	-7.541	-12.297	6.391	10.291	-6.269	-10.236
	B	9.685	17.335	-8.727	-16.857	11.952	21.592	-11.064	-21.148	15.009	27.284	-14.316	-26.938	12.441	22.704	-11.996	-27.004
	C	6.889	16.086	-6.925	-16.145	8.617	20.123	-8.650	-20.166	13.792	23.342	-13.217	-23.382	10.996	19.464	-11.012	-19.472
	D	2.601	15.700	-3.374	-16.056	3.364	19.682	-4.031	-20.014	4.500	25.029	-5.018	-25.287	3.795	20.880	-4.736	-21.049

Efforts Normaux dans les Poteaux

Portique 5_5

NIVEAU	POTEAU	1.35G+1.5P +1.2W	1.35G+1.5P -1.2W	1.35G+P +1.5W	1.35G+P -1.5W	G+P+1.2E	G+P-1.2E	0.8G+E	0.8G-E
9	A	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	/	/	/	/	/	/
	C	5.803	4.847	5.713	4.519	6.788	1.007	5.193	0.375
	D	3.005	3.960	2.752	3.946	-0.341	5.441	-0.582	4.236
8	A	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	/	/	/	/	/	/
	C	11.508	7.989	11.415	7.017	14.634	-0.428	11.705	-1.445
	D	6.814	10.333	5.516	9.814	-1.371	13.691	-2.721	9.829
7	A	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	6.036	3.022	6.089	2.322	7.061	-0.484	5.256	-1.039
	C	21.016	17.447	20.204	15.743	21.746	6.185	15.644	2.876
	D	9.258	15.842	7.250	15.479	-2.525	20.591	-4.302	14.962
6	A	4.659	-1.979	5.392	-2.905	8.577	-6.635	6.961	-5.716
	B	9.809	10.858	8.937	10.248	21.883	-6.903	16.800	-7.187
	C	29.459	24.114	28.326	21.645	29.417	9.466	20.986	4.359
	D	10.798	21.733	7.979	21.647	-5.035	28.487	-6.970	21.025
5	A	11.168	-5.607	13.065	-7.904	20.723	-16.693	16.882	-14.298
	B	11.800	20.282	9.589	20.205	18.056	5.197	12.818	2.102
	C	38.139	30.514	36.750	27.219	36.957	12.856	26.220	6.136
	D	12.033	27.952	8.323	28.222	-7.547	36.401	-9.522	27.102
4	A	19.264	-10.200	22.679	-14.212	34.716	-28.148	28.296	-24.091
	B	10.216	30.406	8.680	31.114	12.847	18.223	7.730	12.210
	C	47.199	36.543	45.647	32.327	45.065	15.694	31.927	7.443
	D	12.632	34.806	7.873	35.589	-11.093	45.349	-12.996	34.039

3	A	98.453	15.886	33.539	-21.885	50.986	-41.879	41.606	-35.781
	B	12.546	41.102	7.056	42.898	5.869	33.016	1.169	23.792
	C	56.304	42.528	54.599	37.379	53.863	17.822	38.209	8.176
	D	12.655	42.226	6.714	43.665	-15.837	55.495	-17.468	41.975
2	A	39.012	-22.942	46.172	-31.270	68.971	-57.326	56.347	-48.900
	B	11.597	52.834	4.136	55.682	-2.234	48.936	-6.329	36.312
	C	65.424	48.496	63.571	42.413	62.618	20.004	44.456	8.944
	D	12.351	49.994	5.121	52.176	-21.127	66.187	-22.335	50.366
1	A	51.275	-30.764	60.658	-41.890	88.095	-73.209	71.705	-62.648
	B	11.306	66.945	1.155	70.704	-9.834	66.378	-14.251	49.259
	C	76.345	56.826	73.583	43.184	72.202	24.132	50.239	10.181
	D	12.975	58.894	4.097	61.496	-25.406	77.248	-27.057	58.489

Moment dans les Poutres

Portique 5.5

E.L.S

NIVEAU	TRAVÉE	G+P+0.9W			G+P-0.9W			G+0.8P+W			G+0.8P-W		
		Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt
9	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-D	3,700	1,207	1,432	2,267	-0,225	1,432	3,714	1,277	1,368	2,122	-9,315	1,368
8	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-D	4,096	2,612	1,413	-0,164	-0,816	1,829	4,236	2,773	1,299	-0,497	-1,037	1,741
7	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	3,674	3,765	1,755	-1,409	-0,197	2,315	3,911	3,913	1,597	-1,737	-0,489	2,219
	C-D	3,631	3,614	2,111	-0,331	-1,620	1,475	3,778	3,859	2,018	-0,624	-1,956	1,312
6	A-B	1,762	3,904	1,091	-1,542	-2,748	-0,583	1,942	4,251	1,163	-1,730	-3,141	-0,697
	B-C	2,895	3,536	1,744	-0,431	-0,863	1,208	3,031	3,729	1,674	-0,665	-1,158	1,078
	C-D	3,517	5,573	2,551	-0,882	-3,085	0,421	3,708	6,004	2,569	-1,179	-3,615	0,203
5	A-B	3,669	4,580	0,554	-3,367	-3,590	-0,012	4,054	5,014	0,565	-3,764	-4,064	-0,065
	B-C	3,296	3,528	1,534	-0,788	-0,831	1,397	3,473	3,717	1,442	-1,064	-1,126	1,290
	C-D	3,499	6,572	3,031	-0,859	-4,026	-0,088	3,689	7,110	3,104	-1,154	-4,666	-0,362
4	A-B	4,848	5,485	0,541	-3,993	-4,707	-0,133	5,322	6,037	0,558	-4,502	-5,289	-0,192
	B-C	3,791	4,104	1,573	-1,306	-1,406	1,366	4,025	4,356	1,485	-1,637	-1,765	1,255
	C-D	4,075	7,902	3,408	-1,435	-5,356	0,466	4,328	8,588	3,524	-1,793	-6,144	-0,782
3	A-B	5,410	6,496	0,776	-4,554	-5,718	-0,358	5,946	7,16	0,808	-5,126	-6,412	0,442
	B-C	4,296	4,696	1,616	-1,811	-1,998	1,323	4,587	5,014	1,533	-2,199	-2,423	1,207
	C-D	4,647	9,808	3,665	-2,027	-6,462	-0,723	4,987	9,817	3,809	-2,451	-7,373	-1,066
2	A-B	6,522	7,506	0,715	-5,666	-6,728	-0,307	7,191	8,282	0,751	-6,361	-7,534	-0,385
	B-C	4,802	5,187	1,609	-2,315	-2,489	1,330	5,148	5,561	1,525	-2,764	-2,969	1,215
	C-D	5,158	9,562	3,688	-2,518	-7,016	-0,762	5,633	10,432	3,837	-2,997	-7,987	-1,107
1	A-B	7,495	8,423	0,803	-6,613	-7,599	-0,153	8,260	9,297	0,808	-7,416	-8,505	-0,254
	B-C	5,257	5,868	2,372	-2,773	-3,172	1,857	5,633	6,316	2,173	-3,247	-3,727	-1,607
	C-D	5,837	9,157	3,803	-3,203	-6,632	0,428	6,287	9,985	3,763	-3,757	-7,559	0,013

Efforts dans les Poteaux Portique 5.5

E.L.S

		G+P+0.9W			G+P−0.9W			G+0.8P+W			G+0.8P−W		
NIVEAU	POTEAU	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	4.256	-1.381	-0.350	3.539	-2.813	-0.827	4.212	-1.253	-0.275	3.416	-2.844	-0.805
	D	2.192	0.225	-0.183	2.908	-1.207	-0.660	2.098	0.314	-0.143	2.895	-1.277	-0.673
8	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	8.422	1.468	1.353	5.784	-2.792	-1.487	8.356	1.759	1.511	5.424	-2.974	-1.645
	D	4.941	1.239	-0.073	7.479	-2.199	-1.920	4.351	1.446	0.074	7.283	-2.364	-1.978
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	4.413	3.673	2.267	2.153	-1.409	-1.889	4.409	3.911	2.491	1.897	-1.737	-2.127
	C	15.304	2.474	2.072	12.627	-2.608	-2.084	14.949	2.757	2.303	11.976	-2.891	-2.315
	D	6.534	0.697	0.958	11.502	-2.691	-1.300	5.816	0.930	1.090	11.302	-2.834	-1.420
6	A	3.460	1.762	1.461	-1.518	-1.542	-1.319	3.698	1.942	1.613	-1.833	-1.730	-1.477
	B	7.096	3.376	2.761	7.883	-2.448	-2.003	6.756	3.682	3.011	7.631	-2.790	-2.283
	C	21.446	2.308	1.533	17.437	-2.334	-1.561	20.948	2.565	1.705	16.495	-2.593	-1.732
	D	7.625	2.781	1.175	15.826	-3.617	-1.793	6.589	3.152	1.351	15.701	-3.958	-1.947

5	A	8.306	2.207	1.675	-4.276	-2.047	-1.901	8.925	2.441	1.879	-5.055	-2.287	-2.095
	B	8.446	4.125	3.490	14.807	-3.367	-2.638	7.632	4.526	3.114	14.700	-3.798	-2.996
	C	27.786	2.799	2.149	22.047	-2.827	-2.177	27.147	3.113	2.391	20.793	-3.139	-2.417
	D	8.457	3.506	1.900	20.396	-4.124	-2.518	7.106	3.941	2.157	20.372	-4.537	-2.753
4	A	14.333	2.519	2.041	-7.765	-2.745	-2.266	15.429	2.817	2.285	-9.124	-3.033	-2.500
	B	8.805	5.006	4.173	22.265	-4.154	-3.321	7.443	5.498	4.572	22.398	-4.680	-3.754
	C	34.371	3.333	2.724	26.379	-3.361	-2.753	33.661	3.705	3.029	24.781	-3.732	-3.056
	D	8.813	4.111	2.637	25.443	-4.729	-3.255	7.094	4.613	2.976	25.572	-5.209	-3.572
3	A	21.180	2.715	2.715	-12.074	-2.942	-2.942	22.845	3.035	3.035	-14.104	-3.251	-3.251
	B	8.734	5.840	4.855	30.151	-4.988	-4.003	6.776	6.425	5.330	30.573	-5.607	-4.572
	C	41.009	3.941	3.222	30.677	-3.969	-3.255	40.213	4.382	3.583	28.733	-4.408	-3.609
	D	8.743	4.480	3.609	30.914	-5.098	-4.227	6.609	5.023	4.056	31.243	-5.619	-4.652
2	A	29.054	3.152	3.143	-17.411	-3.378	-3.387	31.402	3.520	3.512	-20.225	-3.736	-3.744
	B	7.817	6.674	5.580	38.815	-5.822	-4.642	5.246	7.351	6.129	39.671	-6.533	-5.228
	C	47.658	4.427	3.841	34.963	-4.455	-3.977	46.777	4.922	4.271	32.671	-4.948	-4.305
	D	8.413	4.061	5.328	36.646	-4.679	-6.024	5.835	4.558	5.971	37.205	-5.154	-6.643
1	A	38.167	3.938	5.637	-23.362	-3.740	-5.587	41.237	4.263	6.263	-27.128	-4.157	-6.209
	B	7.407	7.252	12.995	49.136	-6.557	-12.649	3.811	8.005	14.413	52.176	-7.338	-14.081
	C	55.486	8.167	12.067	40.847	-5.193	-12.187	54.219	5.743	13.413	37.953	-5.768	-13.447
	D	8.701	1.959	11.779	43.141	-2.477	-12.037	5.533	2.215	13.107	43.799	-2.715	-13.356

CHAPITRE 12: FERRAILLAGE DES ELEMENTS

Ferraillage

INTRODUCTION :

La détermination des armatures des éléments structuraux a été faite en appliquant les réglements du B.A.E.L 83 et ceci en remplacement des règles C.C.B.A 68. En effet, une des nouveautés introduites par les réglements B.A.E.L 83 est que les contraintes ne sont pas limitées comme c'etait le cas pour les règles C.C.B.A 68 donc le raisonnement s'etablit à partir d'un diagramme de déformations et non à partir d'un diagramme de contraintes.
Les hypothèses de calcul relatives aux E.L.U ont été enumerées dans le chapitre II.
Soit un élément d'une structure, cet élément peut travailler soit:

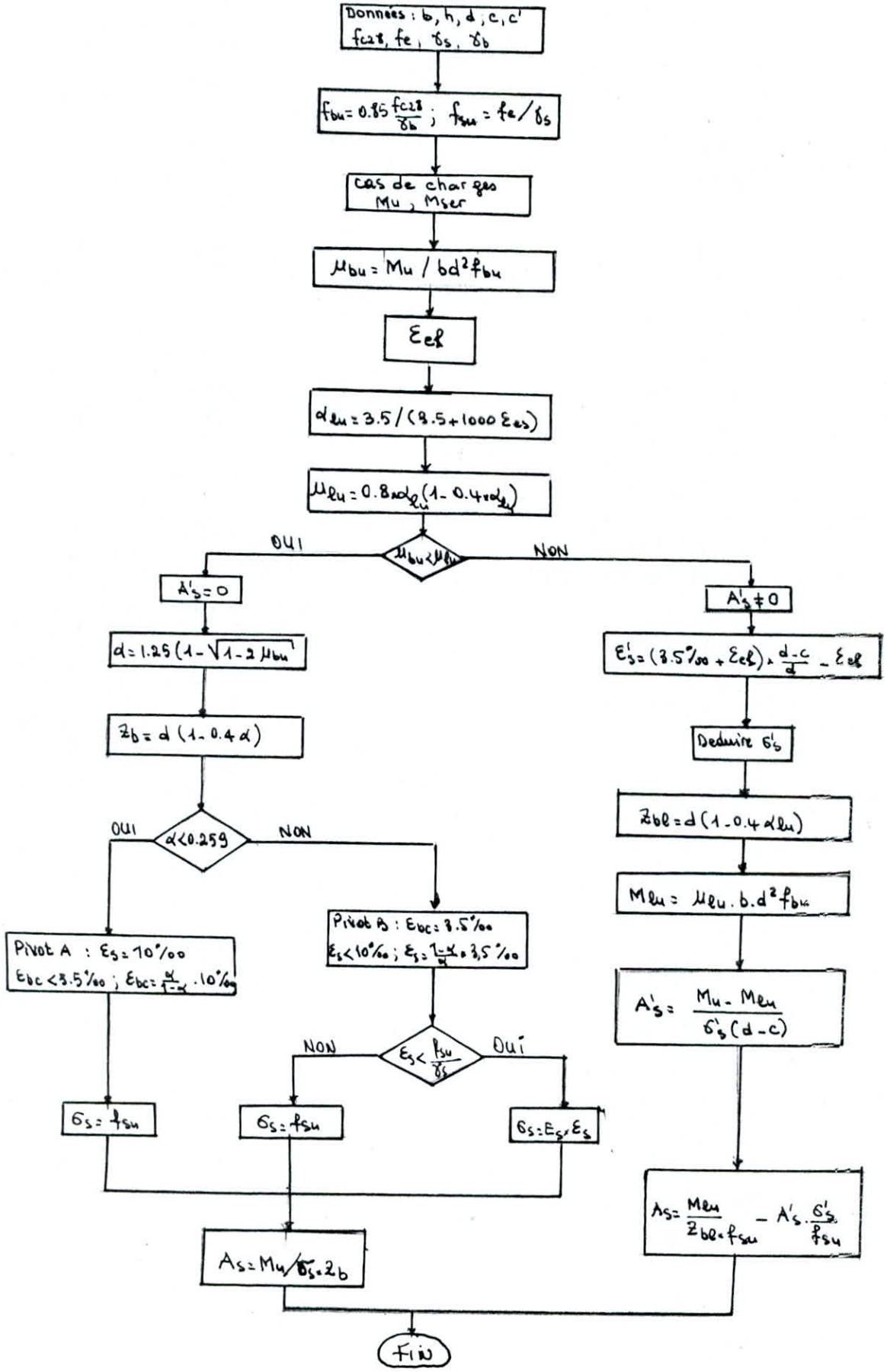
- En traction
- En compression
- En flexion simple
- En flexion composée.

Des programmes ont été établis pour les 02 derniers modes.

A/ FLEXION SIMPLE :

- Les hypothèses de calcul sont données au chapitre II.
- En flexion simple, les sections d'armatures à l'E.L.U d'une section rectangulaire ou en Té soumise à un moment ultime Mu sont données d'après l'organigramme suivant :

Organigramme de Flexion simple



• Vérification des Contraintes :

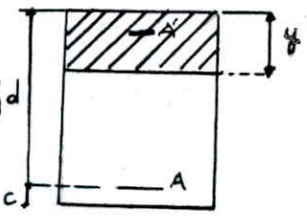
Les étapes à suivre pour la vérification des contraintes sont :

- Détermination de la position de l'axe neutre : "y" est solution de l'équation : $\frac{b_0 y^2}{2} + 15\,y(A+A') - 15\,(A'\cdot c + A\cdot d) = 0$

- Calcul du moment d'inertie de la section homogénéisée :

$$I = \frac{b_0 y^3}{3} + 15\cdot A'(y-c)^2 + 15\cdot A\,(d-y)^2.$$

Les contraintes normales sont données par :



$\sigma_{bc} = M_{ser}\frac{y}{I}$; $\sigma_s = 15\,M_{ser}\cdot\frac{d-y}{I}$; $\sigma'_s = 15\,M_{ser}\frac{y-c}{I}$;

et on doit vérifier que :

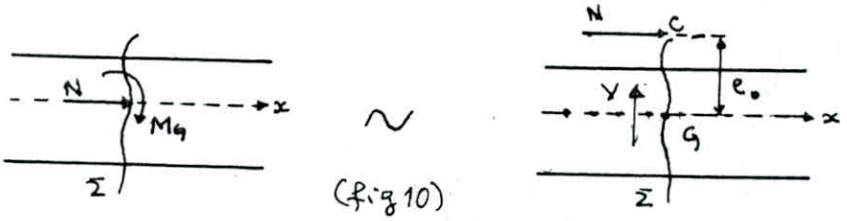
$$\sigma_{bc} \leq \overline{\sigma_{bc}} \quad ; \quad \sigma_s \leq \overline{\sigma_s} \quad ; \quad \sigma'_s \leq \sigma'_s$$

Un programme de vérification a été établi.

B/ FLEXION COMPOSEE :

Soit une poutre à plan moyen sollicitée en flexion composée le système de forces extérieures de gauche relatif à une section Σ se réduit au centre de gravité G de celle-ci, outre l'effort tranchant V à un couple de moment M_G et un effort normal N

(fig 10)



Le système (N, M_G) est équivalent à une force unique équipollente et appliquée en un point e (centre de pression) contenu dans le plan de symétrie.

La distance GC est l'excentricité e_o : $GC = e_o = M_G/N$

En flexion composée, les sollicitations à considérer à l'E.L.U sont:

* si N est une traction :

$$N_u = \Sigma \gamma_i N_i \quad ; \quad M_u = \Sigma \gamma_j M_j .$$

Avec i et j : indices qui signifient que l'effort normal et le moment de flexion peuvent avoir pour origine des actions de natures différentes.

γ : coefficient de sécurité relatif aux divers actions.

* si N est une compression:

les sections ainsi chargées doivent être vérifiées vis-a-vis du flambement si $\lambda > 50$.

avec $\lambda = \frac{l_f}{i}$ et $i = \sqrt{\frac{I}{B}}$ où B: Aire de la section non droite

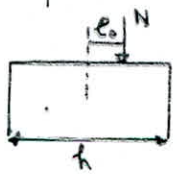
I: moment d'inertie de B.

Toute fois si $\lambda < 50$, on peut éffectuer un calcul par les méthodes qui suivent à condition :

1. D'introduire dans la direction la plus défavorable une éxcentricité additionnelle (e_a) de la force éxterieure traduisant les imperfectionnements géométriques de la section et tels que : $e_a \geq \text{Max}\left[2\text{cm} , l/250\right]$.
2. De travailler avec une sollicitation majoré par:

   • $\gamma_n = 1 + 0.2 \left(\lambda/35\right)^2$ pour $e_0/h \leq 1$

   • $\gamma_n = 1 + 0.2 \left(\lambda/35\right)^2 . \frac{h}{e_0}$ pour $\frac{e_0}{h} > 1$



h: hauteur de la section dans le plan contenant la force éxterieure

e_0: éxcentricité de cette force par rapport à G avant d'introduire e_a

$N_u = \gamma_n \sum \gamma_i N_i$ et $M_u = N_u \times e_a + \gamma_n \sum \gamma_i M_i$.

La réduction du moment au centre de gravité des armatures tendues donne

$$N_{uA} = N_u \quad \text{et} \quad M_{uA} = M_u + N_{uA}\left(d - \frac{h}{2}\right).$$

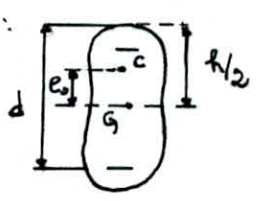
En flexion composée "04" situations peuvent se présenter:

- section partiellement comprimée.
- section partiellement comprimée surabondante.
- section entièrement comprimée.
- section entièrement tendue.

a/ section entièrement tendue:

une section est entièrement tendue si:

* N_u est un effort de traction
* $-(d - h/2) \; e_0 \leq (d - h/2)$

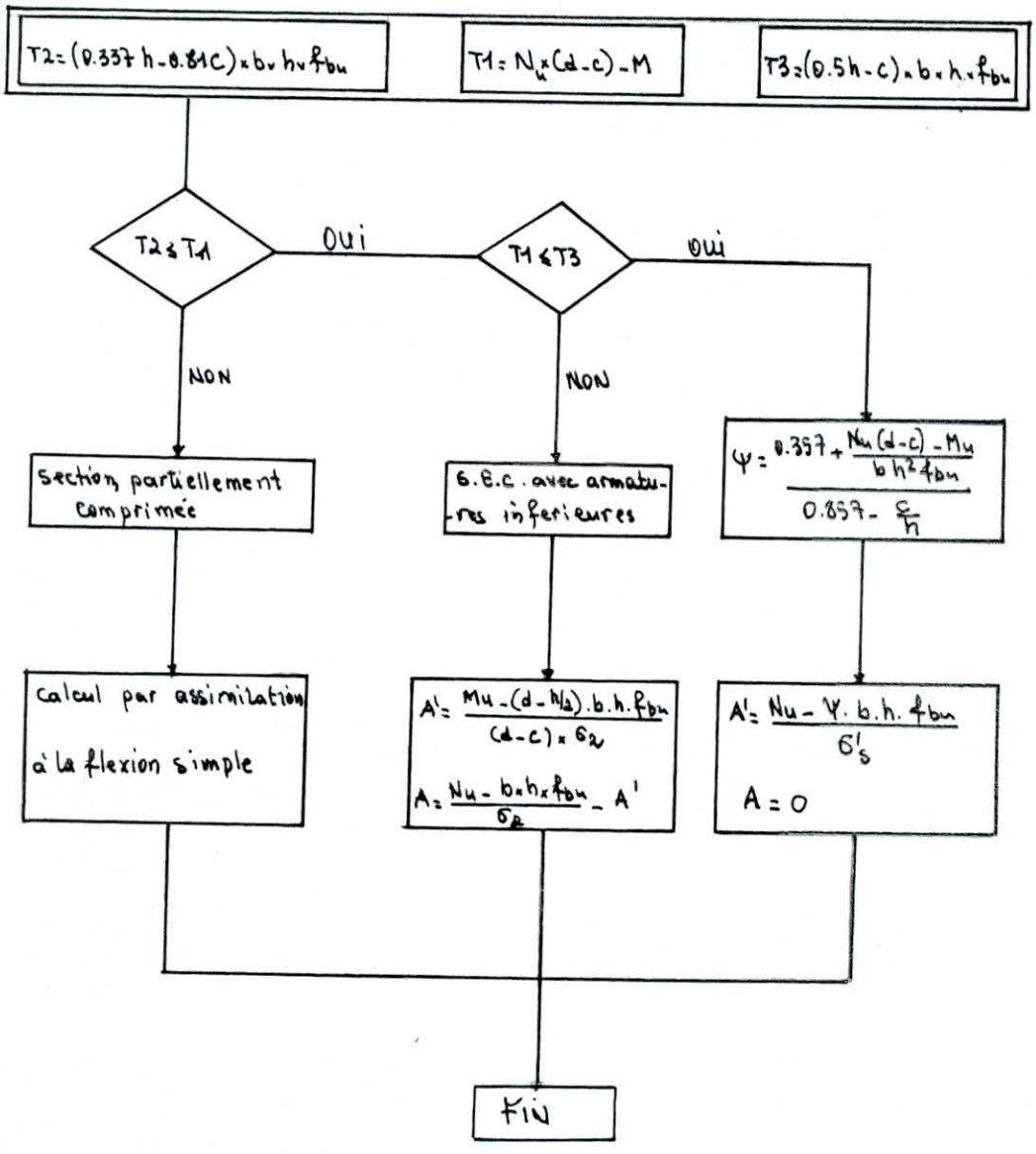


La section d'armatures est donnée par:

$$AC = \frac{N_u * EA}{(D-C) * f_{su}} \quad ; \quad AS = \frac{N_u}{F_{su}} - AC$$

b/ pour les autres situations, les sections d'armatures sont déterminés en utilisant l'organigramme suivant:

Organigramme Flexion_composée



σ_2 : correspond à une déformation de 2 ‰.

- VERIFICATION DES CONTRAINTES

Un programme de vérification a été établi pour les différentes situations à savoir : section entièrement tendu, section entièrement comprimé et section partiellement comprimée :

on doit vérifier que : $\sigma_{bc} \leq \overline{\sigma_{bc}}$; $\sigma_s \leq \overline{\sigma_s}$; $\sigma'_s \leq \overline{\sigma'_s}$

Férraillage des Poutres

• Les poutres sont férraillées en flexion simple sous l'action d'un couple de moment M (moment de flexion) et d'un effort tranchant V.

ETant donné qu'en flexion simple, l'effort normal est nul (N=0) nous n'avons pas à se préoccuper de la stabilité de forme pour les pièces soumises à la sollicitation envisagée.

On a calculé les poutres à l'E.L.U pour les "02" situations à savoir la situation durable et accidentelle.

1°/ Situation durable :

Avec $f_{bu} = \frac{0.85 . f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0.85 \times 25}{1.5} = 14.2$ MPa

$f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 348$ MPa.

2°/ Situation accidentelle :

Avec $f_{bu} = \frac{0.85 . f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0.85 \times 25}{1.15} = 18.48$ MPa.

$f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1} = 400$ MPa.

• A l'E.L.S, on a procédé à des vérifications des contraintes, de déformations, d'ouvertures de fissures et de compréssion du béton.

- On a procédé aussi à une vérification vis-avis de l'effort tranchant à l'E.L.U

• Recommandation du R.P.A 88 :

• Le pourcentage total minimum des aciers longitudinaux sur toute la longueur de la poutre est de 0.5 % en toute section

Dans notre cas : * Poutre transversale : $A_{min} = 6\ cm^2$.

* Poutre longitudinale : $A_{min} = 7.5\ cm^2$.

- Le pourcentage total maximal des aciers longitudinaux est de :
  - 4 % en zone courante : { · Sens transversal : $A_{s\,max} = 48\ cm^2$; · " Longitudinal : $A_{s\,max} = 60\ cm^2$ }
  - 6 % en zone de recouvrement. { $A^t_{s\,max} = 72\ cm^2$; $A^l_{s\,max} = 90\ cm^2$ }
- La quantité d'armatures transversales minimale est donnée par :

$$A_t = 0.003 . s . b .$$

- Les aciers supportant de faibles charges verticales et sollicités principalement par des forces latérales sismiques doivent avoir des armatures symétriques avec une section en travée au moins égale à la moitié de la section sur appui.
- L'ancrage des armatures longitudinales supérieures et inférieures dans les poteaux de rive et d'angle doit être effectué avec des crochets de 90° (fig 11)

D'autres dispositions constructives à savoir les espacements et les quantités minimales d'armatures sont aussi mentionnés sur la même figure.

- POUTRES :

- La longueur minimale de recouvrement est :
  - 40 % en zone II et I.
- L'espacement s au voisinage de l'appui se fait sur une longueur l' avec :

$$s \leq \text{Min}\left[h/4 , 12\,\phi , 30\ cm \right]$$

$$l' = 2h .$$

où h : hauteur de la poutre en cm.

ϕ : plus petit diamètre utilisé.

Au dela de la longueur l' l'espacement est de s' avec :

$s' \leq h/2$.

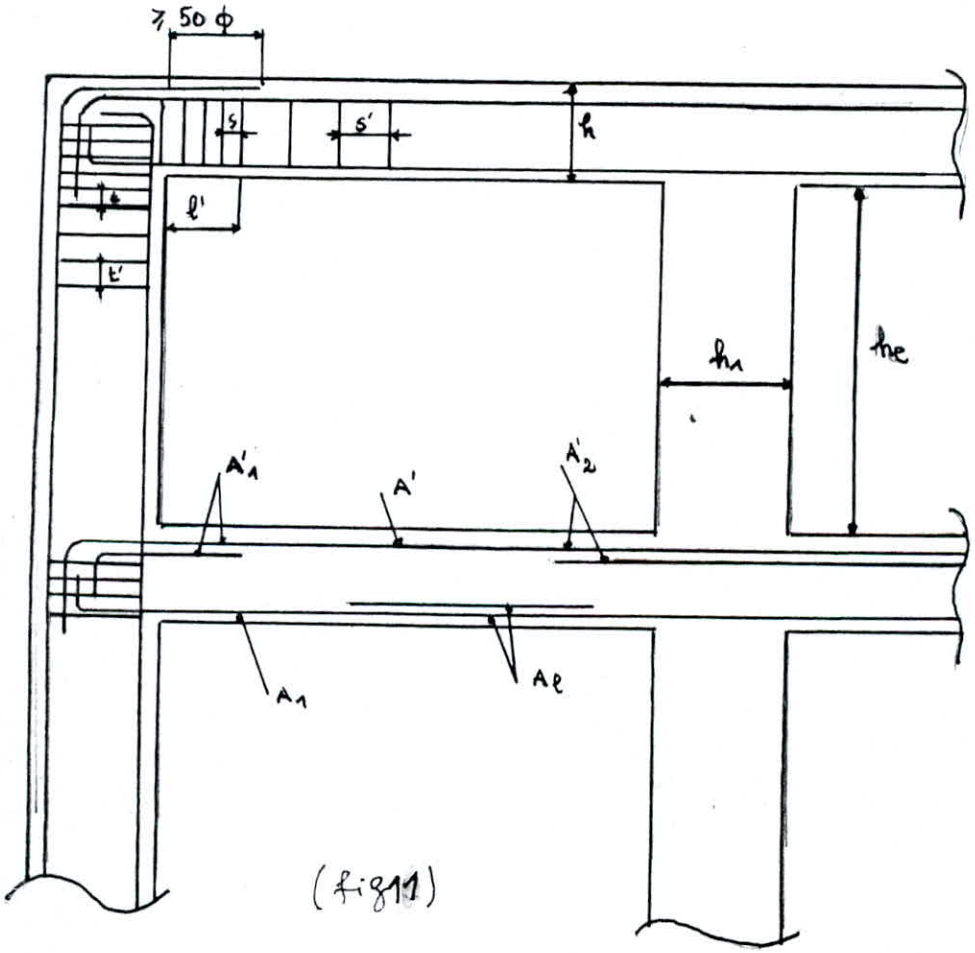
- POTEAUX :

. l'espacement h' au voisinage de l'appui est :

$- h' = \text{Max}\left[\frac{h_e}{6}, b_1, h_1, 60\ \text{cm}\right]$.

Avec - h_e : hauteur du poteau

- h_1, b_1 : dimension du poteau.



(fig11)

$A' \geq \text{Max}\left[\frac{A'}{4} ; \frac{A'_2}{4} ; 3\ \text{cm}^2\right]$

$A_1 \geq \text{Max}\left[A'_1/2 ; \frac{A_e}{4} ; 3\ \text{cm}^2\right]$.

VERIFICATIONS DIVERSES :

. Les recommandations du R.P.A concernant les pourcentages minimals et maximals des aciers longitudinaux et transversaux sont vérifiées.

. Conditions de non fragilité.

La section minimale des armatures tendues est limitée à :

$$A \geq 0.23 \times \frac{f_{t28}}{f_e} \times b \times d \qquad \text{(Article A.4.2). B.A.E.L 83.}$$

pour notre cas :

poutre $30 \times 40 \longrightarrow A_{min} = 1.35\ cm^2$

poutre $30 \times 50 \longrightarrow A_{min} = 1.74\ cm^2$.

La condition de non fragilité a été introduite dans le programme de vérification et elle est vérifiée dans tous les cas.

. Vérification des contraintes :

Le programme de vérification établi nous a permi d'avoir les contraintes qui sont présentées sous forme de tableau. Toutes ces contraintes sont verifiées : $\sigma_{bc} \leq \bar{\sigma}_{bc}$; $\sigma_s \leq \bar{\sigma}_s$; $\sigma'_s \leq \bar{\sigma}'_s$.

. ETat limite de deformation (B.A.E.L Article A.4.6.2).

pour les poutres supportant le plancher ; la justification de la flèche est inutile si les 03 conditions suivantes sont verifiées

1°/ $\frac{h}{l} \geq \frac{1}{10} \times \frac{M_t}{M_0}$; 2°/ $\frac{A}{b_0 d} \leq \frac{4.2}{f_e}$; 3°/ $\frac{h}{l} \geq \frac{1}{16}$.

Avec h : hauteur totale de la section ; M_t : moment en travée

l : portée libre de la poutre ; M_0 : moment de la poutre isostatique

b_0 : largeur de la nervure

d : hauteur utile de la poutre.

A : section d'armature

Dans notre cas

- poutre longitudinale :

$h = 50$ cm ; $b = 30$ cm ; $l = 5.6$ m $\longrightarrow \frac{h}{l} = 0.0893$

$M_t (1.35 G + 1.5 P) = 1.35 \times 3.5 + 1.5 \times 1.075 = 6.337$ t.m

$M_0 (G) = \frac{q l^2}{8} = 8.039$ t.m

d'où $\text{Max}\left[\frac{M_t}{10 M_0} ; \frac{1}{16}\right] = 0.078$

$\Rightarrow$ les conditions ① et ③ sont vérifiées.

$A = 2\phi 20 + 2\phi 16 + \phi 12 = 11.43$ cm^2

$\left.\begin{array}{l} \frac{A}{b \times d} = 0.0079 \\ \frac{4.2}{f_e} = 0.0105 \end{array}\right\} \Rightarrow$ la condition ② est aussi vérifiée.

Donc la vérification de la flèche est inutile pour les poutres longitudinales

- poutres transversales :

$h = 40$ cm ; $b = 30$ cm ; $l = 3.6$ m $\longrightarrow \frac{h}{l} = 0.111$

$M_t = 3.216$ t.m ; $M_0 = 2.881$ t.m. $\Rightarrow \frac{h}{l} \geq \max\left[\frac{M_t}{10 M_0} ; \frac{1}{16}\right]$.

$\Rightarrow$ les conditions 1 et 3 sont vérifiées

$A = 4T16 + T12 = 9.17$ cm^2.

$\Rightarrow \frac{A}{b_0 d} \leq \frac{4.2}{f_e}$ $\Rightarrow$ la vérification de la flèche est inutile pour les poutres transversales.

- vérification de l'adhérence :

On doit vérifier que $\tau_s = \frac{1}{u} \frac{dF}{dx} \leq \bar{\tau}_s = 0.6 \psi_s^2 \cdot f_{tj}$

avec $\psi_s = 1.5$ pour les aciers H.A.

u : périmètre utile $= \pi \times \phi$ pour une barre isolée.

. Justification des poutres sous sollicitations d'effort tranchant.

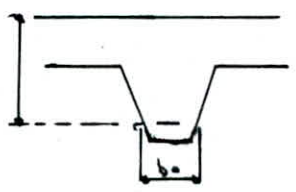
Les poutres soumises à l'action des efforts tranchants doivent être verifiées vis à vis de l'état limite ultime. les justifications doivent porter sur :

- La contrainte tangente du béton
- les contrainte d'entrainement des armatures
- les armatures transversales d'âme
- les zones d'appuis d'aboutsou intermédiaires.

1°/ Vérification de la contrainte tangente du béton :

La contrainte tangente du béton est donnée par:

$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \times d}$. Avec



V_u : valeur de l'effort tranchant déterminée à partir des differents combinaisons.

La valeur de τ_u ainsi calculée doit être inferieure à $\overline{\tau_u}$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \times d} \leq \overline{\tau_u} = \text{Min}\left[0.10 \times f_{c28} ; 3\text{MPa}\right].$$

2°/ Justification des armatures transversales d'âme.

la justification de l'état limite ultime s'exprime par la relation:

$$\sigma_{st} \leq f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} \quad \text{avec} \quad \sigma_{st} = \frac{S_t}{A_t} \times \frac{b(\tau_u - 0.3\,k)}{0.9 \times (\cos\alpha + \sin\alpha)}.$$

. τ_u = Contrainte tangentielle calculée avec V_u réduit.

V_u (reduit) = $V_u - \frac{P_u \cdot h}{2}$ cas de chargement uniforme.

. α : inclinaison des armatures.

$k = 1$ en flexion simple, s'il n'y a pas reprise de bétonnage

$k = 0$ avec reprise de bétonnage.

. Toute fois l'espacement minimale des cours successifs d'armature transversales est au plus égal à $\bar{S}_t$; $S_t \leq \bar{S}_t = \text{Min}[0.9 \times d, 40\ cm]$.

3/ Justification dans les zones d'appuis :

a/ Appui d'about :

. la largeur minimale d'appui "a" est limitée à :

$$a \geq \frac{3.75 \times V_u}{b \times f_{cj}} \quad ; \quad \text{pour } V_u = V_{umax} = 14.487\ t \text{ et } b = 0.3^m \rightarrow a \geq 0.072^m$$

qui est vérifiée pour $a = 40\ cm$

. Aciers inferieurs :

on doit prolonger au delà du bord de l'appui et y ancrer une section d'armature longitudinale suffisante pour équilibrer l'effort tranchant V_u. : $A_s \geq \frac{1.15\ V_u}{f_e}$: condition largement vérifiée.

b/ Appui intermédiaire :

La section minimale est limitée à :

$$A_s \times \frac{f_a}{\gamma_s} \geq V_u + \frac{M_u}{0.9 \times d}$$ avec M_u : pris avec son signe

4/ Justification des contraintes d'entrainement des armatures :

Le réglement limite la contrainte d'adhérence acier-beton dans la zone tendue comme suit : $\tau_{se} \leq \bar{\tau}_{se}$

Avec $$\tau_{se} = \frac{V_u}{0.9 \times d \times u_i} \times \frac{A_{si}}{A_s}$$

$$\bar{\tau}_{se} = \psi_s\ f_{tj}$$

ψ_s : coéfficient d'adhérence : 1.5 pour les H.A.

$\bar{\tau}_{se} = 3.15$ MPA.

Ferraillage des Poutres Portique 5_5 (appuis)

NIVEAU	NOEUD	Situation durable				situation accidentelle				section adoptée				verification à l'E.L.S		
		Msup	Asup	Mint	Aint	Msup	Asup	Mint	Aint	Asup	Φ	Aint	Φ	Mser	σbc	σs
9	C	5.107	4.039	/	/	7.082	4.885	1.973	1.314	6.15	4T14	3.39	3T12	3.714	5.029	174.84
	D	1.840	1.413	0.548	1.376	4.589	3.110	3.743	2.523	6.15	4T14	3.39	3T12	1.277	1.729	60.118
8	C	6.035	4.815	1.065	1.376	10.562	7.480	7.409	5.123	8.04	4T16	5.34	2T14 + 2T12	4.236	4.88	61.354
	D	4.016	3.145	1.696	1.376	7.773	5.389	6.278	4.306	8.04	4T16	5.34	2T14 + 2T12	2.773	3.197	100.094
7	B	5.683	4.522	2.786	2.156	8.002	5.557	4.695	3,185	7.10	2T16 2T14	5.34	2T14 + 2T12	3.911	4.684	159.037
	C	5.534	4.436	1.201	1.376	7.374	5.098	4.695	3.185	7.10	2T16 2T14	5.34	2T14 + 2T12	3.913	4.687	159.118
	D	5.628	4.473	3.095	2.404	8.698	6.072	7.084	4.887	7.10	2T16 2T14	5.34	2T14 + 2T12	3.859	4.622	156.923
6	A	2.895	2.244	2.613	2.021	3.968	2.678	3.787	2.553	3.08	2T14	4.52	4T12	1.942	3.183	177.518
	B	6.284	5.026	4.803	3.788	9.399	6.596	8.243	5.735	7.10	2T16 2T14	5.75	3T12 T14	4.251	5.015	172.579
	C	5.380	4.266	1.978	1.522	6,957	4.795	4.778	3.243	6.15	4T14	4.52	4T12	3.536	4.575	165.616
	D	8.807	7.225	5.622	4.468	12.971	9.366	10.930	7.763	10.17	4T14 2T16	8.04	4T16	6,004	5.884	171.187

5	A	6.057	4.508	5.670	4.834	8.673	6.053	8.425	5.869	9.11	3T16 2T14+	7.10	2T16 2T14+	4.054	4.468	153.978
	B	7.442	6.021	6.174	4.933	10.475	7.413	9.662	6.794	9.11	3T16 2T14+	8.04	4T16	5.014	5.069	158.874
	C	5.324	4.219	1.942	1.493	6.819	4.695	4.623	3.134	6.03	3T16	4.02	2T16	3.689	4.803	176.034
	D	10.461	8.736	7.202	5.812	13.178	9.532	11.090	7.886	12.31	3T16 2T20+	10.17	4T14 +2T16	7.11	6.19	167.581
4	A	7.914	6.433	6.822	5.485	10.522	7.449	9.824	6.917	9.11	3T16 2T14+	7.10	2T16 2T14+	5.322	5.865	202.139
	B	8.993	7.392	7.995	6.504	11.503	8.207	10.725	7.605	9.11	3T16 2T14+	8.04	4T16	6.037	6.103	191.289
	C	6.319	5.056	2.901	2.249	7.795	5.405	5.600	3.823	6.03	3T16	4.02	2T16	4.356	5.672	207.912
	D	12.678	10.862	9.419	7.777	15.634	11.552	13.546	9.829	12.31	3T16 2T20+	10.17	4T14 +2T16	8.588	7.477	202.417
3	A	8.850	7.264	7.758	6.296	12.004	8.599	11.306	8.050	10.17	4T14 2T16+	10.17	4T14 2T16+	5.946	5.447	168.335
	B	10.678	8.939	9.68	8.015	13.813	10.045	13.035	9.417	13.19	5T16 1T20+	11.59	5T16 1T14+	7.160	5.874	157.212
	C	7.306	5.902	3.887	3.040	8.354	5.817	6.158	4.220	10.65	3T16 3T14+	7.100	2T16 2T14+	4.987	5.154	153.561
	D	14.522	12.733	11.263	9.491	19.084	14.571	16.996	12.717	15.45	3T20 3T16+	13.19	5T16 1T20+	9.817	7.408	184.392
2	A	12.361	8.916	9.610	7.951	13.328	9.653	12.630	9.094	10.17	4T14 2T16+	10.17	4T14 2T16+	7.181	6.579	203.299
	B	8.125	10.551	11.363	9.586	15.350	11.314	14.709	10.780	13.19	5T16 1T20+	11.59	5T16 1T14+	8.282	6.794	181.883
	C	10.702	6.619	4.707	3.709	9.549	6.709	7.353	5.083	10.65	3T16 3T14+	7.100	2T16 2T14+	5.533	5.718	170.374
	D	15.444	13.708	12.185	10.379	19.709	15.143	17.621	13.213	15.45	3T20 3T16+	13.19	5T16 1T20+	10.432	7.873	195.143
1	A	12.319	10.509	9.610	7.952	13.52	9.808	12.801	9.230	10.17	4T14 2T16+	10.17	4T14 2T16+	8.260	7.567	233.846
	B	13.880	12.070	12.823	11.006	16.440	12.237	15.762	11.661	13.19	5T16 1T20+	11.59	5T16 1T14+	9.297	7.627	204.173
	C	9.259	7.632	11.806	10.011	11.143	7.927	8.949	6.259	10.65	3T16 3T14+	7.100	2T16 2T14+	6.316	6.528	191.484
	D	14.775	12.997	11.541	9.756	17.037	12.926	14.965	10.992	15.45	3T20 3T16+	13.19	5T16 1T20+	9.985	7.535	187.547

Férraillage des Poutres Portique 5-5

travées

Niveau	Travée	situation durable		situation accidentelle		sections adoptées		vérification à l'E.L.S		
		Mu(t.m)	As(cm²)	Mu(t.m)	As(cm²)	As(cm²)	ϕ	Mser	σbc	σs
9	C-D	1.981	1.506	1.432	1.376	3.39	3 ϕ12	1.432	1.503	103.753
8	C-D	2.584	1.967	3.913	2.593	3.08	2 ϕ14	1.829	1.939	142.664
7	B-C	3.215	2,451	2.608	1.724	3,08	2 ϕ14	2.315	2.565	181.156
	C-D	2.940	1.376	2.781	1.839	3.08	2 ϕ14	2.111	2.339	165.192
6	A-B	1.701	1.446	2.735	1.616	3.39	3 ϕ12	1.163	1.468	91.868
	B-C	2.425	1.845	2.081	1.376	3.39	3 ϕ12	1.744	1.843	126.887
	C-D	3.606	2.752	4.539	3.012	3.39	3 ϕ12	2.569	2.715	186.991
5	A-B	0.802	1.376	1.000	1.376	4.02	2 ϕ16	0.565	0.641	38.154
	B-C	2.145	1.632	1.706	1.376	4.02	2 ϕ16	1.534	1.453	96.666
	C-D	4.471	3,374	4.688	3.111	4.02	2 ϕ16	3.104	2.941	195.601
4	A-B	0.801	1.376	0.714	1.376	4.02	2 ϕ16	0.558	0.633	37.681
	B-C	2.197	1.693	1.924	1.376	4.02	2 ϕ16	1.573	1.490	99.127
	C-D	5.048	3.867	5.418	3.601	4.02	2 ϕ16	3.524	3.339	222.067
3	A-B	1.178	1.376	1.128	1.376	4.02	2 ϕ16	0.808	0.916	54.563
	B-C	2.256	1.715	1.616	1.376	4.02	2 ϕ16	1.616	1.531	101.833
	C-D	5.468	4.194	6.181	4.115	5.15	2 ϕ16+ϕ12	3.809	3.151	194.325
2	A-B	1.091	1.376	1.234	1.376	4.02	2 ϕ16	0.751	0.852	50.714
	B-C	2.245	1.708	1.829	1.376	4.02	2 ϕ16	1.609	1.525	101.392
	C-D	5.519	4.233	6.589	4.389	5.15	2 ϕ16 + ϕ12	3.837	3.174	195.753
1	A-B	1.151	1.376	1.799	1.376	4.02	2 ϕ16	0.803	0.911	54.225
	B-C	3.369	2.570	3.672	2.433	4.02	2 ϕ16	2.372	2.247	149.473
	C-D	5.277	4.045	5.105	3.391	5.15	2 ϕ16 + ϕ12	3.803	3.146	194.018

ferraillage des poutres (travée) Portique c.c

NIVEAU	Appui	situation durable		situation accidentelle				As adoptée				vérification à l'E.L.S		
		Mu	As	Minf	As	Msup	As	Ainf	Φ	Asup	Φ	Mser	σbc	σst
10	3-4	3.708	2.238	2.677	1.738	0.00	0.00	3.39	3T12	3.39	3T12	2.697	1.782	158.293
9	1-2/5-6	8.521	5.147	6.672	3.496	"	"	6.06	4T12 1T14 +	4.62	3.T14	6.189	2.653	201.954
	2-3/4-5	1.368	1.738	1.285	1.738	"	"	3.39	3T14	4.62	3.T14	0.919	0.643	55.343
	3-4	2.358	1.738	1.661	1.738	"	"	3.39	3T12	4.62	3T14	1.661	1.097	97.488
8	1-2/5-6	8.140	4.917	6.406	3.353	"	"	6.06	4T12 1T14 +	4.62	3T14	5.816	2.491	189,75
	2-3/4-5	1.915	1.738	1.466	1.738	"	"	3.39	3T12	4.62	3T14	1.341	0.937	80.737
	3-4	2.785	1.738	1.959	1.738	"	"	3.39	3T12	4.62	3T14	1.956	1.291	114.777
7	1-2/5-6	9.253	5.598	7.513	3.936	"	"	5.75	3T14 1T12 +	4.02	2T16	6.613	2.847	215.96
	2-3/4-5	1.783	1.738	1.550	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.243	0.875	74.941
	3-4	2.785	1.770	1.959	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.959	1.302	115.107
6	1-2/5-6	8.146	4.921	6.502	3.403	"	"	5.75	3T14 1T12 +	4.02	2T16	6.599	2.857	215.802
	2-3/4-5	1.966	1.738	1.737	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.259	0.787	62.748
	3-4	2.565	1.738	1.800	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.800	1.056	87.857

5	1-2/5-6	7.913	4.780	6.099	3.192	0.00	0.00	5.75	3T14 1T12+	4.02	2T16	5.629	2.431	184.08
	2-3/4-5	1.848	1.738	1.480	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.333	0.834	66.436
	3-4	2.539	1.738	1.781	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.781	1.045	86.930
4	1-2/5-6	7.898	4.771	6.310	3.303	"	"	5.75	3T14 1T12+	4.02	2T16	5.618	2.652	204.470
	2-3/4-5	1.854	1.738	1.291	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.299	0.771	59.520
	3-4	2.539	1.738	1.781	1.738	"	"	4.62	3T14	4.02	2T16	1.781	0.989	80.068
3	1-2/5-6	8.017	4.843	6.122	3.204	"	"	6.03	3T16	6.28	2T20	5.707	2.615	207.117
	2-3/4-5	1.857	1.738	1.410	1.738	"	"	4.02	2T16	6.28	2T20	1.303	0.762	59.569
	3-4	2.539	1.738	1.781	1.738	"	"	4.02	2T16	6.28	2T20	1.781	1.061	90.317
2	1-2/5-6	7.868	4.753	6.282	3.288	"	"	6.03	3T16	6.28	2T20	5.596	2.413	187.323
	2-3/4-5	1.863	1.738	1.287	1.738	"	"	4.02	2T16	6.28	2T20	1.307	0.815	67.580
	3-4	2.539	1.738	1.781	1.738	"	"	4.02	2T16	6.28	2T20	1.781	1.048	90.114
1	1-2/5-6	8.117	4.903	6.463	3.383	"	"	6.03	3T16	6.28	2T20	5.781	2.493	193.516
	2-3/4-5	1.841	1.738	1.650	1.738	"	"	4.02	2T16	6.28	2T20	1.291	0.805	66.753
	3-4	2.546	1.738	1.786	1.738	"	"	4.02	2T16	6.28	2T20	1.786	1.051	90.367

ferraillage des poutres (appuis)

portique c_c

NIVEAU	Appui	situation durable		Situation accidentelle				As adoptée				verification à l'E.L.S		
		Mu	As	Msup	Asup	Minf	Asinf	Asup	Φ	Ainf	Φ	Mser	σbc	σst
10	3 4	2.308	1.738	3.860	2.042	0.999	1.732	4.52	4T12	3.39	3T12	1.686	1.763	83.783
9	1 6	4.915	3.379	6.072	3.241	0.193	1.732	5.75	3T14 1T12	3.39	3T12	3.601	3.766	178.946
	2 5	7.507	5.272	7.001	3.752	0,00	0,00	5.75	3T14 1T12	3.39	3T12	5.496	5.398	230.076
	3 4	3.809	2.565	5.360	2.853	1.449	1.732	4.62	3T14	3.39	3.T12	2763	3.207	181.389
8	1 6	6.148	4.239	8.904	4.812	2.459	1.732	5.75	3T14 1T12	3.39	3.T12	4.469	4.389	187.093
	2 5	5.239	3.997	8.578	4.628	3.445	1.819	5.75	3T14 1T12	3.39	3.T12	7.207	6.537	240.44
	3 4	4.152	2.832	7.442	3.996	3.834	2.027	4.62	3.T14	3.39	3T12	3.018	2.964	126.341
7	1 6	7.282	5.052	11.312	6.178	4.067	2.153	7.57	3T16 1T14	4.62	3T14	5.299	4.807	177.52
	2 5	8.603	6.031	10.525	5.728	4.947	2.628	7.57	3T16 1T14	4.62	3T14	6.253	5.912	235.416
	3 4	4.497	3.068	8,682	4.687	4.987	2.650	7.57	3T16 1T14	4.62	3T14	3.270	3.092	123,110
6	1 6	8.123	5.701	12,167	6.671	4.092	2.166	7.57	3T16 1T14	4.62	3T14	5.924	5.435	192.753
	2 5	8.549	6.004	11.357	6.204	6.554	3.506	7.57	3T16 1T14	4.62	3T14	6.225	5.483	207.787
	3 4	4.727	3.235	9.808	5.321	6.200	3.311	7.57	3T16 1T14	4.62	3T14	3.447	3.163	129.324

5	1 6	8.637	6.077	12.381	6.795	3.861	2.042	7.57	3T16 1T14+	4.62	3T14	6.301	5.781	211.402
	2 5	8.897	6.266	11.852	6.489	7.328	3.933	7.57	3T16 1T14+	4.62	3T14	6.482	5.709	216.364
	3 4	5.111	3.523	10.880	5.931	7.348	3.944	7.57	3T16 1T14+	4.62	3T14	3.734	3.432	140.765
4	1 6	8.912	6.289	13.581	7.496	5.064	2.692	7.57	3T16 1T14+	4.62	3T14	6.506	5.457	195.867
	2 5	9.203	6.488	13.021	7.168	8.497	4.583	7.57	3T16 1T14+	4.62	3T14	6.712	5.419	201.152
	3 4	6.116	3.785	12.426	6.823	8.894	4.806	7.57	3T16 1T14+	4.62	3T14.	4.002	3.231	119.936
3	1 6	9.354	6.617	14.407	7.983	5.891	3.142	9.42	3T20	6.03	3T16	6.838	5570	188.707
	2 5	9.408	6.643	14.821	8.223	10297	5.598	10.96	3T20 1T14+	7.16	3T16 1T12+	6.865	4.707	164.802
	3 4	5.709	3.968	13.988	7.735	10.956	5.974	9.42	3T20	7.16	3T16 1T12+	4.183	3.239	114.716
2	1 6	9.446	6.692	15.935	8.894	7.418	3.983	9.42	3T20	6.03	3T16	6.907	5.407	162.457
	2 5	9.796	6.940	16.632	9.315	12.108	6.637	10.96	3T20 1T14+	7.16	3T16 1T12+	7.156	5.162	172.965
	3 4	6.167	4.294	16.045	8.960	12.513	6.872	9.42	3T20	7.16	3T16 1T12+	4.526	3.265	109.396
1	1 6	9.841	6.990	16.541	9.259	8.195	4.415	9.42	3T20	6.03	3T16	7.207	5.638	176,028
	2 5	9.939	7.055	17.427	9.798	12.796	7.036	10.96	3T20 1T14+	7.16	3T16 1T12+	7.266	5.068	157571
	3 4	6.426	4.521	16.005	8.936	12.456	6.839	9.42	3T20	7.16	3T16 1T12+	4.740	3.419	114.548

Ferraillage Portique A-A (appuis)

niveau	Appui	Situation durable		Situation accidentelle				sections adoptées				vérification à l'E.L.S		
		Mu (t.m)	As (cm²)	Msup	Asup	Minf	Ainf	Asup	Φ	Ainf	Φ	Mser	σbc	σs
6	1,3	2.152	1.738	3.220	1.738	2.102	1.738	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	1.573	1.670	78.289
	2	2.597	1.738	3.408	1.738	0.673	1.738	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	1.896	2.010	94.366
5	1,3	2.807	1.896	4.460	2.365	3.329	1.757	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	2.054	2.181	102.229
	2	3.217	2.178	4.448	2.358	2.198	1.738	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	2.349	2.494	116.912
4	1,3	4.993	3.466	6.591	3.526	4.141	2.192	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	3.678	3.906	183.058
	2	5.642	3.925	6.236	3.331	2.071	1.738	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	4.146	4.403	206.351
3	1,3	5.232	3.593	7.310	3.923	4.672	2.479	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	3.181	3.378	158.322
	2	5.743	4.001	6.800	3.641	2.754	1.738	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	4.222	4.484	210.134
2	1,3	5.375	3.683	7.554	4.058	5.538	2.949	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	3.903	4.145	194.256
	2	5.884	4.095	7.372	3.957	3.326	1.755	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	4.317	4.584	214.862
1	1,3	5.446	3.725	7.717	4.148	5.504	2.931	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	3.948	4.193	196.496
	2	5.981	4.146	7.320	3.928	3.172	1.738	4.52	4Φ12	3,00	4Φ10	4.371	4.642	217.549

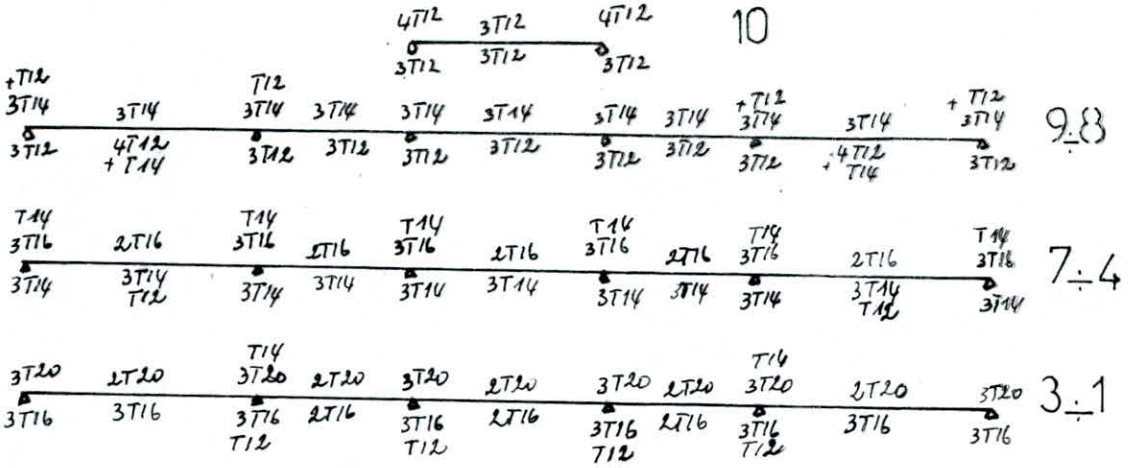
Ferraillage "Travée" Portique A.A

NIVEAU	TRAVEE	situation durable		situation accidentelle				sections adoptées				verification à l'E.L.S		
		Mu (t.m)	Asu	Minf	Ainf	Msup	Asup	Ainf	ϕ	Asup	ϕ	Mser	σbc	σs
6	1-2	4.140	2.534	3.315	1.749	0	0	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	2.992	3.409	210.935
	2-3	1.093	1.738	0.997	1.738	"	"	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	0.782	0.891	54.947
5	1-2	3.257	1.984	2.674	1.738	"	"	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	2.340	2.219	165.574
	2-3	0.995	1.738	0.966	1.738	"	"	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	0.709	0.807	49.818
4	1-2	5.549	3.243	4.461	2.365	"	"	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	4.049	4.299	233.274
	2-3	1.848	1.738	1.758	1.738	0.0126	1.738	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	1.303	1.485	91.556
3	1-2	5.568	3.435	4.592	2.436	0	0	3.830	2ϕ12 2ϕ10 +	3.39	3ϕ12	4.064	4.315	236.146
	2-3	1.891	1.738	1.682	1.738	"	"	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	1.336	1.522	93.875
2	1-2	5.593	3.426	4.523	2.397	"	"	3.83	2ϕ12 2ϕ10 +	3.39	3ϕ12	4.052	4.274	233.88
	2-3	1.866	1.738	1.830	1.738	0.085	1.738	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	1.317	1.500	92.539
1	1-2	5.736	3.542	4.803	2.550	0	0	3.83	2ϕ12 2ϕ10 +	3.39	3ϕ12	4.188	4.194	207.262
	2-3	1.912	1.738	1.843	1.738	0.110	1.738	3.15	4ϕ10	3.39	3ϕ12	1.351	1.539	94.928

recapitulatif du ferraillage

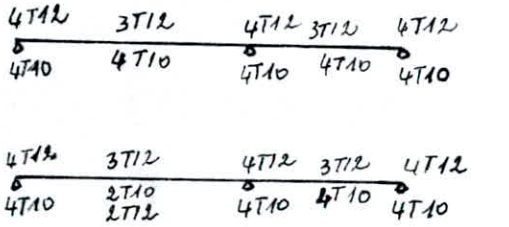
portique C_C

Niveau



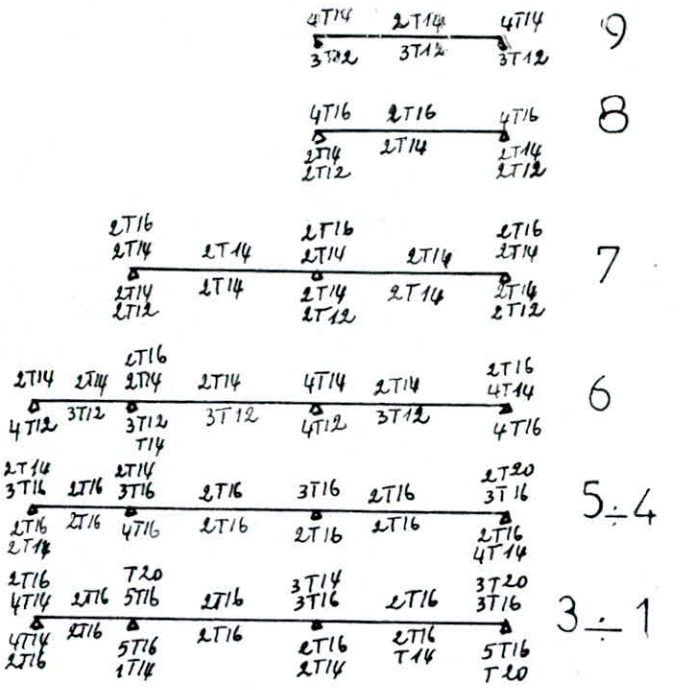
portique A_A

Niveau



portique 5_5

Niveau



Contrainte D'adhérence Portique transversal

NIVEAU	NOEUD	Vu	As	Asi	Ui	τ_s	$\overline{\tau_s}$
9	C,D	5.713	6.15	1.13	3.37	64.453	
8	C,D	5.767	8.04	1.54	4.40	58.114	
7	B	6.089	7.10	1.54	4.40	69.482	
	C	6.524	7.10	1.54	4.40	74.446	
	D	5.565	7.10	1.54	4.40	63.502	
6	A	5.394	3.08	1.13	3.77	121.501	
	B	6.098	7.10	1.54	4.40	69.584	
	C	6.220	6.15	1.13	3.77	70.173	
	D	6.168	10.17	2.01	5.03	56.101	
5	A	7.673	7.57	2.01	5.03	93.759	
	B	8.192	9.11	2.01	5.03	83.179	
	C	6.606	6.03	1.13	3.77	76.016	284
	D	6.574	12.31	2.01	5.03	49.398	
4	A	9.554	7.57	2.01	5.03	116.744	
	B	9.499	9.11	2.01	5.03	96.450	
	C	7.400	6.03	1.13	3.77	85.146	
	D	7.367	12.31	2.01	5.03	55.357	
3	A	10.920	10.17	2.01	5.03	99.322	
	B	10.866	13.19	2.01	5.03	76.202	
	C	8.108	1.42	2.01	5.03	76.619	
	D	8.076	15.45	3.14	6.28	60.499	
2	A	12.632	10.17	2.01	5.03	114.893	
	B	12.577	13.19	2.01	5.03	88.201	
	C	8.543	9.42	2.01	5.03	83.888	
	D	8.511	15.45	3.14	6.28	96.848	
1	A	14.487	10.17	2.01	5.03	131.765	
	B	14.447	13.19	2.01	5.03	101.316	
	C	9.357	9.42	2.01	5.03	91.882	
	D	9.320	3.14	3.14	6.28	69.819	

Contrainte d'adhérence Portique longitudinal

NIV	NOEU	Vu (t)	As (cm²)	Asi (cm²)	Ui (cm)	τ_s (t/m²)	$\bar{\tau}_s$ (t/m²)
10		5.092	4.520	1.13	3.77	78.163	
9	1 6	8.562	4.520	1.13	3.77	131.428	
	2 5	9.513	4.520	1.13	3.77	146.026	
	3 4	4.737	3.390	1.13	3.77	96.890	
8	1 6	6.795	5.400	1.54	4.40	101.948	
	2 5	7.232	5.400	1.54	4.40	108.895	
	3 4	5.599	5.400	1.54	4.40	84.004	
7	1 6	8.384	6.810	2.01	5.03	113.88	
	2 5	9.592	6.030	2.01	5.03	147.142	
	3 4	5.145	6.030	2.01	5.03	78.924	
6	1 6	8.581	6.810	2.01	5.03	116.656	
	2 5	8.842	6.810	2.01	5.03	135.636	284
	3 4	5.792	6.030	2.01	5.03	88.849	
5	1 6	8.675	6.810	2.01	5.03	117.833	
	2 5	8.858	6.810	2.01	5.03	120.318	
	3 4	5.344	6.030	2.01	5.03	81.977	
4	1 6	8.772	7.570	2.01	5.03	107.188	
	2 5	8.955	7.570	2.01	5.03	109.424	
	3 4	5.569	7.570	2.01	5.03	68.049	
3	1 6	8.888	8.290	3.14	6.28	123.978	
	2 5	9.064	8.290	3.14	6.28	126.547	
	3 4	5.722	8.290	3.14	6.28	79.887	
2	1 6	8.959	9.420	3.14	6.28	110.076	
	2 5	9.143	9.420	3.14	6.28	112.337	
	3 4	6.009	9.420	3.14	6.28	73.831	
1	1 6	9.079	9.420	3.14	6.28	111.551	
	2 5	9.288	10.55	3.14	6.28	101.829	
	3 4	6.452	9.420	3.14	6.28	79.274	

Efforts Tranchants . Sens longitudinal

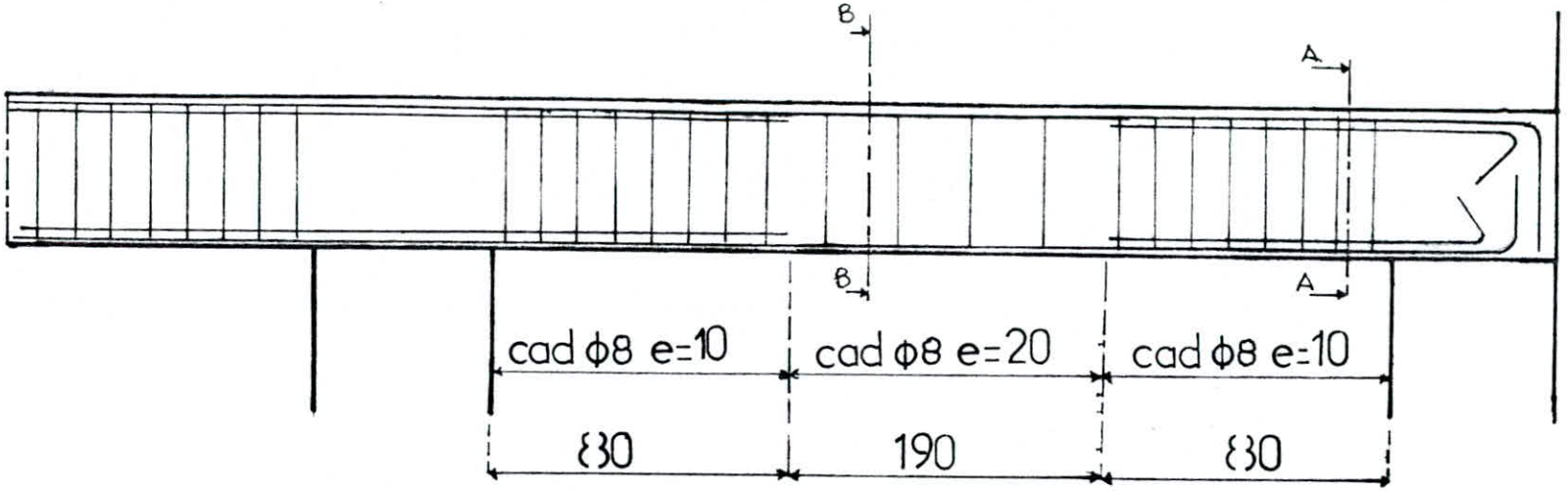
NIVEAU	Vu max	τ_u (t/m²)	A_t (cm²)	$\bar{\tau}_u$ (t/m²)	St (cm) nodale	St (travée)
10	9.092	35.361	2.01 / 4Φ8	250	10	10
9	9.513	66.062	2.01 / 4Φ8		"	"
8	7.238	50.264	2.01 / 4Φ8		"	"
7	9.592	66.611	2.01 / 4Φ8		"	"
6	8.842	61.403	2.01 / 4Φ8		"	"
5	8.852	61.472	2.01 / 4Φ8		"	"
4	8.955	62.187	2.01 / 4Φ8		"	"
3	9.064	62.944	2.01 / 4Φ8		"	"
2	9.143	63.493	2.01 / 4Φ8		"	"
1	9.282	64.458	2.01 / 4Φ8		"	"

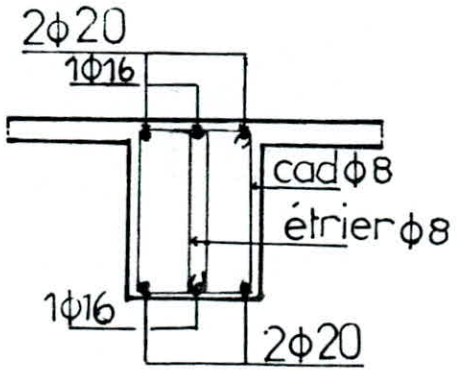
Efforts Tranchants Sens transversal

NIVEAU	Vu max	τ_u (t/m²)	A_t (cm²)	$\bar{\tau}_u$ (t/m²)	St (nodale)	St (travée)
9	5.713	50.114	2.01 / 4Φ8	250	10	20
8	5.767	50.587	2.01 / 4Φ8		"	"
7	6.524	57.228	2.01 / 4Φ8		"	"
6	6.220	54.561	2.01 / 4Φ8		"	"
5	8.192	71.859	2.01 / 4Φ8		"	"
4	9.554	83.807	2.01 / 4Φ8		"	"
3	10.920	95.789	2.01 / 4Φ8		"	"
2	12.632	110.807	2.01 / 4Φ8		"	"
1	14.487	127.078	2.01 / 4Φ8		"	"

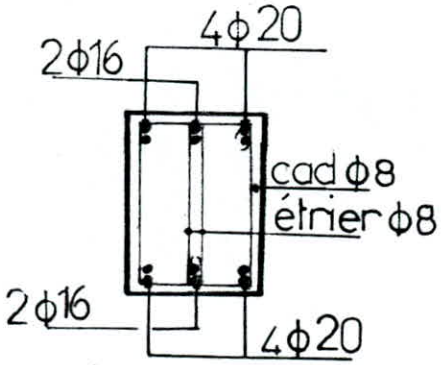
vérification à l'effort tranchant
appuisintermédiaires

NIVEAU	Appui	SENS LONGITUDINAL Vu	Mu	Vu + Mu/0,9d	Appui	SENS TRANSVERSAL Vu	Mu	Vu + Mu/0,9d
9	2 5	9,510	7.507	-7.867				
	3 4	4.734	3.809	-4.083				
8	2 5	7.238	5.239	-4.88				
	3 4	5.599	4.152	-4.0121				
7	2 5	9.592	8.603	-10.322				
	3 4	5.145	4.497	-5.265	C	6.524	5.583	-9.800
6	2 5	8.842	8.549	-10.947	B	6.098	6.284	-12.276
	3 4	5.792	4.727	-5.150	C	6.220	5.380	-9.511
5	2 5	8.858	8.897	-11.737	B	8.192	7.442	-13.568
	3 4	5.344	5.11	-6.487	C	6.606	5.324	-8.961
4	2 5	8.955	9.203	-12.348	B	9.499	8.993	-16.796
	3 4	5.569	6.116	-8.588	C	7.400	6.319	-10.550
3	2 5	9.064	9.408	-12.714	B	10.866	10.678	-20.356
	3 4	5.722	5.709	-7.493	C	8.108	7.306	-13.252
2	2 5	9.143	9.796	-13.533	B	12.577	12.361	-23.566
	3 4	6.009	6.167	-8.266	C	8.543	8.125	-15.214
1	2 5	9.282	9.939	-13.725	B	14.447	13.880	-26.137
	3 4	6.452	6.426	-8.423	C	9.357	9.259	-17.716





coupe B.B (travée)



coupe A.A (appui)

férraillage des poteaux

Les poteaux sont ferraillés en flexion composée à l'état limite ultime, sous l'action d'un éffort normal et d'un moment de flexion.

Pour le calcul du férraillage, on a considéré deux (02) situations à savoir la situation durable et accidentelle.

a) Situation durable :

le férraillage se fait avec le moment ultime maximum et l'effort normal correspondant.

b) Situation accidentelle :

le ferraillage se fait avec les combinaisons suivantes

(N_{max}, M_{corr}) ; (N_{min}, M_{corr}) ; (M_{max}, N_{corr}).

- Recommandation du R.P.A 88 : (Article 4.2.2.1).
  - Les armatures longitudinales doivent être à haute adhérence, droits et sans crochets.
  - Le pourcentage minimal est de : 0.8 % en zone II
  - Le pourcentage maximal est de :
    - 4% en zone courante
    - 6% en zone de recouvrement.
  - Le diamètre minimum est de 12 mm
  - La longueur minimale de recouvrement est de :

    40 ϕ en zone I et II.
  - La distance entre les barres verticales dans une face du poteau ne doit pas depasser : 25 cm en zone II.

- <u>Armatures transversales</u> (Article 4.1.2.2).

• Les armatures transversales des poteaux sont données par la formule suivante :

$$\frac{A_t}{t} = \frac{\rho_a \times T}{h_1 . \sigma_{en}}$$

Où :

T : effort tranchant de calcul

t : espacements des armatures qui sont données par :

- en zone nodale :

$t \leq \text{Min}[10\phi, 15\,cm]$ en zone I et II.

- en zone courante :

$t \leq 15\,\phi$ en zone I et II.

$\rho_a = 2.50$ si $\lambda_g \geq 5$

$\rho_a = 3.75$ si $\lambda_g < 5$

• La quantité d'armatures transversales minimales $\frac{A_t}{b_1 t}$ en % est donnée sous les conditions suivantes :

- si $\lambda_g \geq 5$: 0.4 % en zone II et III
- si $3 < \lambda_g < 5$: $\frac{10}{\lambda_g^2}$ en %.
- si $\lambda_g \leq 3$: 1 %.

avec λ_g : l'élancement géométrique du poteau dans la direction considérée

• Les cadres et les étriers doivent être fermés par des crochets à 135° ayant une longueur droite de $10\,\phi_t$ minimum.

Pour les vérifications à l'E.L.S, un programme est donné en annexe toutes les contraintes sont verifiées à savoir :

$\sigma_{bc} \leq \overline{\sigma}_{bc}$, $\sigma_s \leq \overline{\sigma}_s$; $\sigma'_s \leq \overline{\sigma}'_s$

situation durable Poteaux (c5.c6)

		LONGITUDINAL			SENS TRANSVERSAL		
NIVEAU	POTEAU	Mu	Ncorr	As	Mu	Ncorr	As
9	C6	2.152	13.837	1.69	2,686	13.837	1.69
	C5	2.247	21.386	1.69	3.940	21.386	1,69
8	C6	5.444	21.386	1.69	4.866	26,848	1.69
	C5	2.372	35.941	1.69	4.348	35.941	1.69
7	C6	3.787	43.006	1.69	4.607	43.006	1.69
	C5	2.729	54.183	1.69	4.327	54.183	1.69
6	C6	5.571	59,681	2.717	4.194	59.681	2.717
	C5	4.125	78.444	2.717	3,888	78.444	2.717
5	C6	5.437	76.012	2.717	5.080	76.012	2.717
	C5	4.155	105.956	2.717	4.706	105.956	2.717
4	C6	4.704	91.358	2.717	6.043	91.358	2.717
	C5	4.678	116.842	2.717	5.596	116.842	2.717
3	C6	4.862	108.789	2.717	7.146	108.789	2.717
	C5	4.891	135.615	2.717	6.610	135.615	2.717
2	C6	5.619	125.324	2.717	8.020	125.324	2.717
	C5	5.545	154.109	2.717	7.420	154.109	2.717
1	C6	7.472	145.851	2.717	12.699	145.851	2.717
	C5	7.810	185.642	2.717	8.650	185.642	2.717

situation accidentelle Poteau c5

NIVEAU	SENS	Mmax	Ncorr	As	Nmax	Mcorr	As	Nmin	Mcorr	As	Asadoptée	ϕ
9	L	6.202	10,322	2.411	15.283	1.705	1.69	0.00	0.00	1.69	4,62	3T14
	T	7,014	1.007	5.029	6.788	2.821	1.69	0,00	0.00	"	6.15	4T14
8	L	7.894	17.735	2.044	27.643	0.462	1.69	0.00	0.00	"	4.62	3T14
	T	8.975	- 0.428	6. 820	14.634	7.652	2.594	0.00	0.00	"	6.15	4T14
7	L	8.827	21.104	2.026	33.483	2.729	1.69	0.00	0.00	"	4.62	3T14
	T	8.511	6.185	5.021	21.746	8.177	1.690	0.00	0.00		6.15	4T14
6	L	10.949	32.788	2.717	54.434	0.994	2.717	0.00	0.00	2.717	6.03	3T16
	T	6.501	9.466	2.717	29.459	3.078	2.717	0.00	0.00	"	8.04	4T16
5	L	12.092	39.410	2.717	67.727	0.385	2.717	0.00	0.00	"	6.03	3T16
	T	7.856	12.856	2.717	38.139	3.732	2.717	0.00	0.00	"	8.04	4T16
4	L	12.059	45.614	2.717	81.148	0.377	2.717	0.00	0.00	"	6.03	3T16
	T	9.142	15.684	2.717	47.199	4.443	2.717	0.00	0.00	"	8.04	4T16
3	L	14.869	51.215	2.717	94.614	0.547	2.717	0.00	0.00	"	6.03	3T16
	T	9.389	17.822	2.717	56.304	5.254	2.717	0.00	0.00	"	8.04	4T16
2	L	16.996	56.202	2.717	108.288	0.929	2.717	0.00	0.00	"	6.03	3T16
	T	10.322	20.004	2.717	65.424	5.903	2.717	0.00	0.00	"	8.04	4T16
1	L	26.129	61.251	2.717	113.669	6.448	2.717	0.00	0.00	"	6.03	3T16
	T	13.217	24.132	2.717	76.345	6.889	2.717	0.00	0.00	"	8.04	4T16

situation durable Poteaux (A5_A6)

NIVEAU	POTEAU	SENS LONGITUDINAL			SENS TRANSVERSAL		
		Mu	Ncorr	As	Mu	Ncorr	As
6	A6	2.152	10.526	1.69	3.067	10.526	1.69
	A5	1.311	12.578	1.69	2.644	12.578	1.69
5	A6	2.382	23.293	1.69	3.905	23.293	1.69
	A5	1.517	27.177	1.69	3.648	27.177	1.69
4	A6	2.639	40.899	1.69	4.753	40.899	1.69
	A5	1.935	50.210	1.69	4.531	50.210	1.69
3	A6	2.715	60.031	1.69	5.786	60.031	1.69
	A5	2.015	71.976	1.69	4.858	71.976	1.69
2	A6	2.746	81.103	1.69	5.838	81.103	1.69
	A5	2.168	96.686	1.69	5.597	96.686	1.69
1	A6	2.509	104.044	1.69	6.860	104.044	1.69
	A5	2.165	123.239	1.69	6.241	123.239	1.69

situation accidentelle Poteau A5

NIVEAU	SENS	Mmax	Ncorr	As	Nmax	Mcorr	As	Nmin	Mcorr	As	Asadoptée	ϕ
6	L	4.001	3.783	2.607	6.113	0.073	1.69	0,00	0.00	1.69	5.56	2T16+1T14
	T	4.739	8.557	1.69	7.061	4.739	1.942	-6.635	4.519	4.226	8.04	4T16
5	L	3.891	6.957	1.902	12.112	0.431	1.69	0.00	0.00	1.69	5.56	2T16+1T14
	T	5.709	-16,693	6.504	20.723	5.677	1.69	-16,693	5.709	6.504	8.04	4.T16
4	L	4.925	19.901	1.69	23.672	1.736	1.69	0.00	0.00	1.69	8.29	2T20+1T16
	T	6.629	-28.148	8.779	34.716	6.403	1.69	-28.148	6.629	8.779	12.56	4.T20
3	L	5.400	20.699	1.847	35.287	0.034	1.69	0.00	0.00	1.69	8.29	2T20+1T16
	T	7.488	-41.879	11.337	50.986	7.262	1.69	-41.879	7.488	11.337	12.56	4.T20
2	L	5.891	27.192	1.69	46.945	0.345	1.69	0.00	0.00	1.69	8.29	2T20+1T16
	T	8.227	-57.326	7.065x2	68.971	7.992	1.69	-57.326	8.227	7.065x2	12.56	4.T20
1	L	6.261	33.838	1.69	58.731	1.046	1.69	0.00	0.00	1.69	8.29	2T20+1T16
	T	7.639	88.015	1.69	88.015	7.639	1.69	-73.209	7.541	9.151x2	12.56	4.T20

situation accidentelle Poteau A6

NIVEAU	SENS	Mmax	Ncorr	As	Nmax	Mcorr	As	Nmin	Mcorr	As	As adopté	Φ
6	L	3.605	3.189	2.360	3.640	2.135	1.349	-0.229	2.102	1.69	5.56	2T16 1T14
	T	5.084	8.829	1.69	8.829	5.084	1.69	-7.661	4.952	3.833	8.04	4.T16
5	L	3.271	6.613	1.747	7.148	2.375	1.69	-1.038	2.223	1.758	5.56	2T16 1T14 +
	T	6.114	21.659	1.69	21.659	6.114	1.690	-18.893	6.018	7.039	8.04	4.T16
4	L	4.123	12.565	1.753	13.672	2.582	1.69	-1.616	2.475	2.018	8.29	2T20 1T16 +
	T	7.106	36.106	1.69	36.106	7.106	1.69	-32.078	7.016	9.614	12.56	4T20
3	L	4.476	18.752	1.69	20.565	2.642	1.69	-2.498	2.617	2.246	8.29	2T20 1T16 +
	T	8.037	52.991	1.69	52.991	8.037	1.69	-47.701	7.947	12.493	12.56	4.T20
2	L	4.482	25.064	1.69	27.334	2.667	1.69	-3.739	2.922	2.644	8.29	2T20 1T16 +
	T	8.835	71.330	1.69	71.330	8.835	1.69	-65.182	8.741	8.147x2	12.56	4T20
1	L	5.735	31.403	1.69	34.135	2.392	1.69	-4.960	2.60	2.586	8.29	2T20 1T16 +
	T	8.238	91.408	1.69	91.408	8.238	1.69	-83.383	8.198	10.423x2	12.56	4T20

			Recapitulatif de ferraillage			verification a l'E.L.S				
NIVEAU	POTEAU	SENS	A=A'	Aadopté	Φ	Mser	Nser	sigmaB	sigmaC	sigmA
9	5C	L	3,455	4.62	3T14	1.649	11.141	2.015	24.436	10.43
		T	5.029	6.15	4T14	2.844	3.416	3.846	32.388	119.43
8	5C	L	2,979	4.62	3T14	1.678	19.182	13.839	139.676	4.231
		T		6.15	4T14	2,974	5.424	4.939	37.954	115.059
7	5C	L	1.691	4.62	3T14	2.007	29.267	21,116	239.459	6.863
		T	5.021	6,15	4T14	2.891	11.976	6.491	240,10	57.678
6	5C	L	2.717	6.03	3T16	2.939	36.967	2.617	35.547	5.819
		T	2.797	8.04	4T16	2.593	16.495	1.795	22.984	8.533
5	5C	L	2.717	6.03	3T16	2.918	45.528	2.928	40.231	10.716
		T	2.717	8.04	4T16	3.139	20.793	2.178	28.056	8.916
4	5C	L	2.717	6.03	3T16	3.128	56.224	3.415	47.277	15.638
		T	2.717	8.04	4T16	3.732	24.781	2.591	33.377	10.511
3	5C	L	2.717	6.03	3T16	3.409	62.397	3.764	52.154	17.672
		T	2.717	8.04	4T16	4.408	28.733	3.056	39.266	13.301
2	5C	L	2.717	6.03	3T16	3.727	70.642	4.206	58.374	20.676
		T	2.797	8.04	4T16	4.948	32.671	3.432	44.186	14.213
1	5C	L	2.717	6.03	3T16	5.267	78.878	5.162	70.770	17.496
		T	2.717	8.04	4T16	6.263	41.237	3.244	43.421	1.460

			recapitulatif du ferraillage			verification à l'E.L.S				
NIVEAU	POTEAU	SENS	A=A'	Aadopté	Φ	Mser	Nser	sigmaB	sigmaC	sigma
9	6C	L	3.455	4.62	3T14	3.601	6.268	3.634	32.946	96.236
		T	4.844	6.15	4T14	1.896	1.769	2.107	17.622	66.026
8	6C	L	2.979	4.62	3T14	3.989	11.173	2.522	29.084	23.382
		T	5.935	6.15	4T14	3.324	2.393	1.968	17329	55.184
7	6C	L	1.69	4.62	3T14	2.759	17.706	3.951	45.687	35.713
		T	3.539	6.15	4T14	2757	14.949	1.022	14.185	7.282
6	6C	L	2.717	6.03	3T16	4.059	23.935	2.963	37.263	20.238
		T	3.439	8.04	4T16	2.796	8.885	1.998	22.530	37.068
5	6C	L	2.717	6.03	3T16	3.325	30.233	2.558	34.034	0.764
		T	4.065	8.04	4T16	3.387	11.103	2.417	27.411	43.352
4	6C	L	2.717	6.03	3T16	3.419	36.604	1.122	16.164	10.759
		T	5.969	8.04	4T16	4.029	22.657	2.783	34.960	19.331
3	6C	L	2.717	6.03	3T16	3.578	36.867	2.888	38.779	2.379
		T	4.568	8.04	4T16	4.764	27.272	3.290	41.450	21.756
2	6C	L	2.717	6.03	3T16	4.056	48.055	3.304	47.421	6.327
		T	5.658	8.04	4T16	5.347	31.889	3.692	46.826	21.652
1	6C	L	2.717	6.03	3T16	5.041	47.412	3.925	52.352	14.109
		T	7.305	8.04	4T16	6.239	37.447	4.304	54.652	24.671

			recapitulatif du ferraillage			verification à l'E.L.S				
NIVEAU	POTEAUX	SENS	A=A'	Aadopté	Φ	Mser	Nser	SIGMAB	SIGMAC	SIGMA
6	5A	L	2.607	5.56	2T16 1T14 +	0.923	4.151	1.301	13.867	20.043
		T	4.226	8.04	4T16	1.942	3.698	2.371	22.437	56.336
5	5A	L	1.902	5.56	2T16 1T14 +	1.038	8.394	1.417	17.372	59.209
		T	6.504	8.04	4T16	2.441	8.925	3.027	31.994	48.461
4	5A	L	1.609	8.29	2T20 1T16 +	1.351	16.003	1.877	24.349	60.111
		T	8.779	12.56	4T20	3.033	-9.124	2.276	12.889	114.647
3	5A	L	1.847	8.29	2T20 1T16 +	1.411	23.849	2.338	31.139	7.561
		T	11.337	12.56	4T20	3.25	-14.104	2.090	6.821	140.38
2	5A	L	1.69	8.29	2T20 1T16 +	1.513	31.661	2.836	38.391	13.047
		T	7.06	12.56	4T20	3.744	-20.225	2.026	0.606	178.09
1	5A	L	1.69	8.29	2T20 1T16 +	1.497	39.472	3.342	45.906	20.951
		T	9.151	12.56	4T20	4.263	41.237	5.037	64.237	3.661

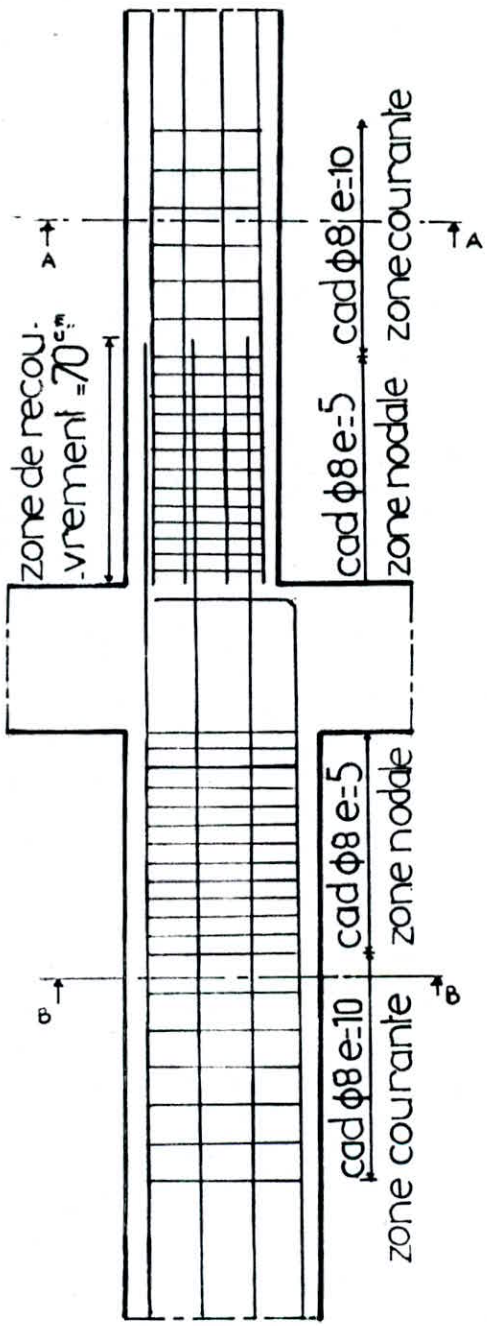
			Recapitulatif du ferraillage			vérification à l'E.L.S				
Niveau	POTEAUX	SENS	A=A'	Aadopté	Φ	Mser	Nser	SIGMAB	SIGMAC	SIGMA
6	6A	L	2.36	5.56	2T16 1T14 +	1.561	2.576	0.823	14.421	26.975
		T	3.832	8.04	4T16	2.056	3.562	0.576	9.538	14.937
5	6A	L	1.747	5.56	2T16 1T14 +	1.748	5.212	2.507	24.163	56.542
		T	7.039	8.04	4T16	2.608	8.918	3.231	33.710	54.801
4	6A	L	1.753	8.29	2T20 1T16 +	1.918	9.95	2.360	26.840	24.533
		T	9.614	12.56	4T20	3.174	15.937	3.353	38.575	31.786
3	6A	L	1.69	8.29	2T20 1T16 +	1.968	14.853	2.456	30.023	10.902
		T	12.49	12.56	4T20	3.449	22.541	3.760	45.459	20.239
2	6A	L	1.69	8.29	2T20 1T16 +	1.967	20.060	2.595	33.141	1.613
		T	8.147	12.56	4T20	3.979	31.105	4.462	55.398	13.841
1	6A	L	1.69	8.29	2T20 1T16 +	1.767	25.043	2.668	35.104	5.558
		T	10.423	12.56	4T20	4.576	40.504	5.243	66.337	7.479

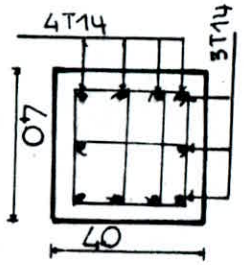
vérification des Poteaux (C5 C6)

NIVEAU	POTEAU	Vu	At	S	$S_{z.n}$	$S_{z.c}$	$S_{s.N}$	$S_{z.c}$
9	C6	2,159	2.01 / 4T8	59.583	8 cm	12 cm	5 cm	10 cm
	C5	1.961	"	65.559	"	"	"	"
8	C6	4.288	"	30.00	"	"	"	"
	C5	3.914	"	32.866	"	"	"	"
7	C6	4.684	"	27.464	"	"	"	"
	C5	4.321	"	29.779	"	"	"	"
6	C6	3.617	"	44.456	"	"	"	"
	C5	3.338	"	48.178	"	"	"	"
5	C6	4.373	"	36.771	"	"	"	"
	C5	4.034	"	39.861	"	"	"	"
4	C6	5.087	"	31.609	"	"	"	"
	C5	4.696	"	34.242	"	"	"	"
3	C6	5.315	"	30.254	"	"	"	"
	C5	5.315	"	30.254	"	"	"	"
2	C6	6.331	"	25.398	"	"	"	"
	C5	5.842	"	27.525	"	"	"	"
1	C6	8.332	"	19.299	"	"	"	"
	C5	7.692	"	20.905	"	"	"	"

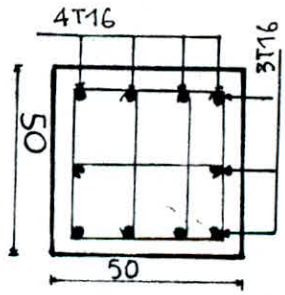
vérification des poteaux (A5_A6)

NIVEAU	POTEAU	V_u	A_t	S	$\bar{S}_{z.n}$	$\bar{S}_{z.c}$	$S_{z.n}$	$S_{z.c}$
6	A6	2.845	2.01 / 4Ø8	45.2	8.00	12.00	5.00	10.00
	A5	2.625	"	49.00	"	"	"	"
5	A6	3.439	"	37.406	"	"	"	"
	A5	3.173	"	40.54	"	"	"	"
4	A6	4.003	"	32.136	"	"	"	"
	A5	3.694	"	34.824	"	"	"	"
3	A6	4.531	"	28.391	"	"	"	"
	A5	4.181	"	26.744	"	"	"	"
2	A6	4.980	"	25.831	"	"	"	"
	A5	4.595	"	27.995	"	"	"	"
1	A6	4.536	"	28.359	"	"	"	"
	A5	4.189	"	30.708	"	"	"	"





coupe A.A



coupe B.B

Poteau C5 (niveaux6_7)

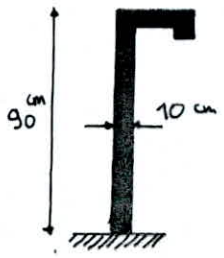
CHAPITRE 13 CALCUL DES ELEMENTS

Acrotère

L'acrotère est assimilée à une console encastrée au niveau du plancher.
Elle sera calculée en flexion composée qui est engendrée par l'effort normal dû à son poids propre G et le moment résultant dû à l'application de la main courante.

Les dimensions de l'acrotère sont :

- hauteur _____ $h = 0.9$ m
- épaisseur _____ $e = 0.10$ m

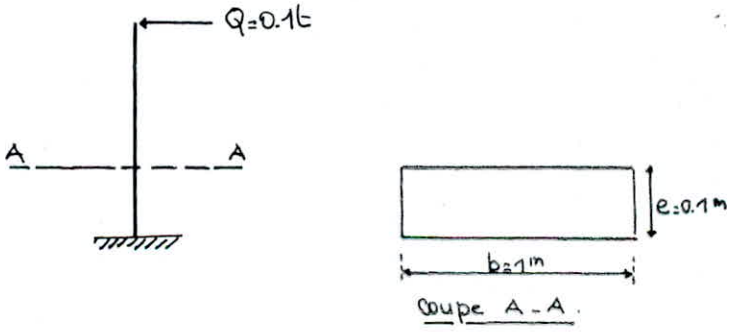


Les charges qui lui sont appliquées sont :

- poids propre : _____ $2.5 \times 0.9 \times 0.1 = 0.225$ t/ml
- surcharge d'exploitation _____ $= 0.1$ t/ml

Le Calcul sera conduit pour une bande de 1 m.

Schema statique :



Coupe A-A.

CALCUL A L'ETAT LIMITE ULTIME :

Sollicitations : * Effort normal : $N_u = 1.35\,G = 1.35 \times 0.225 = 0.304$ t

* Moment à la base : $M_u = 1.5 \times 0.9 \times 0.1 = 0.135$ t.m.

Le centre de pression $e_0 = \frac{M_u/G}{N_u} = \frac{0.135}{0.304} = 0.44$ m.

$e_0 = 0.44 > 0.1$ m $\Rightarrow$ le centre de pression est à l'extérieur de la section donc c'est une section partiellement comprimée.

Le moment par rapport au centre de gravité des armatures tendues est :

$M_{uA} = M_{uG} + N_u \left(d - \frac{h}{2}\right)$ où d : hauteur utile $= 0.08$ m

d'où $M_{uA} = 0.144$ t.m.

$\mu_{bu} = \frac{M_{uA}}{bd^2 f_{bu}} = 0.0156 < \mu_{lu} = 0.3 \Rightarrow$ pas d'armatures comprimées $A'_s = 0$

$\alpha = 1.25 \left(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}\right) = 0.019 < 0.259 \Rightarrow$ pivot A : $\sigma_s = f_{su} = 348$ MPA

$$A_s = \frac{1}{f_{su}} \left[\frac{M_{uA}}{d(1 - 0.4\alpha)} - N_u \right] = 0.434 \text{ cm}^2.$$

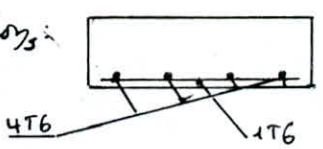
VERIFICATIONS DIVERSES

1°) Ferraillage minimal :

$A_{min} = 0.23 . b . d . \frac{f_{t28}}{f_{e28}} = 0.23 \times 1 \times 0.08 \times \frac{2.1}{348} = 1.11 \text{ cm}^2 > 0.434 \text{ cm}^2$

On adopte $A = 4T6/ml = 1.13 \text{ cm}^2$. avec un espacement de $25 \frac{\text{cm}}{\text{ml}}$

et 1T6 comme armatures de répartition :



2°) Vérification à l'effort tranchant :

$V_u = 1.5\ Q = 0.15$ t.

$\tau_u = \frac{V_u}{b.d} = 1.875 \text{ t/m}^2$. comme la fissuration est préjudiciable

alors $\bar{\tau}_u = 0.05 f_{c28} = 125 \text{ t/m}^2$

$\tau_u < \bar{\tau}_u$ la condition est vérifiée.

3°) Vérification au séisme local : (Article 3.3.6 RPA 88).

L'acrotère doit être calculée sous l'action des forces horizontales suivant la formule : $F_p = 4 \times A \times C_p \times W_p$.

Avec $A = 0.15$ (groupe d'usage II, zone II, arti 3.2.1-3-1 RPA 88)

- $C_p = 0.8$ (Tableau 5 RPA 88)
- W_p : poids propre de l'acrotère.

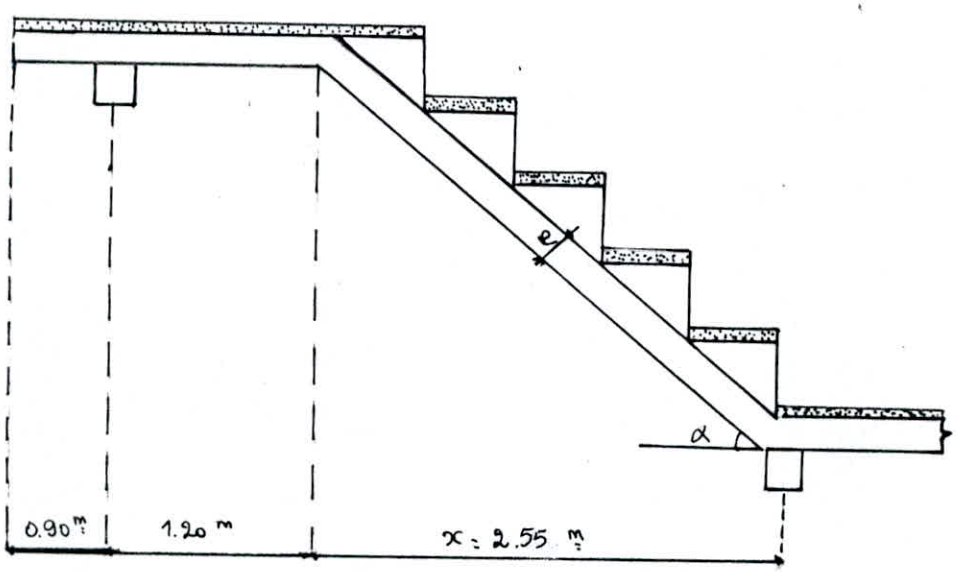
$F_p = 4 \times 0.15 \times 0.8 \times 0.304 = 0.146 \text{ t} < 1.5\ Q = 0.15$ t vérifiée.

Escalier

* <u>Prédimensionnement de la paillasse:</u>

On prédimensionne la paillasse selon la relation suivante.

$\frac{l}{30} \leq e \leq \frac{l}{20}$ avec l: portée de la paillasse (voir figure)



$l = \frac{x}{\cos\alpha}$ avec $\text{tg}\,\alpha = \frac{h}{g} = \frac{17}{30} = 0.2 \Rightarrow \alpha = 29.54°$.

pour $h = 17^{cm}$; $g = 30^{cm}$ la condition de BLONDEL

$60 \leq g + 2h \leq 64$ est vérifié ($g + 2h = 64^{cm}$).

d'où

$\alpha = 29.54° \rightarrow l = 2.76^{m}$

$\Rightarrow \frac{2.76}{30} \leq e \leq \frac{2.76}{20} \Rightarrow 0.92 \leq e \leq 0.138$

$\boxed{e = 12^{cm}}$.

On adopte la même épaisseur pour les paliers

* Ferraillage :

. Evaluation des charges :

. paillasse :

. charges permanentes :

- poids propre de la paillasse : $2500 \cdot \frac{0.12}{\cos\alpha} = 344.82$ kg/m²
- " " des marches $2500 \cdot \frac{0.17}{2} = 212.5$ " "
- " " du revêtement 84 " "
- Garde corps 100 " "

$\Sigma = 741.32$ kg/m²

- Surcharges d'exploitation 250 kg/m².

. palier :

. charges permanents :

- poids propre de la dalle $2500 \cdot 0.12 = 300$ kg/m²
- revêtement $= 84$ " "
- Garde - corps $= 100$ " "

$\Sigma = 484$ kg/m²

. surcharges d'exploitations : 250 kg/m².

- Détermination des efforts :

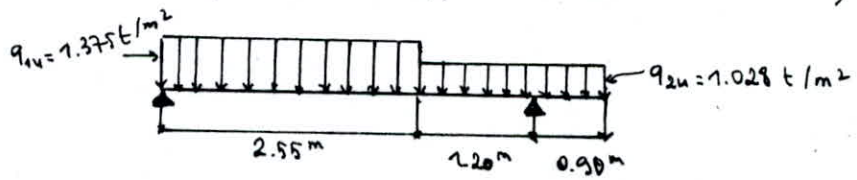
- paillasse ⟶ $q_{1u} = 1.35 \cdot 0.741 + 1.5 \cdot 0.25 = 1.375$ t/m²

$q_{1ser} = 0.741 + 0.25 = 0.991$ t/m²

. palier ⟶ $q_{2u} = 1.35 \cdot 0.484 + 1.5 \cdot 0.25 = 1.028$ t/m²

$q_{2ser} = 0.484 + 0.25 = 0,734$ t/ml.

D'où le schéma statique de calcul (pour une bande de 1 m)



Les valeurs des moments aux différentes sections sont alors

- EN TRAVEE

M_u = 2.094 t.m

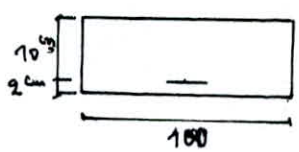
M_{ser} = 1.508 t.m

- EN Appui :

M_u = 0.416 t.m ; M_{ser} = 0.297 t.m.

- Calcul des sections :

Le programme de flexion simple nous donne les sections sur appui et en travée.



✓ Sur appui : M_u = 0.416 t.m

pivot A ; A = 1.21 cm² soit 3 Φ 8 /ml

✓ En travée M_u = 2.946 t.m

pivot A → A = 6.55 cm² soit 6 Φ 12 /ml

- Armature de répartition :

$\frac{A}{4} \leq A_r \leq \frac{A}{2}$ → A_r = 6 Φ 8 /ml.

• VERIFICATIONS DIVERSES

* ferraillage minimal :

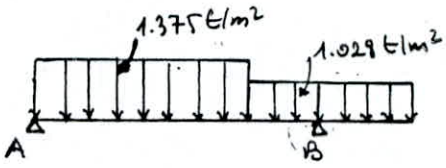
$$A_{smin} = 0.23 \times b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_{e28}} = 0.23 \times 10 \times 100 \times \frac{2.1}{400} = 1.207 \text{ cm}^2.$$

c'est verifié.

* EFFORT TRANCHANT :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b.d} < \bar{\tau}_u = \text{Min}\left[0.13 f_{28}, 4 \text{ MPA}\right].$$

Calcul de V_u :



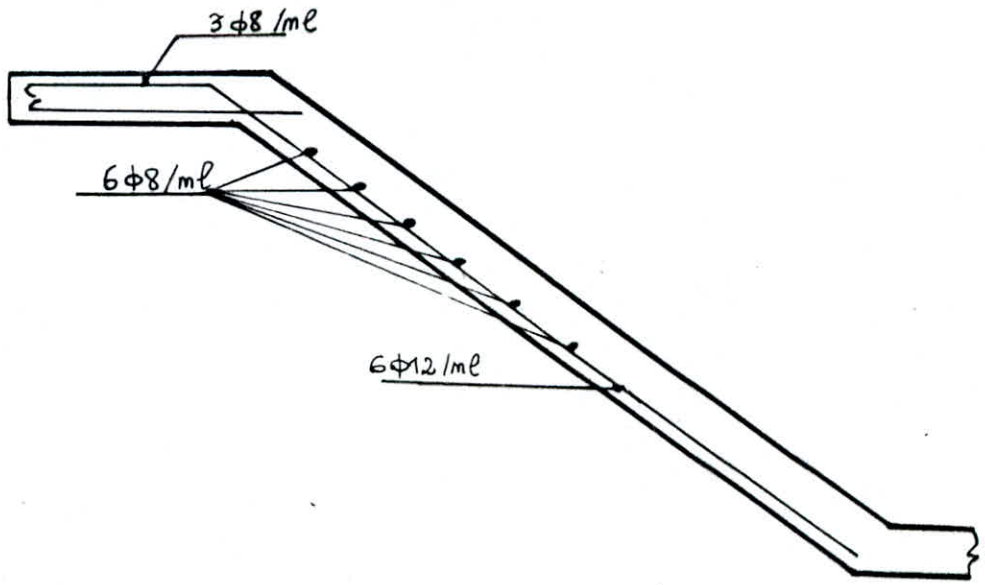
$$R_B = 0.867\, q_1 + 2.016\, q_2.$$

$$R_B = 1.683\, q_1 + 0.084\, q_2 \quad \text{avec } q_1 = 1.375 \text{ t/m}^2 ; q_2 = 1.029 \text{ t/m}^2$$

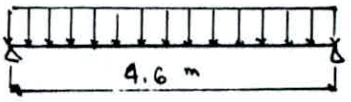
L'effort tranchant V_u est égale à :

$$V_u = R_B - 0.867\, q_u + 2.016\, q_2 = 3.264 \text{ t}.$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b.d} = \frac{3.264}{0.1 \times 1} = 32.64 \text{ t/m}^2 < 325 \text{ t/m}^2 \quad \text{c'est verifié.}$$



CALCUL DE LA POUTRE PALIERE :



La poutre palière (partiellement encastrée) est soumise à son poids propre et la réaction d'appui engendrée par l'escalier :

. poids propre de la poutre _____ $2.5 \times 0.3 \times 0.5 = 0.375$ t/m

. q_u (réaction d'appui) _____ $= V_u = 3.26$ t/m

La combinaison à l'état limite ultime donne :

$$P_u = 1.35\,G + 1.5\,q_u = 3.77 \text{ t/m}$$

$$\Rightarrow M_0 = \frac{P_u l^2}{8} = 9.972 \text{ t.m}. \quad \text{(Moment de la poutre simplement appuyée)}$$

Ses moments en travée et en appui sont égales à :

. Moment en travée .... $M_t = 0.75\,M_0 = 7.479$ t/m

. " en appui .... $M_a = 0.4\,M_0 = 3.988$ t/m.

FERRAILLAGE :

Le programme de flexion simple nous donne :

✓ sur appui : $M_u = 3,988$ t/m.

pivot A ; $A_s = 2.44$ cm² soit 2 Φ 14

✓ En travée : $M_u = 7.479$ t.m

pivot A ; $A_s = 4.66$ cm² soit 3 Φ 14

. Vérifications diverses

* Armatures minimales :

$$A_{min} = 0.23\,b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_{e28}} = 1.738 \text{ cm}^2 \qquad \text{vérifiée.}$$

* Effort tranchant :

$$V_u = \frac{P_u l}{2} = \frac{4.6 \times 3.77}{2} = 8.671 \text{ t.}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b.d} = \frac{8.671}{0.3 \times 0.48} = 60.21 \text{ t/m}^2 < \bar{\tau}_u = 325 \text{ t/m}^2$$ (fissuration peu nuisible)

vérifiée

Armatures transversales :

$\bar{S}_t = \text{Min}[0.9d, 40\,cm] = \text{Min}[0.9\times48, 40\,cm] = 40\,cm$

On prend $S_t = 20$ cm.

donc les armatures transversales sont :

$\frac{A_t}{b\times S_t} \geq \frac{\tau_u - 0.5}{0.8\times f_e}$ $\rightarrow$ $A_t = 0.191\ cm^2$ soit 1 cadre $\phi 6$

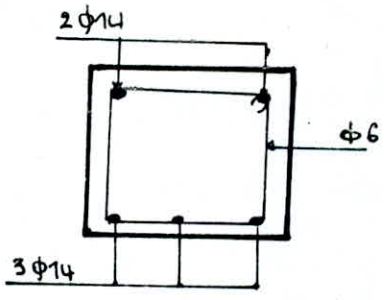
✓ Vérifications supplémentaires :

- Zones d'appuis : on doit vérifier que :

$a \geq \frac{3.75\times V_u}{b\times f_{c28}} = 0.043$; $a = 0.40 > 0.043$ vérifié

- Aciers inférieurs : on doit vérifier que

$A_s \geq 1.15\ \frac{V_u}{f_e} = 1.15\times\frac{8.671}{40000} = 2.49\ cm^2$. vérifié.



Calcul des Planchers

Les planchers de notre batiment sont formés de dalles pleines d'épaisseur ($e = 12^{cm}$). Le calcul se fait pour une bande de 1^m de largeur dans les "02" sens. On calcule les moments à l'E.L.U et l'E.L.S au milieu de chaque bande selon la méthode exposée dans les règles du B.A.E.L 83

1) Etude du plancher térrasse:

Le plancher térrasse comprend "02" panneaux de dimensions différents. On étudie le panneau de plus grandes dimensions et on ferraillera le $2^{ème}$ panneau en conséquence.

- Evaluation des charges:

  - charge permanente ------- $0.680\ t/m^2$
  - " d'exploitation ----- $0.100\ t/m^2$.

- Calcul des moments de sollicitation:

Les moments fléchissants au centre du panneau ont pour expression

- Dans le sens l_x : $M_{ox} = \mu_x\, p\, l_x^2$
- Dans le sens l_y : $M_{oy} = \mu_y\, M_{ox}$.

Avec $P = 1.35\,G + 1.5\,Q = 1.35 \times 0.680 + 1.5 \times 0.100 = 1.069\ t/m^2$ ---(E.L.U)

$P = G + Q = 0.690 + 0.1 = 0.780\ t/m^2$ ----- (E.L.S).

Les coéfficients μ_x et μ_y ont pour valeurs:

$l_x = 3.7^m$, $l_y = 5.7^m$ ⟶ $\rho = \frac{l_x}{l_y} = 0.649$.

$\mu_x = 0.0746$; $\mu_y = 0.368$

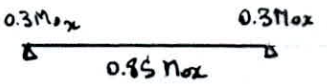
Donc $M_{ox} = 0.0746 \times 1.068 \times (3.7)^2 = 1.090\ t.m$

$M_{oy} = 0.368 \times 1.090 = 0.40\ t.m$.

• Repartition des moments :

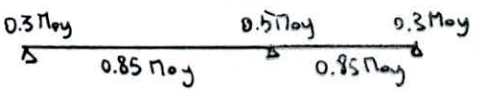
Les panneaux sont continus au delà de leurs appuis, d'où on tient compte de cette continuité :

• sens transversal : l_x :



- Moment en travée ..... $0.85\ M_{ox} = 0.926$ t.m
- Moment sur appui ..... $0.3\ M_{ox} = 0.278$ t.m

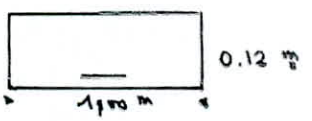
• sens longitudinal : l_y



- Moment en travée ..... $0.85\ M_{oy} = 0.34$ t.m
- " sur appui de rive ... $0.3\ M_{oy} = 0.12$ t.m
- " " appui intermediaire ... $0.5\ M_{oy} = 0.20$ t.m

• Calcul du ferraillage :

* sens l_x :



Le programme de flexion simple nous a permis d'avoir les sections suivants :

. section en travée : $A_s = 2.69\ cm^2$ soit 6 ϕ 8 / ml ($A_{seff} = 3.02\ cm^2$)

. section sur appui : $A_s = 0.79\ cm^2$ soit 3 ϕ 6 / ml ($A_{seff} = 0.85\ cm^2$)

* sens l_y :

. section en travée : $M_u = 0.34$ t.m.

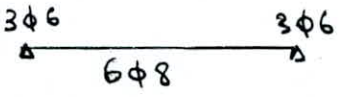
$A_s = 1.102\ cm^2$ soit 3 ϕ 8 / ml ($A_{seff} = 1.51\ cm^2$)

. section sur appui de rive : $A_s = 0.37\ cm^2$ soit 3 ϕ 6 / ml

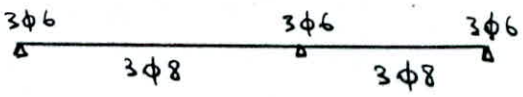
. section sur appui intermediaire $A_s = 0.69\ cm^2$ soit 3 ϕ 6 / ml

- Récapitulatif du ferraillage

- sens lx



- sens ly



- Vérifications préliminaires

* section minimale : (B.A.E.L Article A8.2.41)

- sens y : pour des aciers FeE40, on doit avoir

$A_y \geq 8 \times d$ avec $d \simeq 2.5\sqrt{M_u / f_{c28}}$; $M_u = M_{u\,max}$.

$d \simeq 2.5 \times \sqrt{\frac{0.34}{2500}} = 0.029$ m.

$\Rightarrow A_{s\,min} = 8 \times 0.029 = 0.23$ cm² condition verifiée.

* Armatures transversales :

La dalle est betonnée sans reprise de bétonnage

$V_{uy} = \frac{P_u \cdot l_x}{3} = \frac{1.068 \times 3.7}{3} = 1.32$ t/ml

on doit vérifier la relation : $V_u \leq 0.05 \times d_y \times f_{c28}$.

$V_u \leq 0.05 \times 0.09 \times 2500 = 11.25$ t/ml c'est verifiée, donc pas d'armatures transversales.

- sens x :

* section minimale : (B.A.E.L Article A8.2.41)

$A_x \geq \frac{3-\alpha}{2} \times 8 \times d$ avec $d = 2.5\alpha\sqrt{M_u / f_{c28}} = 0.052$ m

$A_x \geq \frac{3-0.641}{2} \times 8 \times 0.052 = 0.49$ cm² condition verifiée.

* Armatures transversales : $V_{ux} = \frac{P_u \cdot l_x}{2+\alpha} = 1.49$ t/ml

$V_{ux} \leq 0.05 \times d_x \times f_{c28} = 0.05 \times 0.102 \times 2500 = 12.75$ t/ml → pas d'armature transversale.

2°/ Plancher étage courant

Le plancher de l'étage courant est formé de panneaux de dimensions différentes.

- Evaluation des charges :

  - charge permanente _____ 0.527 t/m²
  - surcharge d'exploitation _____ 0.175 t/m².

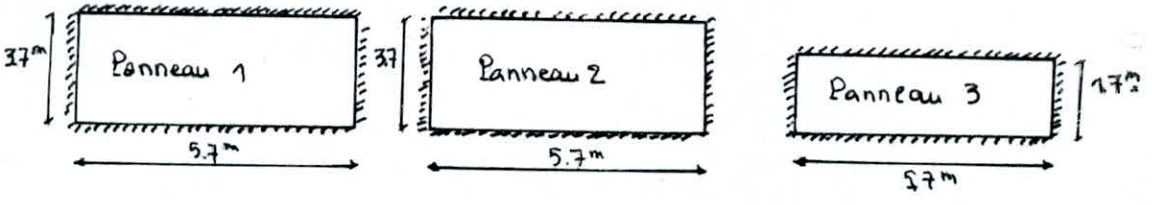
La combinaison des charges à l'état limite ultime est :

$P_u = 1.35 G + 1.5 Q = 0.974$ t/m².

- Calcul des sollicitations :

Les moments fléchissants aux centres des panneaux ont pour expression :

- Dans le sens l_x ..... $M_{x_u} = \mu_x \, p \, l_x^2$
- Dans le sens l_y ..... $M_{y_u} = \mu_y M_x$.



- pour les panneaux 1 et 2

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = 0.649 \longrightarrow \mu_x = 0.0746 \; ; \; \mu_y = 0.369$$

d'où $M_{x_u} = 0.0746 \times 0.974 \times \overline{3,7}^2 = 0.995$ t.m

$M_{y_u} = 0.369 \times 0.995 = 0.367$ t.m

- pour le panneau 3

$\alpha = 0.303 < 0.4 \Longrightarrow$ le panneau porte dans un seul sens

$$M_{x_u} = P_u \frac{l_x^2}{8} \; ; \; M_y = 0$$

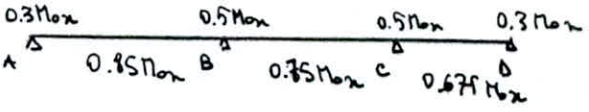
Donc $M_{x_u} = 0.352$ t.m ; $M_{y_u} = 0$

- Repartition des moments :

Les panneaux sont continus au delà de leurs appuis, donc il faut tenir compte de cette continuité.

Sens transversal l_x :

Schéma statique



- Appui de rive A _____ $0.3\ M_{ox} = 0.3 \times 0.995 = 0.298$ t.m
- Appui intermediaire B _____ $0.5\ M_{ox} = 0.3 \times 0.995 = 0.497$ t.m.
- Appui intermediaire C _____ $Max[0.5 \times 0.995, 0.5 \times 0.352] = 0.497$ t.m.
- Appui de rive D _____ $0.3 \times 0.352 = 0.105$ t.m.
- Travée de rive (A-B) _____ $0.85 \times 0.995 = 0.846$ t.m
- Travée intermediaire (B-C) _____ $0.75 \times 0.995 = 0.746$ t.m
- Travée de rive (C-D) _____ $0.675 \times 0.352 = 0.237$ t.m.

- Ferraillage :

Le programme de flexion simple nous a permis d'avoir les sections dans les différents appuis et travées qui seront données sous forme de tableau :

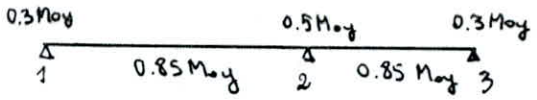
sens transversal : l_x

travées	M_u (t.m)	As (cm^2)	As adoptée
A - B	0.846	2.41	4 Φ10
B - C	0.746	2.11	4 Φ10
C - D	0.237	0.66	4 Φ6

appuis	M_u (t.m)	As (cm^2)	As adoptée
A	0.298	0.830	4 Φ6
B	0.497	1.32	3 Φ8
C	0.497	1.32	3 Φ8
D	0.105	0.29	4 Φ6

sens longitudinal : l_y.

. schéma statique :



- Moment sur appui de rive ..... $0.3 M_{oy} = 0.3 \times 0.367 = 0.110$ t/ml
- Moment en travée ------ $0.85 M_{oy} = 0.85 \times 0.367 = 0.312$ t/ml
- Moment sur appui intermediaire .... $0.5 M_{oy} = 0.5 \times 0.367 = 0.183$ t/ml

Ferraillage :

Le programme de flexion simple nous a permis d'avoir les sections qui sont présentées sous forme de tableau.

sens longitudinal : l_y

travées	Mu (t.m)	As (cm²)	As adoptée
1-2	0.312	0.99	3Φ8
2-3	0.312	0.99	3Φ8

appuis	Mu (t.m)	As (cm²)	As adoptée
1	0.110	1.28	5Φ6
2	0.183	1.88	4Φ8
3	0.110	1.28	5Φ6

. Vérifications préliminaires :

- Armatures minimales (B.A.E.L Article A8.2.41).

pour les aciers FeE40, on doit avoir

$A_y \geq 8.d$ armatures parallèles à l_y

$A_x \geq 8.d \frac{3-\alpha}{2}$ Armatures parallèles à l_x.

Avec $d \simeq 2.5 \times \sqrt{M_u / f_{c28}}$.

Donc $A_{y\,min} = 0.029 \times 8 = 0.22$ cm² , Condition vérifiée.

$A_{x\,min} = 8 \times 0.046 \times \frac{3 - 0.649}{2} = 0.43$ cm² pour le panneau 1 et 2

$A_{x\,min} = 8 \times 0.046 \times \frac{3 - 303}{2} = 0.49$ cm² pour le panneau 3

Conditions verifiées.

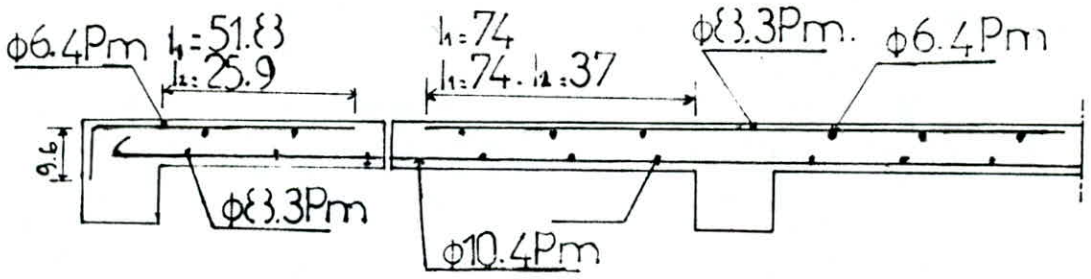
· EFFORTS tranchants :

On doit vérifier les conditions suivantes dans les 02 sens longitudinal et transversal.

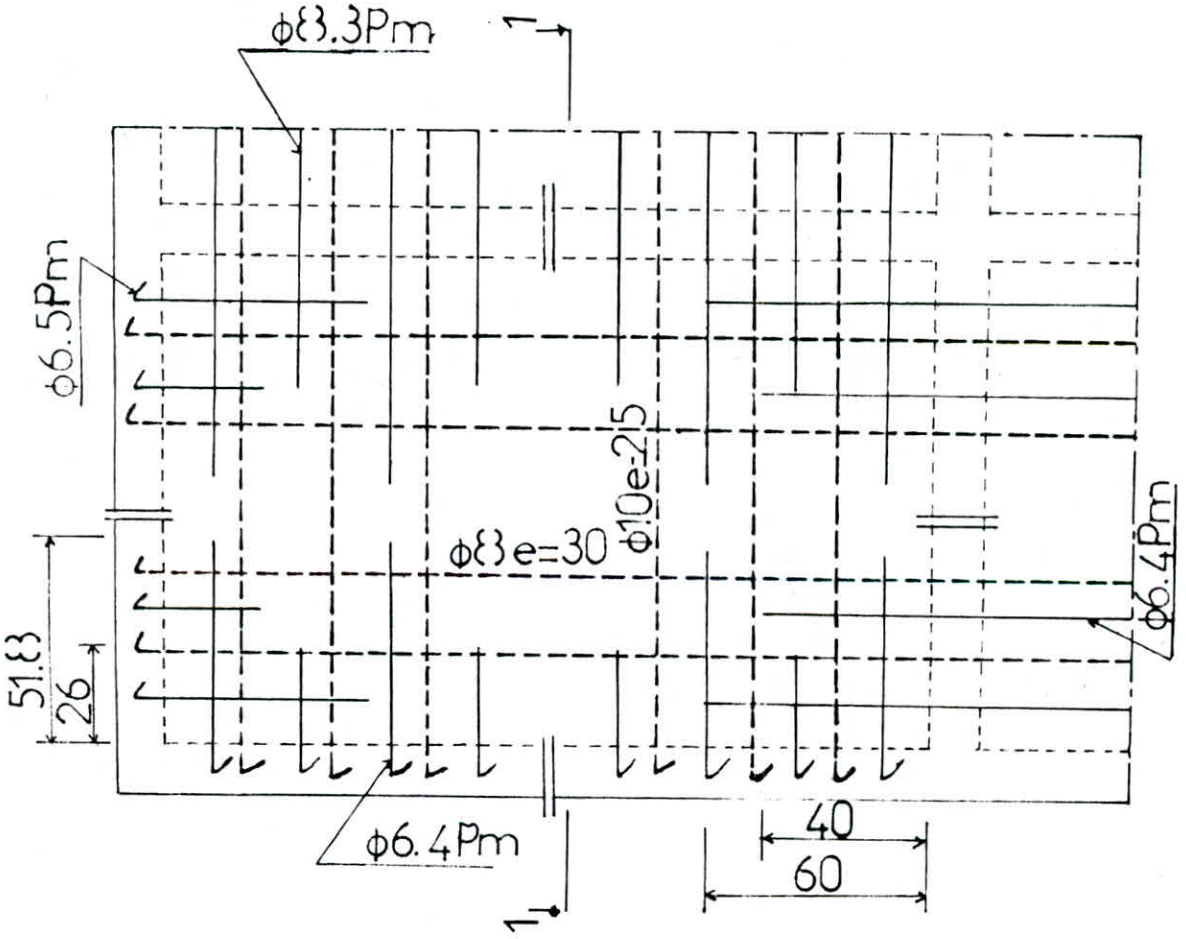
- sens l_x : $V_{ux} = P_u \, l_x / (2+\alpha) \leq 0.05 \times d \times f_{c28}$
- sens l_y $V_{uy} = P_u \, \frac{l_x}{3} \leq 0.05 \times d \times f_{c28}$

si les conditions sont vérifiées, il n'est pas nécessaire d'avoir des armatures transversales.

Dans notre cas, les 02 conditions sont vérifiés dans les "02" sens et il n'est pas nécessaire d'avoir des armatures transversale



coupe 1.1

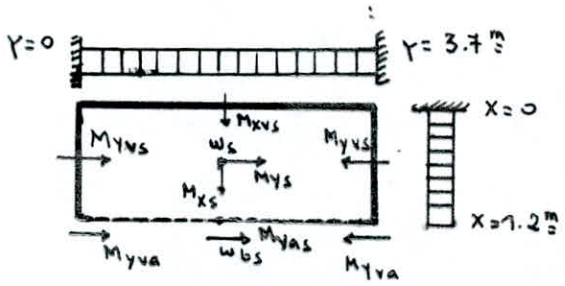


férraillage (Panneau 1)

Calcul du balcon

Le balcon est calculé comme une dalle sur 03 appuis et soumis aux charges suivantes :

- charge permanente ; ---- 0.514 t/m²
- surcharge d'exploitation ---- 0.250 " "



$\Longrightarrow q_u = 1.35\,G + 1.5\,Q = 1.069$ t/m².

. <u>sollicitations</u> : le calcul des sollicitations sera donné par les tables de BARRES en fonction des dimensions du panneau. ($\gamma = \frac{a}{b}$).

soient :

- M_{xs}, M_{ys} : moments par unité de longueur au centre du panneau respectivement dans le sens x et y
- M_{xvs}, M_{yvs} : moments fléchissants d'appuis à l'encastrement respectivement pour $y = b/2$ et $x = a/2$.
- M_{yva} : moment à l'appui pour $x = a$ dans le sens y.
- M_{yas} : moment fléchissant d'appui dans le sens y à l'encastrement pour $x = a$ et $y = b/2$.
- w_s, w_{bs} : flèche au centre du panneau respectivement pour $x = a/2$ et $x = a$.

Dans notre cas : $a = 1.2^m$; $b = 3.7^m$ $\Longrightarrow \gamma = 0.32$.

Les valeurs des moments sont donnés dans le tableau ci-dessous

γ	Mxs (t.m)	Mxvs (t.m)	Mys (t.m)	Myas (t.m)	Myvs (t.m)	Myva (t.m)
0,32	-0,085	-0,828	-0,050	0,141	-0,213	-0,608

Le calcul du ferraillage sera conduit avec les valeurs des moments

maximales en valeur absolue.

$M_x = 0.828$ t.m ; $M_y = 0.609$ t.m

Le programme de flexion simple nous a permis d'avoir les sections dans le sens x et y.

- sens x : $A_s = 2.331$ soit $4\phi 10/ml$ ($A_{seff} = 3.14\ cm^2$)
- sens y : $A_s = 1.691$ soit $4\phi 8/ml$ ($A_{seff} = 2.01\ cm^2$).

sens x : sens y.

ferraillage pour 1 mètre linéaire.

CHAPITRE 14 INFRASTRUCTURE

Infrastructure

I FONDATIONS :

1°/ Choix du type de fondation :

Le sol sur lequel repose le batiment a une contrainte admissible de 2 bars.

Un calcul préliminaire a permis de constater que l'adoption d'un radier général, constitue la meilleure solution de fondation pour le batiment. Les semelles isolées ou filantes occuperaient plus de 2/3 de la surface de batiment.

De plus, l'adoption d'un radier général comme solution de fondation élimine le problème de tassements qui pourrait se poser, vue que le terrain est constitué des couches suivantes :

- remblai de 2 à 4 m d'epaisseur.
- argile sableuse de 2 à 4 m
- Grés blanchâtre de 0.5 à 1 m
- horizon marneux profond.

2°/ Hypothèses de calcul

- Le radier sera considéré comme infiniment rigide
- Il sera calculé comme un plancher renversé soumis aux réactions du sol agissant de bas en haut de manière uniforme : → On suppose donc que le sol n'est pas compressible
  → Il n'existe pas de points durs pouvant causer une concentration trop importante de contraintes en ces points (ou encore que le sol est suffisament homogène)

3°) DIMENSIONNEMENT DU RADIER :

a/ Détermination de la surface du radier :

La surface est déterminée en considérant que la contrainte transmise au sol par la construction doit être inférieure ou égale à la portance de ce sol.

$$\sigma = \frac{N}{S_{nec}} \leq \bar{\sigma}_s \Longrightarrow S_{nec} \geq \frac{N}{\bar{\sigma}_s}.$$

Calcul de N : A l'état limite ultime (E.L.U)

$$N = 1.35\,G + 1.5\,Q$$

Avec G : charge permanente = 3337.95 t (poids de la construction)

Q : charge d'explitation = 492.55 t

d'où N = 5245,05 t.

$$S_{nec} \geq \frac{N}{\bar{\sigma}_s} = \frac{5245.05}{20} = 262.25 \text{ m}^2.$$

La surface de la construction est $S_0 = 267.225$ m².

pour des raisons constructives et sécuritaires, la surface générale du radier doit être supérieure ou égale à celle de la construction. On adoptera donc un débord de 30 cm.

La surface du radier devient alors :

$$S_{radier} = S_0 + S_{debord} = 289.155 \text{ m}^2.$$

$$\frac{S_{nec}}{S_{rad}} = \frac{262.25}{289.155} = 0.91 > 0.5$$ ce qui justifie l'utilisation du radier.

b/ Epaisseur du radier :

L'épaisseur du radier est déterminée en considérant simultanément

les deux (02) conditions de non utilisation des armatures transversales et de non poinçonnement.

* Cisaillement des panneaux :

$$\tau_u = \frac{V_{umax}}{b_0 d} \leq 0.05 \cdot f_{c28} \qquad , f_{c28} = 25 \text{ MPA}.$$

Avec

V_{umax} : Effort tranchant maximal dans le panneau le plus sollicité.

$$V_{umax} = \frac{q \cdot l_x}{2 + \alpha}.$$

où

$$q = \frac{N_t}{S_r} = \frac{5245.05}{289.155} = 18.139 \quad t/m^2.$$

$$\alpha = l_x / l_y = \frac{3,7}{5,7} = 0.66.$$

$$\Rightarrow \quad V_{umax} = 18.139 \cdot \frac{3,7}{2 + 0.66} = 25.23. \quad t/m.l$$

Donc $$d \geq \frac{25.23 \times 10^3}{12.5 \times 100} = 20.018 \text{ m}.$$

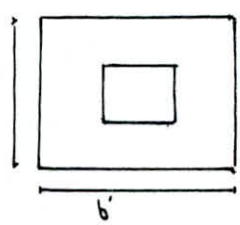
* Condition de non poinçonnement :

$Q_u \leq 0.045 \cdot U_c \cdot h_0 \cdot f_{c28}$ (B.A.E.L Article A 5.2.42).

- U_c : périmètre du rectangle d'impact $U_c = 2(a' + b')$

Avec $a' = a + h$; $b' = b + h$

$a = b = 0.5 \Rightarrow U_c = 2(1 + 2h)$



- Q_u : charge de calcul à l'état limite ultime du poteau le plus sollicité

$Q_u = 221.752$ t

Donc $h \geq \frac{Qu}{0.045 \times U_c \times f_{c28}} \Rightarrow 2(1+2h) \times h \geq \frac{Qu}{0.045 \times f_{c28}}$.

$\rightarrow 2(1+2h) \times h \geq 1.971. \rightarrow h \geq 0.49.$

On prend donc $\underline{h = 50 \text{ cm}}$

4/ VERIFICATIONS

a/ Vérification à l'effet de sous pression :

On vérifie que le batiment ne risque pas de se soulever sous l'effet des sous pressions lorsque le batiment n'est pas surchargé.

On doit vérifier donc que : $P \geq 1.5 \, S \times Z$.

Avec 1.5 : Coefficient de sécurité

S : surface du radier = 289.155 m^2

Z : pression hydrostatique en t/m^2 : $Z = 1.75 \, t/m^2$

P : poids total du batiment sans surcharges.

$= 1.35 \times 3337,95 = 4506,23 \, t.$

$P = 4506,23 > 1.5 \times 289,155 \times 1.75 = 759.032 t$

c'est vérifiée.

b/ Vérification à la stabilité :

Cette vérification consiste à calculer les contraints sur le radier engendrés par les efforts horizontaux et verticaux et vérifier qu'elles restent inférieure à un certain taux de contrainte de sol.

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{S} \pm \frac{M}{I} V_{1,2}.$$

Avec $N = G + G_{radier} + Q$ (sans pondération).

M = moment de renversement engendré par les efforts horizontaux

$$M_{x,y} = \sum_{x,y} F_i z_i + V_{x,y} \cdot z .$$

Dans notre cas

$M_{y\,long} = 3524.805$ t.m
$M_{x\,trans} = 3369.162$ t.m
} → voir calcul au renversement

- sens longitudinal $I_y = \frac{bh^3}{12} = \frac{11,1 \times (26.05)^3}{12} = 16351.77\ m^4$, $v_x = 13.025$ m
- sens transversal $I_x = \frac{(26.05) \times (11.1)^3}{12} = 2968,898\ m^4$, $v_y = 5.55$ m.

$N = 3337.95 + 492,55 + 361.443 = 4191.944$ t.

Les contraints sont donc égales à :

sens longitudinal		sens transversal	
$\sigma_1 = 17.305$ t/m²		$\sigma_1 = 20.795$ t/m²	
$\sigma_2 = 11.689$ t/m²		$\sigma_2 = 8.198$ " "	
$\sigma_m = 15.902$ t/m²		$\sigma_m = 17.646$ " "	
$\sigma_{max} = 17.305$ t/m²		$\sigma_{max} = 20.795$ " "	

On doit vérifier alors que :

$$\sigma_m = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} \leq 1.33\,\bar{\sigma}_s$$

$$\sigma_{max} \leq 1.5\,\bar{\sigma}_s$$

- sens longitudinal : $\sigma_m = 15.902$ t/m² < 26.6 t/m² vérifié
  $\sigma_{max} = 17.305$ t/m² < 30 t/m² vérifié
- sens transversal : $\sigma_m = 17.646 < 26.6$ t/m² "
  $\sigma_{max} = 20.795 < 30$ t/m² "

c/ Vérification à l'état limite ultime :

$N_u = 1.35\ (G + G_{radier}) + 1.5\ Q = 5732,999\ t$.

On doit vérifier que : $\sigma = \frac{N_u}{S_r} < \bar{\sigma}_s$

$\sigma = 19.82 < 20\ t/m^2$ c'est vérifier.

d/ Charges à prendre dans les calculs.

Détermination de la sollicitation la plus défavorable.

- situation durable : (poids du radier non compris)

$p_1 = \frac{N_u}{S_r} = \frac{5245,05}{289.155} = 18.14\ t/m^2$.

- situation accidentelle :

. Sens longitudinal : $\sigma_1 = 17.305 - q_r = 17.305 - 1.25 = 16.025\ t/m^2$.

. Sens transversal : $\sigma_2 = 20.791 - 1.25 = 19.545\ t/m^2$

q_r : poids du radier.

$\frac{\bar{\sigma}_a(S12)}{\bar{\sigma}_a(E.L.U.)} = \frac{4000}{3480} = 1.15 > \frac{q(S12)}{q(E.L.U)} = 1.07$

D'où le radier sera calculé sous l'effet des sollicitations du premier genre (E.L.U). , $q = 18.14\ t/m^2$.

e/ Ferraillage du radier :

Le radier est calculé comme étant une dalle soumise à une charge $q = 18.14\ t/m^2$.

Vue que le radier comporte plusieurs panneaux de dimensions différents, on va se limiter au calcul des panneaux de plus grandes dimensions. Les autres panneaux seront ferraillés en conséquence.

- Evaluation des moments isostatiques au centre du panneau.

$l_x = 3.5^m$; $l_y = 5.5^m$.

$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = 0.636$ ⟶ les tables de PIERRE CHARON nous donne :

$\mu_x = 0.0759$; $\mu_y = 0.356$.

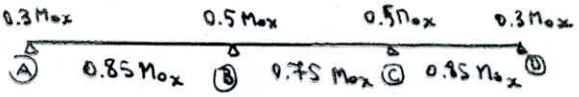
Donc $M_{ox} = \mu_x q . l_x^2 = 0.0759 \times 18.14 \times (3.5)^2 = 16.866$ t.m

$M_{oy} = \mu_y M_{ox} = 0.356 \times 16.866 = 6.004$ t.m.

- Répartition des moments :

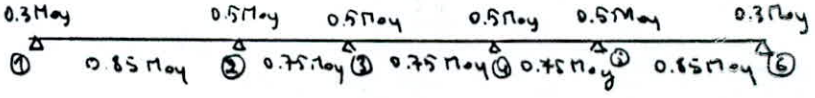
Les panneaux sont continus au delà de leurs appuis, d'où on tient compte de cette continuité.

a) Sens l_x : schéma statique :



- Moment en travée ——— $0.85 M_{ox} = 14.336$ t.m.
- Moment en travée intermédiaire ——— $0.75 . M_{ox} = 12.649$ t.m
- Moment sur appui de rive ——— $0.3 M_{ox} = 5.059$ t.m.
- Moment sur appui intermédiaire ——— $0.5 M_{ox} = 8.433$ t.m.

b) Sens l_y : schéma statique :

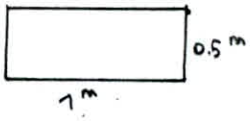


- Moment en travée de rive ——— $0.85 M_{oy} = 5.103$ t.m
- Moment en travée intermédiaire ——— $0.75 M_{oy} = 4.503$ t.m
- Moment sur appui de rive ——— $0.3 M_{oy} = 1.802$ t.m
- Moment sur appui intermédiaire ——— $0.5 M_{oy} = 3.00$ t.m

. Calcul du ferraillage :

Le calcul sera fait pour une bande de 1^m

Le programme de flexion simple nous donne les sections qui sont présentées sous forme de tableau



Sens transversal : l_x

Travées	Mu (t.m)	As (cm²)	As adoptée
A - B	14.336	9.52	7Φ14
B - C	12.649	8.38	6Φ14
C - D	14.336	9.52	7Φ14

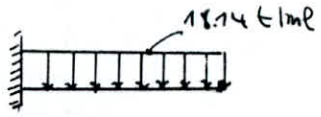
Appuis	Mu (t.m)	As (cm²)	As adoptée
A	5.059	3.30	3Φ12
B	8.433	5.54	5Φ12
C	8.433	5.54	5Φ12
D	5.059	3.30	3Φ12

Sens longitudinal : l_y

Travées	Mu (t.m)	As (cm²)	As adoptée
1 - 2	5.301	3.56	4Φ12
2 - 3	4.503	3.02	3Φ12
3 - 4	4.503	3.02	3Φ12
4 - 5	4.503	3.02	3Φ12
5 - 6	5.301	3.56	4Φ12

Appuis	Mu (t.m)	As (cm²)	As adoptée
1	1.802	4.645	5Φ12
2	3.00	3.484	4Φ12
3	3.00	3.484	4Φ12
4	3.00	3.484	4Φ12
5	3.00	3.484	4Φ12
6	1.802	4.645	5Φ12

. Ferraillage du débord :



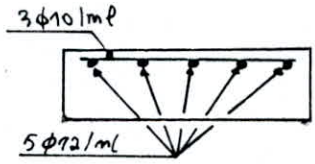
c'est une console encastrée dans la poutre et soumise à une charge q = 18.14 t/ml

$$M_u = \frac{ql^2}{2} = 0.816 \text{ t.m}$$

Donc le débord est ferraillé avec un ferraillage minimal

$$A_{smin} = 0.23.b.d.\frac{f_{t28}}{f_e} = 0.23 \times 1 \times 0.45 \times \frac{2.1}{400} = 5.43 \text{ cm}^2$$

soit 5 ϕ12 avec 3 ϕ10 comme armatures de répartition



CALCUL DES POUTRES :

Nous nous limitons au calcul de la poutre la plus sollicitée dans le sens longitudinal et transversal. On adopte par la suite le même ferraillage pour les autres poutres.

. Evaluation des charges :

Les charges appliquées sur les poutres seront déterminées en appliquant les formules du B.A.E.L relatives au calcul des poutres de plancher

. sens longitudinal :

. Travées 1-2 et 5-6 : $l_x = 3.5$, $l_y = 5.5$ $\rightarrow \alpha = 0.636$.

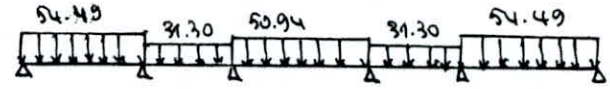
$P_M = p l_x \left(1 - \frac{\alpha^2}{3}\right) = 54,492$ t/m ; $P_v = p l_x \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) = 43.30$ t/m

. Travées 2-3 et 4-5 : $l_x = 3.5$, $l_y = 3.5$ $\rightarrow \alpha = 1$: $P_M = P_v = 31.74$ t/m

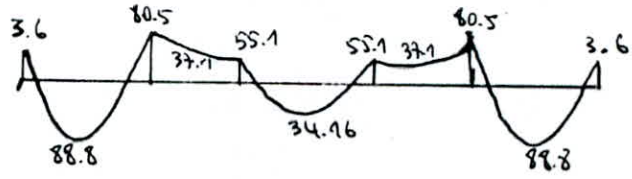
. Travée 3-4 : $l_x = 3.5$, $l_y = 4.5$ $\rightarrow \alpha = 0.77$: $P_M = 50.94$ t/m ; $P_v = 39.14$ t/m

- sens transversal : $P_m = P_r = 28.5$ t/m.

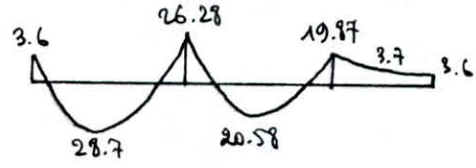
- Diagramme des moments :



. sens longitudinal :



. sens transversal.



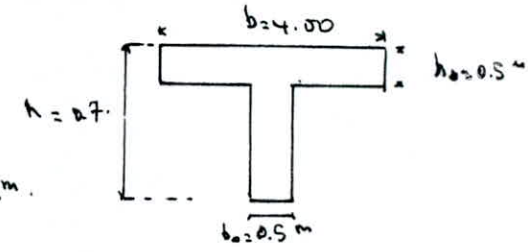
- Calcul du ferraillage :

. section en travée : Elle se calcul comme une section en T

- sens longitudinal :

. sens transversal :

$b = 2.2^m$, $b_0 = 0.5^m$, $h = 0.7^m$; $h_0 = 0.5^m$.



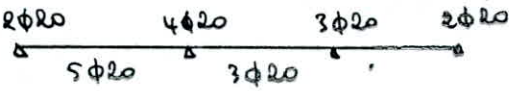
Les valeurs des sections en appuis et en travées sont regroupés dans le tableau suivant.

. sens longitudinal

Appui	M_u(t.m)	As (cm^2)	As adoptée	TRAVEE	M_u(t.m)	As (cm^2)	As adoptée
1, 6	3.6	1.85	9.82 / 2Φ25	1-2 et 5-6	88.8	40.00	44,18 / 9Φ25
2, 5	80.5	42.05	44.18 / 9Φ25	2-3 / 4-5	-37.1	16.53	19.63 / 4Φ25
3, 4	55.1	27.12	29.45 / 6Φ25	3-4	34.16	15.27	19.63 / 4Φ25

. Sens transversal

Appui	Mu(t.m)	As(cm²)	A adoptée	Travée	Mu(t.m)	As(cm²)	As adoptée
1, 4	3.6	1.85	6.28 / 2ϕ20	1-2	26.70	14.48	15.71 / 5ϕ20
2	26.28	12.17	12.56 / 4ϕ20	2-3	20.58	9.17	9,42 / 3ϕ20
3	19,84	9.07	9.42 / 3ϕ20	3-4	-3.7	1.64	6,28 / 3ϕ20



Vérifications diverses

. Armatures minimales : $A_{smin} = 0.23 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{t28}}{f_e} = 3.914 \text{ cm}^2$.

. Armatures transversales :

On choisit $A_t = 4\phi 10$

$S_{max} = \text{Min}[0.9d, 40 \text{ cm}] = \text{Min}[0.9 \times 65, 40] = 40$

On prend $S = 20$ cm en zone d'appui

$S = 30$ cm " " courante.

. EFFORT TRANCHANT :

$V_u = 126,33$ t $\Rightarrow \tau_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{126.33}{0.5 \times 0.65} = 388.71$ t/m².

On remarque que τ_u est grande, on doit donc incliner les armatures transversales à 45°.

$\bar{\tau}_u = \text{Min}[0.18 f_{c28}, 7.5 \text{ MPA}] = 450$ t/m²

$\tau_u < \bar{\tau}_u$ c'est vérifié.

II SOUS SOL :

La construction comporte un sous-sol de 4 m de hauteur constitué de poteaux intérieurs de section (50×50) cm² entourés d'un voile périphérique, conformément aux prescriptions des RPA 88 (Article 4.5.2) Le voile, dont l'épaisseur a été choisie de 20 cm, supporte le poids des terres remblayées sur toute sa hauteur. il sera donc calculé comme un mur de soutènement avec contreforts.

. Calcul de la poussée des Terres :

Le remblai est une terre argileuse ayant les caractéristiques suivants

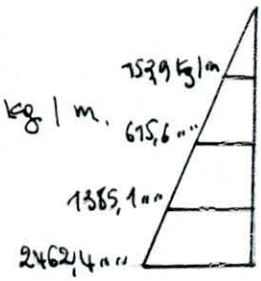
- poids spécifique $\gamma = 1800$ kg/m³
- Angle $\varphi = 45°$.

$\rightarrow$ $A = 0.171$.

La poussée Q est donnée par : $Q = A.\gamma.\frac{h^2}{2}$.

pour le calcul du rideau, on le décompose en tranche de 1 m à partir du sommet du mur, et on va étudier une tranche située à 2.5 m à partir du haut.

$$Q = A.\gamma.\frac{h^2}{2} = 0.171 \times 1800 \times \frac{(2.5)^2}{2} = 961.875 \text{ kg/m.}$$



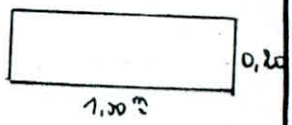
Les moments en appui et en travée sont :

$M_a = \frac{pl^2}{16}$; $M_t = \frac{pl^2}{10}$. : On prendra $l = 6$ m (plus grande portée)

$M_a = 1.35 \times \frac{961.875 \times \overline{6}^2}{10} = 4674,71$ kg.m /ml

$M_t = 1.35 \times \frac{961.875 \times \overline{6}^2}{16} = 2921.69$ " " "

Le calcul sera fait pour une bande de 1 m

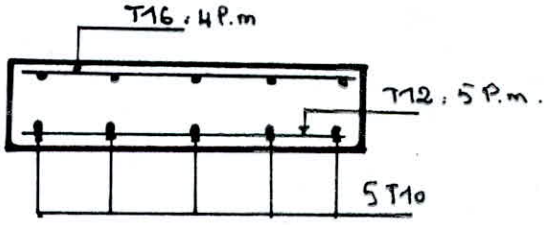


Le programme de flexion simple nous donne :

- Section en travée : $A_s = 7.887\ cm^2$. soit 4T 16/ml
- Section en appui $A_s = 4.822\ cm^2$. soit 5T12 /ml

pour les armatures de répartitions, on prend 5T10 /ml.

D'où le schéma de ferraillage adopté



CHAPITRE 15 INFLUENCE DE ZONE

Influence de zone

Le présent chapitre est consacré à l'étude de l'influence de zone dans le calcul des constructions. Le problème étudié se pose de la manière suivante :

si on veut implanter le même ouvrage dans une autre zone (zone III par exemple), quelles sont les dispositions à prendre envers le ferraillage ou même envers les dimensions des éléments structuraux. Pour ce faire nous avons pris un portique (portique B-6) que nous avons étudié séparément en zone II et III.

Les commentaires sur les résultats trouvés sont donnés tout le long de cette étude.

- Evaluation des forces sismiques :

a) Zone II : les valeurs sont données dans les chapitres précédents

b) Zone III : la force sismique est donnée par :

$$P_{ki} = \Gamma_i \times A \times B \times D_i \times Q \times W_k \times \chi_{ki}.$$

Facteur de zone A :

$$A = 0.25 \quad \text{en zone III}.$$

Les autres facteurs ne dépendent pas de la zone et gardent ainsi les mêmes valeurs trouvés précédemment.

- Evaluation des efforts dûs au charges horizontales dans les éléments :

Les valeurs trouvés sont représentés dans des tableaux pour les "02" zones II et III

- Evaluation des efforts dûs aux charges verticales :

Les valeurs sont regroupés dans des tableaux.

ZONE 3

SENS TRANSVERSAL.			
MODE	1er	2eme	3eme
Γ_i	1.474	-0.662	0.320
D_i	1.126	1.966	2

F_{ki} (t)

MODE / Niveau	1er	2eme	3eme	EFFORT SISMIQUE F (t)	EFFORT TRANCHANT V (t)
10	7.726	-6.058	2.978	10.259	10.259
9	26.940	-19.576	7.766	34.195	44.454
8	25.406	-11.269	-3.902	27.94	72.394
7	27.245	0.633	-12.880	30.143	102.536
6	25.901	11.225	-9.988	29.943	132.479
5	23.088	14.681	3.823	27.626	160.105
4	20.071	16.471	4.026	26.274	186.379
3	15.928	15.673	10.293	24.564	210.943
2	11.418	12.591	12.268	20.920	231.863
1	6.595	7.756	9.136	13.679	245.542

Repartition des Efforts tranchants dans les Portiques

Sens Transversal ZONE III

NIVEAU	Portique		$F_t(t)$	$F_D(t)$	$t=F_{R+1}$
10	3	10.259	5.129	-1.296	5.129
	4		5.129	1.296	6.425
9	1	44.454	5.821	-1.376	5.821
	2		5.821	-0.715	5.821
	3		10.584	-0.499	10.584
	4		10.584	0.499	
	5		5.821	0.715	6.536
	6		5.821	1.376	7.197
8	1	72.394	10.195	-2.263	10.195
	2		10.195	-1.176	10.195
	3		15.806	-0.709	15.806
	4		15.806	0.709	16.516
	5		10.195	1.176	11.372
	6		10.195	2.263	12.458
7	1	102.536	17.089	-3.293	17.089
	2		17.089	-1.713	17.089
	3		17.089	-0.658	17.089
	4		17.089	0.658	17.747
	5		17.089	1.713	18.802
	6		17.089	3.293	20.382
6	1	132.479	22.079	-4.229	22.079
	2		22.079	-2.198	22.079
	3		22.079	-0.845	22.079
	4		22.079	0.845	22.924
	5		22.079	2.198	24.277
	6		22.079	4.229	26.308
5	1	160.105	26.684	-5.111	26.684
	2		26.684	-2.658	26.684
	3		26.684	-1.022	26.684
	4		26.684	1.022	27.705
	5		26.684	2.658	29.342
	6		26.694	5.111	31.795
4	1	186.379	31.062	-5.949	31.062
	2		31.062	-3.093	31.062
	3		31.062	-1.190	31.062
	4		31.062	1.190	32,252
	5		31,062	3.093	34.155
	6		31.062	5.949	37.012
3	1	210.943	35.157	-6.734	35.157
	2		35.157	-3.501	35.157
	3		35.157	-1.346	35.157
	4		35.157	1.346	36.503
	5		35.157	3.501	38.658
	6		35.157	6.734	41.892
2	1	231.863	38.644	-7.403	38.644
	2		38.644	-1.480	38.644
	3		38.644	1.480	40.124
	4		38.644	3.840	38.644
	5		38.644	3.840	42.492
	6		38.644	7.403	46.047
1	1	245.542	40.923	-7.748	40.923
	2		40.923	-4.028	40.923
	3		40.923	-1.550	40.923
	4		40.923	1.550	42.473
	5		40.923	4.028	44.951
	6		40.923	7.748	48.671

Efforts dans les Poteaux

		ZONE II				ZONE III			
Niveau	Poteau	y(m)	t [t]	Msup	Minf	y(m)	t (t)	Msup	Minf
9	A	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0.29	2.159	4.512	1.835	0.29	3.597	7.517	3.057
	D	0.29	2.159	4.512	1.835	0.29	3.597	7.517	3.057
8	A	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0.40	4.288	7.589	5.017	0.40	7.146	12.647	8.361
	D	0.39	3.187	5.704	3.665	0.39	5.311	9.505	6.107
7	A	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	0.46	4.684	7.447	6.323	0.46	7.806	12.411	10.537
	C	0.46	4.684	7.447	6.323	0.46	7.806	12.411	10.537
	D	0.44	2.862	4.722	3.692	0.44	4.769	7.868	6.152
6	A	0.50	2.845	4.182	4.182	0.50	4.741	6.969	6.969
	B	0.45	4.949	8.017	6.533	0.45	7.747	12.539	10.218
	C	0.45	3.617	5.859	4.774	0.45	6.027	9.763	7.955
	D	0.30	4.378	9.018	3.853	0.30	7.294	15.024	6.419
5	A	0.50	3.439	5.055	5.055	0.50	5.731	8.424	8.424
	B	0.45	5.982	9.691	7.896	0.45	9.969	16.150	13.158
	C	0.45	4.373	7.084	5.772	0.45	7.288	11.806	9.619
	D	0.42	5.291	9.047	6.508	0.42	8.817	15.076	10.845
4	A	0.50	4.003	5.884	5.884	0.50	6.337	9.314	9.314
	B	0.50	6.963	10.236	10.236	0.50	11.023	16.204	16.204
	C	0.45	5.087	8.241	6.715	0.45	8.053	13.046	10.630
	D	0.45	6.159	9.057	9.057	0.45	9.750	14.337	14.337

3	A	0.50	4.531	6.660	6.660	0.50	7.551	11.099	11.099
	B	0.50	7.881	11.585	11.585	0.50	13.134	19.306	19.306
	C	0.50	5.315	7.813	7.813	0.50	8.858	13.021	13.021
	D	0.50	6.971	10.247	10.247	0.50	11.618	17.077	17.077
2	A	0.50	4.980	7.321	7.321	0.50	8.299	12.200	12.200
	B	0.50	8.663	12.735	12.735	0.50	14.438	21.224	21.224
	C	0.50	6.331	9.306	9.306	0.50	10.551	15.509	15.509
	D	0.47	7.663	9.732	12.737	0.47	12.771	16.219	21.327
1	A	0.62	4.536	6.849	11.113	0.62	7.559	11.413	18.519
	B	0.62	9.519	13.231	24.464	0.62	15,864	22.050	40.771
	C	0.64	8.332	11.815	21.080	0.64	13.886	19.857	35,132
	D	0.84	6.817	4.295	22.701	0.84	11.361	7.158	37.832

efforts dans les Poutres

		ZONE II				ZONE III			
		M_c	M_w	M_t	T	M_c	M_w	M_t	T
9	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	/	/	/	/	/	/	/	/
	C-D	4,512	4.512	0	-2,256	7,517	7.517	0	-3.758
8	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	/	/	/	/	/	/	/	/
	C-1	9.424	7,539	-0,946	-4.241	15,706	11.340	-2.183	-6.761
7	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	7.447	6.232	-0.607	-3,419	12.411	10.386	-1.012	-5.699
	C-1	6.232	4.193	-1,019	-2,606	10.386	6.988	-1.699	-4.343
6	A-B	4.182	9.560	2.689	-6,871	6.969	15.384	4.205	-11.786
	B-C	4.780	6.091	0.655	-2.718	7.692	10.150	1.229	-4.460
	C-1	6.091	12.710	3.309	-4.700	10.15	21.536	5.693	-7.921
5	A-B	9.237	10.816	0.789	-10.026	15.393	17.578	1,092	-16.485
	B-C	5.408	5.929	0.260	-2,834	8.789	9.589	0.400	-4.594
	C-D	5.929	12.900	3.485	4.707	9.589	21.491	5.953	-7.771
4	A-B	10.939	12.088	0.574	-11.513	17.738	19.572	0.917	-18.655
	B-C	6.044	7.006	0.481	-3.262	9.786	11.332	0.773	-5279
	C-1	7.006	15.565	4.279	-5,643	11.332	25.182	6.925	-9.128
3	A-B	12.544	14.547	1.001	-13.545	20.413	23.672	1.629	-22.042
	B-C	7.274	7.264	-0.005	-3.634	11793	12.260	9233	-6.013
	C-D	7.264	19.304	6.020	-6,642	12.260	31.414	9.577	-10.918
2	A-B	13.981	16.206	1.112	-15,093	23.299	27.007	1,854	-25.153
	B-C	8.106	8.559	0.226	-4.166	13,508	14.264	0,378	-6.943
	C-1	8.559	19.979	5.710	-7.134	14.264	33.296	9.516	-11.89
1	A-B	14.170	17.311	1.570	-15.740	23.613	28.849	2.618	-26.031
	B-C	8.655	10,610	0,917	-4.816	14.424	17.682	1.629	-8.026
	C-1	10.610	17.032	3.241	-6.928	17.682	28.485	5.401	-11.542

éfforts dans les Poteaux

		ZONE II				ZONE III			
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
9	A	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	/	/	/	/	/	/
	C	4.512	1.835	2.256	2.256	7.517	3.057	3.758	3.758
	D	4.512	1.835	-2.256	-2.256	7.517	3.057	-3.758	-3.758
8	A	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	/	/	/	/	/	/	/	/
	C	7.589	5.017	4.241	6.497	12.647	8.361	6.767	10.519
	D	5.704	3.665	-4.241	-6.497	9.505	6.105	-6.761	-10.519
7	A	/	/	/	/	/	/	/	/
	B	7.447	6.323	3.419	3.419	7.806	10.537	5.699	5.699
	C	7.447	6.323	-0.813	5.684	12.411	10.537	-1.356	9.153
	D	4.722	3.692	-2.606	-9.103	7,868	6.152	-4.343	-14.862
6	A	4.182	4.182	6.871	6.871	6.969	6.969	11.176	11.176
	B	8.017	6.535	-4.153	-0.734	12.539	10.218	-6.716	-1.017
	C	5.859	4.774	1.982	7.666	9.763	7.955	3.461	12.624
	D	9.018	3.853	-4.700	-13.803	15.024	6.419	-7.921	-22.783
5	A	5.055	5.055	10.026	16.897	8.424	8.424	16.485	27.641
	B	9.691	7.896	-7.192	-7.926	16.150	13.158	-11.891	-12.908
	C	7.084	5.772	1.873	9.539	11.806	9.619	3.177	15.801
	D	9.047	6.508	-4.707	-18.510	15.076	10.845	-7.771	-30.554
4	A	5.884	5.884	11.513	28.410	9.314	9.314	18.655	46.316
	B	10.236	10.236	-8.251	-16.177	16.204	16.204	-13.281	-26.289
	C	8.241	6.715	2.381	11.920	13.046	10.630	3.849	19.650
	D	9.057	9.057	-5.643	-24.753	14.337	14.337	-9.128	-39.682

3	A	6.660	6.660	13.545	41.955	11.099	11.099	22.042	68.358
	B	11.585	11.585	-9.911	-26.088	19.306	19.306	-16.029	-42.318
	C	7.813	7.813	3.008	14.929	13.021	13.021	4.905	24.555
	D	10.247	10.247	-6.642	-30.795	17.077	17.077	-10.918	-50.600
2	A	7.321	7.321	15.093	57.048	12.200	12.200	25.153	93.511
	B	12.735	12.735	-10.927	-37.015	21.224	21.224	-18.21	-60.528
	C	9.306	9.306	+2.968	17.896	15.509	15.509	14.341	38.896
	D	9.732	12.797	-7.134	-37.929	16.219	21.327	-11.890	-62.490
1	A	6.849	11.113	15.740	72.788	11.413	18.519	26.231	119.742
	B	13.231	24.464	-10.924	-47.939	22.050	40.771	-18.205	-78.733
	C	11.915	21.080	2.109	20.005	19.857	35.132	3.516	42.472
	D	4.295	22.701	-6.925	-44.854	7.158	37.832	-11.542	-74.032

caracteristiques géométriques

Portique 6-6

NIVEAU	NOEUD	l'_w(m)	l'_e(m)	h'_N(m)	h'_S(m)	$K_W(10^{-4})$	$K_E(10^{-4})$	$K_N(10^{-4})$	$K_S(10^{-4})$	$D(10^{-4})$	α
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	0	2.880	0	2.352	0	5.556	0	9.069	14.625	
	D	2.880	0	0	2.352	5.556	0	0	9.069	14.625	
8	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	0	2.880	2.646	2.352	0	5.556	8.061	9.069	22.686	
	D	2.880	0	2.646	2.352	5.556	0	8.061	9.069	22.686	
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0	2.880	0	2.352	0	5.556	0	9.069	14.625	
	C	2.880	2.880	2.352	2.352	5.556	5.556	9.069	9.069	29.250	
	D	2.880	0	2.352	2.352	5.556	0	9.069	9.069	14.625	
6	A	0	1.240	0	2.352	0	12.903	0	9.069	21.972	0.906
	B	1.404	2.800	2.352	2.352	11.396	5.714	9.069	22.143	48.322	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	9.069	22.143	42.640	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	9.069	22.143	36.926	
5	A	0	1.240	2.646	2.352	0	12.903	8.061	9.069	30.033	0.823
	B	1.276	2.800	2.352	2.352	12.539	5.714	22.143	22.143	62.539	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	22.143	22.143	55.714	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	22.143	22.143	50.000	
4	A	0	1.240	2.352	2.352	0	12.903	9.069	9.069	31.041	0.812
	B	1.258	2.800	2.352	2.352	12.719	5.714	22.143	22.143	62.719	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	22.143	22.143	55.714	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	22.143	22.143	50.000	

3	A	0	1.240	2.352	2.352	0	12.903	9.069	9.069	31.042	0.812
	B	1.258	2.800	2.352	2.352	12.719	5.714	22.143	22.143	62.719	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	22.143	22.143	55.714	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	22.143	22.143	50.000	
2	A	0	1.240	2.352	2.352	0	12.903	9.069	9.069	31.042	0.812
	B	1.258	2.800	2.352	2.352	12.719	5.714	22.143	22.143	62.719	
	C	2.800	2.800	2.352	2.352	5.714	5.714	22.143	22.143	55.714	
	D	2.800	0	2.352	2.352	5.714	0	22.143	22.143	50.000	
1	A	0	1.240	2.352	3.168	0	12.903	9.069	6.733	28.705	0.836
	B	1.296	2.800	2.352	3.168	12.346	5.714	22.143	16.439	56.642	
	C	2.800	2.800	2.352	3.168	5.714	5.714	22.143	16.439	50.010	
	D	2.800	0	2.352	3.168	5.714	0	22.143	16.439	44.296	

efforts dans les Poteaux sous G

Niveau	Noeud	l'w	l'e	Gw	Ge	M'w	M'e	Mw	Me	Mn	Ms
9	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0	2.880	0	0.929	0	0.906	0	1.497	0	-0.964
	D	2.880	0	0.929	0	0.466	0	0.288	0	0	-0.288
8	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	C	0	2.880	0	0.787	0	0.768	0	1.155	-0.562	-0.632
	D	2.880	0	0.787	0	0.497	0	0.375	0	-0.176	-0.198
7	A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	0	2.880	0	0.900	0	0.878	0	0.544	0	0.544
	C	2.880	2.880	0.900	0.929	0.878	0.906	0.883	0.901	0.008	0.008
	D	2.880	0	0.929	0	0.906	0	0.562	0	-0.562	-0.562
6	A	0	1.240	0	0.738	0	0.133	0	0.055	0	0.055
	B	1.404	2.800	0.738	0.738	0.171	0.681	0.291	0.620	0.096	0.234
	C	2.800	2.800	0.738	0.738	0.681	0.681	0.681	0.681	0	0
	D	2.800	0	0.738	0	0.681	0	0.576	0	-0.167	-0.408
5	A	0	1.240	0	0.738	0	0.133	0	0.076	0.036	0.040
	B	1.276	2.800	0.738	0.738	0.141	0.681	0.249	0.632	0.191	0.191
	C	2.800	2.800	0.738	0.738	0.681	0.681	0.681	0.681	0	0
	D	2.800	0	0.738	0	0.681	0	0.603	0	-0.301	-0.301
4	A	0	1.240	0	0.738	0	0.133	0	0.077	0.038	0.038
	B	1.258	2.800	0.738	0.738	0.137	0.681	0.247	0.631	0.192	0.192
	C	2.800	2.800	0.738	0.738	0.681	0.681	0.681	0.681	0	0
	D	2.800	0	0.738	0	0.681	0	0.593	0	-0.340	-0.253

3	A	0.	1.240	0	0.738	0	0.133	0	0.077	0.038	0.038
	B	1.258	2.800	0.738	0.738	0.137	0.681	0.247	0.631	0.192	0.192
	C	2.800	2.800	0.738	0.738	0.681	0.681	0.681	0.681	0	0
	D	2.800	0	0.738	0	0.681	0	0.593	0	-0.340	-0.253
2	A	0	1.240	0	0.738	0	0.133	0	0.077	0.038	0.038
	B	1.258	2.800	0.738	0.738	0.137	0.681	0.247	0.6	0.192	0.192
	C	2.800	2.800	0.738	0.738	0.681	0.681	0.681	0.681	0	0
	D	2.800	0	0.738	0	0.681	0	0.593	0	-0.340	-0.253
1	A	0	1.240	0	0.738	0	0.133	0	0.073	0.042	0.014
	B	1.296	2.800	0.738	0.738	0.146	0.681	0.262	0.625	0.209	0.155
	C	2.800	2.800	0.738	0.738	0.681	0.681	0.681	0.681	0	0
	D	2.800	0	0.738	0	0.681	0	0.593	0	-0.340	-0.253

Efforts dans les Poteaux sous P

NIVEAU	NOEUD	l'_w	l'_e	Q_w	Q_e	M'_w	M'_e	M_w	M_e	M_n	M_s
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	0	2.880	0	0.092	0	0.089	0	0.157	0	-0.068
	D	2.880	0	0.092	0	0.042	0	0.026	0	0	-0.026
8	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	0	2.880	0	0.162	0	0.158	0	0.235	-0.111	-0.125
	D	2.880	0	0.162	0	0.104	0	0.078	0	-0.037	-0.041
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0	2.880	0	0.185	0	0.180	0	0.112	0	0.112
	C	2.880	2.880	0.185	0.162	0.141	0.158	0.144	0.155	0.005	0.005
	D	2.880	0	0.162	0	0.158	0	0.098	0	-0.098	-0.098
6	A	0	1.240	0	0.145	0	0.026	0	0.011	0	0.011
	B	1.404	2.800	0.145	0.145	0.034	0.134	0.057	0.122	0.018	0.046
	C	2.800	2.800	0.145	0.145	0.134	0.134	0.134	0.134	0	0
	D	2.800	0	0.145	0	0.134	0	0.113	0	-0.033	-0.080
5	A	0	1.240	0	0.145	0	0.026	0	0.015	0.007	0.008
	B	1.276	2.800	0.145	0.145	0.027	0.134	0.048	0.124	0.038	0.038
	C	2.800	2.800	0.145	0.145	0.134	0.134	0.134	0.134	0	0
	D	2.800	0	0.145	0	0.134	0	0.118	0	-0.059	-0.059
4	A	0	1.240	0	0.145	0	0.026	0	0.015	0.007	0.007
	B	1.258	2.800	0.145	0.145	0.026	0.134	0.047	0.124	0.038	0.038
	C	2.800	2.800	0.145	0.145	0.134	0.134	0.134	0.134	0	0
	D	2.800	0	0.145	0	0.134	0	0.096	0	-0.059	-0.059

3	A	0	1.240	0	0.145	0	0.026	0	0.015	0.007	0.007
	B	1.258	2.800	0.145	0.145	0.026	0.134	0.047	0.124	0.038	0.038
	C	2.800	2.800	0.145	0.145	0.134	0.134	0.134	0.134	0	0
	D	2.800	0	0.145	0	0.134	0	0.096	0	-0.059	-0.059
2	A	0	1.240	0	0.145	0	0.026	0	0.124	0.007	0.007
	B	1.258	2.800	0.145	0.145	0.026	0.134	0.047	0.	0.038	0.038
	C	2.800	2.800	0.145	0.145	0.134	0.134	0.134	0.134	0	0
	D	2.800	0	0.145	0	0.134	0	0.096	0	-0.059	-0.059
1	A	0	1.240	0	0.145	0	0.026	0	0.014	-0.059	-0.059
	B	1.296	2.800	0.145	0.145	0.028	0.134	0.051	0.123	0.008	0.006
	C	2.800	2.800	0.145	0.145	0.134	0.134	0.134	0.134	0.041	0.031
	D	2.800	0	0.145	0	0.134	0	0.116	0	-0.067	-0.049

efforts dans les Poutres

NIVEAU	TRAVEE	SOUS G					SOUS P				
		Me	Mw	Mt	Te	Tw	Me	Mw	Mt	Te	Tw
9	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C-D	1.493	0.288	0.698	2.044	-1.393	0.157	0.026	0.065	0.205	-0.135
8	A-B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	B-C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C-D	1.155	0.375	0.581	1.666	-1.245	0.235	0.078	0.120	0.342	-0.257
7	A-B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B-C	0.544	0.883	0.826	1.573	-1.756	0.112	0.144	0.188	0.326	-0.358
	C-D	0.901	0.562	0.857	1.810	-1.627	0.155	0.098	0.150	0.301	-0.284
6	A-B	0.055	0.291	0.093	0.488	-0.766	0.011	0.057	0.018	0.096	-0.150
	B-C	0.620	0.681	0.612	1.335	-1.396	0.122	0.134	0.120	0.265	-0.271
	C-D	0.691	0.576	0.634	1.393	-1.337	0.134	0.113	0.124	0.274	-0.262
5	A-B	0.076	0.249	0.103	0.695	-0.729	0.015	0.048	0.020	0.104	-0.142
	B-C	0.632	0.681	0.606	1.352	-1.378	0.124	0.134	0.119	0.265	-0.271
	C-D	0.681	0.603	0.621	1.386	-1.344	0.134	0.118	0.122	0.272	-0.264
4	A-B	0.077	0.247	0.104	0.527	-0.727	0.015	0.047	0.021	0.104	-0.142
	B-C	0.631	0.681	0.607	1.352	-1.379	0.124	0.134	0.122	0.265	-0.271
	C-D	0.681	0.603	0.621	1.386	-1.344	0.134	0.096	0.133	0.278	-0.258
3	A-B	0.077	0.247	0.104	0.527	-0.727	0.015	0.047	0.021	0.104	-0.142
	B-C	0.631	0.681	0.607	1.352	-1.379	0.124	0.134	0.122	0.265	-0.271
	C-D	0.681	0.603	0.621	1.386	-1.344	0.134	0.096	0.133	0.278	-0.258
2	A-B	0.077	0.247	0.104	0.527	-0.727	0.015	0.047	0.021	0.104	-0.142
	B-C	0.631	0.681	0.607	1.352	-1.379	0.124	0.134	0.122	0.265	-0.271
	C-D	0.681	0.603	0.627	1.386	-1.465	0.134	0.096	0.133	0.278	-0.258

1	A-B	0.077	0.247	0.104	0.527	-0.727	0.014	0.051	0.087	0.260	-0.304
	B-C	0.631	0.681	0.607	1.352	-1.379	0.123	0.134	0.439	0.611	-0.619
	C-D	0.681	0.603	0.627	1.265	-1.465	0.134	0.116	0.443	0.619	-0.609

efforts dans les Poteaux

		Sous G				Sous P			
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	-0.964	-0.562	2.044	2.044	-0.068	-0.011	0.205	0.205
	D	-0.288	-0.176	1.393	1.393	-0.026	-0.037	0.135	0.135
8	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	-0.632	0.008	1.666	3.710	-0.125	0.005	0.342	0.547
	D	-0.198	-0.562	1.245	2.638	-0.041	-0.098	0.257	0.392
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0.544	0.096	1.573	1.573	0.112	0.018	0.326	0.326
	C	0.008	0	3.566	7.276	0.005	0	0.659	1.206
	D	-0.562	-0.167	1.627	4.265	-0.098	-0.033	0.284	0.676
6	A	0.055	0.036	0.488	0.488	0.011	0.007	0.096	0.096
	B	0.234	0.191	2.101	3.674	0.046	0.038	0.415	0.741
	C	0	0	2.789	10.065	0	0	0.545	1.751
	D	-0.408	-0.301	1.337	5.602	-0.080	-0.059	0.262	0.938
5	A	0.040	0.038	0.695	1.183	0.008	0.007	0.104	0.200
	B	0.192	0.192	2.081	5.755	0.038	0.038	0.407	1.148
	C	0	0	2.764	12.829	0	0	0.543	2.294
	D	-0.301	-0.301	1.344	6.946	-0.059	-0.059	0.264	1.202
4	A	0.038	0.038	0.527	1.710	0.007	0.007	0.104	0.304
	B	0.192	0.192	2.079	7.834	0.038	0.038	0.407	1.555
	C	0	0	2.765	15.594	0	0	0.549	2.843
	D	-0.301	-0.301	1.344	8.290	-0.059	-0.059	0.258	1.460

3	A	0.038	0.038	0.527	2.237	0.007	0.007	0.104	0.408
	B	0.192	0.192	2.079	9.913	0.038	0.038	0.407	1.962
	C	0	0	2.765	18.359	0	0	0.549	3.392
	D	-0.301	-0.301	1.344	9.634	-0.059	-0.059	0.258	1.718
2	A	0.038	0.042	0.527	2.764	0.007	0.008	0.104	0.512
	B	0.192	0.209	2.079	11.992	0.038	0.041	0.407	2.369
	C	0	0	2.765	21.124	0	0	0.549	3.941
	D	-0.301	-0.340	1.344	10.378	-0.059	-0.067	0.258	1.976
1	A	0.014	0.007	0.527	3.291	0.006	0.003	0.260	0.772
	B	0.155	0.077	2.079	14.071	0.031	0.015	0.915	3.284
	C	0	0	2.644	23.768	0	0	1.239	5.180
	D	-0.253	-0.126	1.465	12.443	-0.049	-0.024	0.609	2.585

moments aux neauds

E.L.U

NIVEAU	TRAVEE	G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw
9	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-D	6,162	4,826	-2,862	-4,198	5,706	4,742	-3,317	-4,282	9,167	7,831	-5,867	-7,203	8,712	7,747	-6,323	-7,286
8	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C-D	10,814	7,992	-8,043	-7,086	10,348	7,839	-8,50	-7,39	17,096	11,793	-14,316	-10,887	16,630	11,640	-14,782	-11,040
7	A-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B-C	8,103	7,259	-6,791	-5,205	7,882	6,938	-7,012	-5,255	13,067	11,413	-11,755	-9,359	12,846	11,092	-11,976	-9,679
	C-D	7,288	4,817	-5,176	-3,569	6,953	4,614	-5,511	-3,772	11,442	7,648	-9,330	-6,328	11,107	7,437	-9,665	-6,538
6	A-B	4,248	9,908	4,116	-9,212	4,226	9,193	-4,138	-9,327	7,035	15,734	-6,903	-15,036	7,013	15,617	-6,925	-15,151
	B-C	5,522	6,906	-4,038	-5,276	5,276	6,636	-4,284	-5,546	8,434	10,965	-6,950	-9,335	8,118	10,695	-7,196	-9,605
	C-D	6,906	13,399	-5,276	-12,021	6,636	13,171	-5,546	-12,249	10,965	22,225	-9,335	-20,847	10,695	21,997	-9,605	-21,075
		ZONE II								ZONE III							

5	A-B	9.328	11,113	-9.146	-10,519	9,298	11,015	-9.176	-10,617	15.484	17,875	-15,302	-17,981	15,454	17,777	-15,332	-17,378
	B-C	6,164	6,744	-4,652	-5,114	-5,914	6,474	-4,902	-5,384	9,545	10,404	-8,033	-8.774	9,295	10,134	-8,283	-9,044
	C-D	6.714	13,621	-5,114	-12,179	6,474	13,382	-5.384	-12,417	19404	22.216	-8.774	-20,774	10,134	21,917	-9,044	-21,013
4	A-B	11,031	12,382	-10.847	-11,794	11,05	12,285	-10,877	-11,890	19,866	-17,646	-19,278	17,799	19,769	-17.676	-17.676	-19.374
	B-C	6,799	7,821	-5,289	-6,191	6,549	7,551	-5,539	-6,461	10.541	12.147	-9.031	-10.517	10.291	11.877	-9.281	-10.787
	C-D	7,821	16,264	-6,191	-14.866	7,551	16,047	-6.461	-15,083	12.147	25.881	-10,517	-24.483	11.877	25.664	-10.787	-24.699
3	A-B	12,636	14,841	-12,152	-14,253	12,605	14.744	-12,482	-14,349	20,505	23.966	-20,321	-23,378	20,475	23.869	-20352	-23,476
	B-C	8,029	8,079	-6,519	-6,419	7,778	7,808	-6,769	-6.719	12,548	13,075	-11.108	-11,445	12,297	12,805	-11,288	-11,715
	C-D	8,079	20,803	-6,449	-18,605	7,808	19,786	-6,719	-18,822	13,075	32,113	-11,445	-30,715	12,805	31,896	-11,715	-30,932
2	A-B	14,073	16,500	-13,889	-15.912	14,013	16.403	-13.919	-16,008	23,391	27,301	-23,207	-26,713	23,361	27,205	-23,237	-26,809
	B-C	8,861	9,374	-7,351	-7,744	8,611	9,104	-7.601	-8,014	14263	15,079	-12,753	-13,449	14,013	14,808	-13,003	-13,719
	C-D	9,374	20,678	-7,744	-19,28	9,104	20,461	-8,014	-19,496	15,079	33,995	-13,449	-32,597	14,808	33,778	-13,719	-32,814
1	A-B	14,261	17.609	-14,079	-17,013	14,232	17,508	-14,108	-17,113	23,704	29,147	-23,522	28,551	23,674	29,046	-23,551	-28,652
	B-C	9,409	11,425	-7,901	-9,795	9,159	11,155	-8,150	-10,065	15.178	18,497	-13,670	-16,867	14,918	18,227	-13,919	-17,157
	C-D	11,425	17.811	-9,795	-16,373	11,155	17.574	-10,065	-16,609	18,497	29,204	-16,867	-27,766	18,227	28,967	-17,137	-28,008
		ZONE II								ZONE III							

efforts dans les Poteaux

		ZONE II								ZONE III							
		G+P+1.2E		G+P-1.2E		0.8G+E		0.8G-E		G+P+1.2E		G+P-1.2E		0.8G+E		0.8G-E	
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	4.382	1.529	-6.446	-2.875	3.741	1.385	-5.283	-2.284	7.988	2.995	-10.052	-4.342	6.746	2.607	-8.288	-3.506
	D	5.100	1.989	-5.728	-2.415	4.282	1.694	-4.742	-1.976	8.706	3.455	-9.334	-3.881	7.286	2.916	-7.747	-3.197
8	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	8.349	6.033	-9.864	-6.007	7.083	5.023	-8.094	-5.011	14.419	10.046	-15.933	-10.020	12.142	8.367	-13.153	-8.355
	D	6.606	3.738	-7.084	-5.058	5.545	3.215	-5.862	-4.114	11.167	6.668	-11.645	-7.988	9.346	5.657	-9.663	-6.556
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	9.592	7.702	-8.280	-7.474	7.882	6.399	-7.012	-6.246	15.549	12.758	-14.237	-12.531	12.846	10.614	-11.976	-10.460
	C	8.949	7.587	-8.923	-7.587	7.453	6.323	-7.441	-6.323	14.906	12.644	-14.880	-12.644	12.417	10.537	-12.405	-10.537
	D	5.006	4.230	-6.326	-4.630	4.272	3.558	-5.172	-3.825	8.782	7.182	-10.102	-7.582	7.418	6.018	-8.317	-6.285
6	A	5.084	5.061	-4.952	-4.975	4.226	4.211	-4.738	-4.753	8.428	8.406	-8.297	-8.319	7.013	6.997	-6.925	-6.940
	B	9.900	8.068	-9.340	-7.611	8.204	6.686	-7.829	-6.380	15.327	12.491	-14.767	-12.033	12.726	10.371	-12.352	-10.065
	C	7.031	5.728	-7.031	-5.728	5.859	4.774	-5.859	-4.774	11.715	9.546	-11.715	-9.546	9.763	7.955	-9.763	-7.955
	D	10.333	4.263	-11.309	-4.983	8.692	3.612	-9.344	-4.094	17.541	7.343	-18.517	-8.063	14.697	6.178	-15.351	-6.659

		ZONE II								ZONE III							
5	A	6.114	6.111	-6.018	-6.021	5.087	5.085	-5.023	-5.024	10.157	10.154	-10.061	-10.064	8.456	8.454	-8.392	-8.394
	B	11.858	9.705	-11.400	-9.245	9.844	8.049	-9.538	-7.742	19.610	16.019	-19.150	-15.559	16.304	13.312	-15.996	-13.004
	C	8.500	6.926	-8.500	-6.926	7.084	5.772	-7.084	-5.772	14.167	11.543	-14.167	-11.543	11.806	9.619	-11.806	-9.619
	D	10.496	7.449	-11.216	-8.169	8.806	6,267	-9.287	-6.748	17.731	12.654	-18.451	-13.374	14.835	10.604	-15.317	-11.086
4	A	7.106	7.106	-7.016	-7.016	5.914	5.914	-5.853	-5.853	11.222	11.222	-11.132	-11.132	9.344	9.344	-9.284	-9.284
	B	12.513	12.513	-12.053	-12.053	10.389	10.389	-10.082	-10.082	19.675	19.675	-19.215	-19.215	16.357	16.357	-16.051	-16.051
	C	9.889	8.058	-9.889	-8.058	8.241	6.715	-8.241	-6.715	15.655	12.756	-15.655	-12.756	13.046	10.630	-13.046	-10.630
	D	10.508	10.508	-11.228	-11.228	8.816	8.916	-9.298	-9.298	16.844	16.844	-17.564	-17.564	14.096	14.096	-14.577	-14.577
3	A	8.037	8.037	-7.947	-7.947	6.690	6.690	-6.629	-6.629	13.364	13.364	-13.274	-13.274	11.129	11.129	-11.068	-11.068
	B	14.132	14.132	-13.672	-13.672	11.738	11.738	-11.431	-11.431	23.397	23.397	-22.937	-22.937	19.459	19.459	-19.152	-19.152
	C	9.375	9.375	-9.375	-9.375	7.813	7.813	-7.813	-7.813	15.625	15.625	-15.625	-15.625	13.021	13.021	-13.021	-13.021
	D	11.936	11.936	-12.656	-12.656	10.006	10.006	-10.487	-10.487	20.132	20.132	-20.852	-20.852	16836	16.836	-17.317	-17.317
2	A	8.830	8.835	-8.740	-8.740	7.351	7.351	-7.291	-7,287	14.685	14.690	-14.595	-14.590	12.231	12.234	-12.169	-12.169
	B	15.512	15.532	-15.052	-15.052	12.882	12.902	-12.581	-12.568	25.698	25.718	-25.238	-25.218	21.377	21.391	-21.071	-21.057
	C	11.167	11.167	-11.167	-11.167	9.306	9.306	-9.306	-9.306	18.612	18.612	-18.612	-18.612	15.509	15.509	-15.509	-15.509
	D	11.318	14.949	-12.656	-15.689	9.491	12.525	-9.973	-13.069	19.103	25.185	-19.823	-25.999	15.978	21.055	-16.459	-21.599
1	A	8.238	13.339	-8.198	-13.327	6.860	11.115	-6.838	-11.107	13.715	22.233	-13.675	-22.213	11.424	18.525	-11.402	-18.513
	B	16.063	29.446	-15.691	-29.279	13.355	24.499	-13.107	24.425	26.646	49.077	-26.274	-48.833	22.174	40.833	-21.926	-40.709
	C	14.299	25.304	-14.298	-25.294	11.915	21.079	-11.915	-21.079	23.828	42.158	-23.828	-42.158	19.857	35.132	-19.857	-35.132
	D	4.852	25.348	-5.456	-27.329	4.093	22.638	-4.497	-22.759	8.287	42.247	-8.892	-45.549	6.955	37.731	-7.961	-37.933

1833

efforts normaux N_{cum} dans les Poteaux

		ZONE II				ZONE III			
		G+P+1.2E	G+P-1.2E	0.8G+E	0.8G-E	G+P+1.2E	G+P-1.2E	0.8G+E	0.8G-E
9	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	4.956	-0.458	3.891	-0.691	6.758	-2.261	5.393	-2.123
	D	-1.179	4.235	-1.142	3.370	-2.982	6.037	-2.644	4.872
8	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	12.053	-3.539	9.465	-3.529	16.879	-8.366	13.487	-7.551
	D	-4.766	10.826	-4.386	8.607	-9.593	15.653	-8.408	12.629
7	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	6.002	-2.204	4.677	-2.161	8.741	-4.937	6.957	-4.441
	C	15.303	1.661	11.505	0.137	19.477	-2.514	14.984	-3.342
	D	-5.983	15.845	-5.691	12.515	-12.893	22.775	-11.450	18.274
6	A	8.829	-7.661	7.261	-6.481	13.995	-12.827	11.566	-10.785
	B	3.534	5.296	2.205	3.673	3.195	5.635	1.922	3.956
	C	21.015	2.617	15.718	0.386	26.965	-3.333	20.676	-4.572
	D	-10.023	23.104	-9.321	18.284	-20.799	33.879	-18.302	27.265
5	A	21.659	-18.893	17.843	-15.951	34.576	-31.810	28.607	-26.715
	B	-2.608	16.414	-3.322	12.530	-8.586	22.393	-8.304	17.512
	C	26.569	3.676	19.802	0.724	34.084	-3.838	26.064	-5.537
	D	-14.064	30.360	-12.953	24.067	-28.577	44.813	-24.997	36.111
4	A	36.106	-32.078	29.718	-27.042	57.593	-53.565	47.684	-44.948
	B	-10.023	28.801	22.444	-9.908	-22.157	40.936	-20.022	32.556
	C	32.741	4.133	24.395	0.555	42.017	-5.143	32.125	-7.175
	D	-19.233	38.734	-17.521	30.785	-37.868	57.368	-33.050	46.314

3	A	52.991	-47.701	43.744	-40.165	84.675	-79.385	70.147	-66.568
	B	-19.431	43.181	-18.157	34.018	-38.906	62.656	-34.387	50.248
	C	39.664	3.837	29.615	-0.241	52.217	-7.715	39.242	-9.867
	D	-25.602	48.306	-23.088	38.502	-49.368	72.072	-42.893	58.307
2	A	71.733	-65.182	59.259	-54.136	115.489	-108.937	95.722	-91.299
	B	-30.057	58.779	-27.421	46.608	-58.273	86.995	-50.934	70.122
	C	46.540	3.589	34.795	-0.997	71.740	-21.610	55.795	-21.997
	D	-32.561	58.469	-29.146	46.711	-62.034	87.942	-53.707	71.272
1	A	91.408	-83.383	75.421	-70.155	147.753	-139.627	122.375	-117.109
	B	-40.172	74.882	-36.682	59.196	-77.125	111.835	-67.476	89.989
	C	52.954	4.942	39.019	-0.991	79.842	-21.946	61.426	-23.397
	D	-38.797	68.853	-34.899	54.808	-73.810	103.866	-64.077	83.986

ferraillage des poutres. portique 6.6. zone II

NIVEAU	APPUI	situation durable				situation accidentelle				section adoptée			
		Msup	Asup	Minf	Ainf	Msup	Asup	Minf	Ainf	Asup	Φ	Ainf	Φ
9	C	3.489	2.719	2.362	1.623	6.162	4.223	3.317	2.347	6.15	4.T14	6.15	4T14
	D	1.732	1.376	0.902	1.016	4.826	3.276	4.282	2.896	6.15	4.T14	6.15	4T14
8	C	6.12	4.887	2.532	1.956	10.814	7.673	8.500	5.925	8.04	4T16	6.15	4T14
	D	4.151	3.254	2.983	2.314	7.992	5.550	7.239	4.999	8.04	4T16	6.15	4T14
7	B	5.438	4.314	3.745	2.925	8.103	5.632	7.012	4.835	6.15	4T14	6.15	4T14
	C	4.962	3.919	2.258	1.738	7.288	5.035	5.525	3.769	6.15	4T14	4.62	3T14
	D	5.533	4.394	3.936	3.080	4.817	3.270	3.772	2.543	6.15	4T14	4.62	3T14
6	A	3.067	2.381	2.896	2.245	4.248	2.873	4.138	2.796	8.04	4T16	8.04	4T16
	B	6.458	5.147	5.559	4.415	9.908	6.981	9.327	6.542	10.17	2T16+ 4T14	10.17	2T16+ 4T14
	C	5.028	3.974	2.922	2.266	6.906	4.758	5.546	3.784	6.15	4T14	6.15	4T14
	D	8.707	7.135	6.926	5.574	13.399	9.710	12.249	8.792	10.17	2T16+ 4T14	10.17	2T16+ 4T14

1836

5	A	6.473	5.187	6.238	4.987	9.328	6.543	9.176	6.429	8.04	4T16	8.04	4T16
	B	7.763	6.300	6.994	5.633	11.113	7.904	10.617	7.522	10.17	2T16 4T14+	10.17	2T16 4T14+
	C	4.991	3.943	2.884	2.235	6.744	4.641	5.584	3.669	6.15	4T14	6.15	4T14
	D	10,503	8.894	8.639	7.075	13.621	9.889	12.417	8.925	10.17	2T16 4T14+	10.17	2T16 4T14+
4	A	8.045	6.548	7.807	6.339	11.031	7.840	10.877	7.722	8.04	4T16	8.04	4T16
	B	9.583	7.926	8.822	7.238	12.382	8.897	11.890	8.509	10.17	2T16 4T14+	10.17	2T16 4T14+
	C	6.027	4.808	3.921	3.069	7.821	5.424	6.461	4.437	6.15	4T14	6.15	4T14
	D	12.878	11.060	11.058	9.297	16.047	11.902	15.083	11.091	10.17	2T16 4T14+	10.17	2T16 4T14+
3	A	9.176	7.557	8.238	7.343	12.636	9.099	12.482	8.977	10.30	2T20 2T16+	10.30	2T20 2T16+
	B	11.410	9.631	10.649	8.912	14.841	10.889	14.349	10.483	14.32	2T20 4T16+	14.32	2T20 4T16+
	C	7.098	5.722	4.992	3.944	8.079	5.614	6.719	4.623	10.30	2T20 2T16+	10.30	2T20 2T16+
	D	14.881	13.109	13.061	4.242	19.786	15.215	18.822	14.332	16.58	4T20 2T16+	16.58	4T20 2T16+
2	A	11.124	9.359	10.886	9.134	14.073	10.257	13.919	10.131	10.30	2T16 2T20+	10.30	2T20 2T16+
	B	13.237	11.418	12.476	10.663	16.500	12.289	16.008	11.869	14.32	2T20 4T16+	14.32	2T20 4T16+
	C	7.986	6.496	5.879	4.684	9.374	6.578	8.014	5.566	10.30	2T20 2T16+	10.30	2T20 2T16+
	D	15.880	14.179	14.060	12.254	20.461	15.844	19.496	14.947	16.58	4T20 2T16+	16.58	4T20 2T16+
1	A	12.850	11.032	12.614	10.799	14.261	10.411	14.108	10.286	10.30	2T20 2T16+	10.30	2T20 2T16+
	B	14.844	13.070	14.075	12.270	17.609	13.252	17.113	12.818	14.32	2T20 4T16+	14.32	2T20 4T16+
	C	9.212	7.589	7.105	5.728	11.425	8.146	10.065	7.100	10.30	2T20 2T16+	10.30	2T20 2T16+
	D	19.687	18.137	17.827	16.375	17.574	13.221	16.609	12.382	16.58	4T20 2T16+	16.58	4T20 2T16+

ferraillage des poutres . portique 6.6 . zone III

NIVEAU	Appui	situation durable				situation accidentelle				section adoptée			
		Msup	Asup	Minf	Ainf	Msup	Asup	Minf	Ainf	Asup	ϕ	Ainf	ϕ
9	C	3.489	2.719	2.362	1.623	9.167	6.147	6.325	4.330	8.04	4T16	4T16	4T16
	D	1.732	1.376	0.902	1.016	7.831	5.432	7.286	5.034	8.04	4T16	8.04	4T16
8	C	6.12	4.887	2.532	1.956	17.098	12.804	14.784	10.841	12.06	6T16	12.06	6T16
	D	4.151	3.254	2.983	2.314	11.793	8.434	11.940	7.848	8.04	4T16	8.04	4T16
7	B	5.438	4.314	3.745	2.925	13.067	9.443	11.975	8.575	10.65	3T16 3T14+	10.65	3T16 3T14+
	C	4.962	3.919	2.255	1.738	11.442	8.157	9.665	6.797	10.65	3T16 3T14+	7.57	3T16 3T14
	D	5.533	4.394	3.936	3.080	7.648	5.298	6.538	4.493	10.65	3T16 3T14+	6.03	3T16
6	A	3.067	2.381	2.896	2.245	7.035	4.852	6.925	4.772	13.44	3T20 2T16+	13.44	3T20 2T16+
	B	6.458	5.147	5.559	4.415	15.732	11.635	15.151	11.147	13.44	3T20 2T16+	13.44	3T20 2T16+
	C	5.028	3.974	2.922	2.266	10.965	7.789	9.605	6.752	9.42	3T20	9.42	3T20
	D	8.707	7.135	6.926	5.574	22.225	17.543	21.075	16.427	18.85	6T20	18.85	6T20

5	A	6.473	5.187	6.238	4.987	15.484	11.426	15.332	11.298	13.44	3T20 2T16 +	13.44	3T20 2T16 +
	B	7.763	6.300	6.994	5.633	17.875	13.487	17.378	13.049	13.44	3T20 2T16 +	13.44	3T20 3T16 +
	C	4.991	3.943	2.884	2.235	10.404	7.358	9.044	6.330	9.42	3T20	9.42	3T20
	D	10.503	8.894	8.639	7.075	22.216	17.535	21.013	16.368	18.85	6T20	18.85	6T20
4	A	8.045	6.548	7.807	6.339	17.830	13.447	17.676	13.311	15.45	3T20 3T16 +	15.45	3T20 2T16 +
	B	9.583	7.921	8.822	7.238	19.866	15.289	19.374	14.836	15.45	3T20 3T16	15.45	3T20 3T16 +
	C	6.027	4.808	3.921	3.069	12.147	8.712	10.787	6.653	9.42	3T20	9.42	3T20
	D	12.878	11.060	11.058	9.297	25.881	21.357	24.699	20.476	22.38	2T25 4T20 +	22.38	2T25 4T20 +
3	A	9.176	7.557	8.938	7.343	20.505	15.886	20.352	15.742	21.01	3T25 2T20 +	21.01	3T25 2T20 +
	B	11.410	9.631	10.649	8.912	23.996	19.306	23.474	18.798	24.15	3T25 3T20 +	24.15	3T25 3T20 +
	C	7.098	5.722	4.992	3.944	13.075	9.449	11.715	8.378	14.73	3T25	14.73	3T25
	D	14.881	13.109	13.061	11.242	32.113	28.015	30.932	27.195	29.45	6T25	29.45	6T25
2	A	11.124	9.359	10.884	9.134	23.391	18.714	23.237	18.556	21.01	3T25 2T20 +	21.01	3T25 2T20 +
	B	13.237	11.418	12.476	10.663	27.301	22.971	26.809	22.402	24.15	3T25 3T20	24.15	3T25 3T20 +
	C	7.986	6.496	5.879	4.684	15.079	11.087	13.719	9.969	14.73	3T25	14.73	3T25
	D	15.880	14.169	14.060	12.254	33.995	29.322	32.814	28.502	29.45	6T25	29.45	6T25
1	A	12.850	11.032	12.614	10.799	23.704	19.034	23.551	18.877	21.01	3T25 2T20 +	21.01	3T25 2T20 +
	B	14.844	13.070	14.075	12.270	29.147	25.209	28.652	24.592	24.15	3T25 3T20 +	24.15	3T25 3T20 +
	C	9.212	7.589	7.105	5.728	18.497	14.041	17.137	12.839	14.73	3T25	14.73	3T25
	D	19.687	18.633	17.827	16.376	29.204	25.281	28.003	23.802	29.45	6T25	29.45	6T25

POTEAU . C6 . ZONE II

NIVEAU	SENS	M max	N corr	As	N max	M corr	As	N min	M corr	As	As adopté	Φ
9	L	6.599	7.072	3.465	8.562	4.915	2,100	0.00	0.00	1.69	4.62	3T14.
	T	6.446	-0.458	4.842	4.956	4.382	2.192	-0.458	6.448	4.844	6.15	4T14.
8	L	7.801	13.544	2.979	15.357	5.444	1.69	0.00	0.00	1.69	4.62	3T14.
	T	9.864	-3.539	5.935	12.053	8.349	3.780	-3.539	9,864	5.935	6.15	4T14
7	L	6.991	21.716	1.69	23.742	3.787	1.69	0.00	0.00	1.69	4.62	3T14.
	T	8.949	15.303	3.539	15.303	8.949	3.539	0.00	0.00	0.00	6.15	4T14
6	L	8.290	30.222	2.726	32.322	5.571	2.717	0.00	0.00	2.717	6.03	3T16
	T	7.031	2.617	3.438	21.015	7.031	2.717	0.00	0.00	2.717	8.04	4T16
5	L	8.025	38.832	2.717	40.997	4.552	2.717	0.00	0.00	2.717	6.03	3T16
	T	8.500	3.676	4.065	26.569	8.500	2.717	0.00	0.00	2.717	8.04	4T16
4	L	8.224	47.839	2.717	49.769	4.677	2.717	0.00	0.00	2.717	6.03	3T16
	T	9.889	4.133	5.969	32.741	9.889	2.717	0.00	0.00	2.717	8.04	4T16
3	L	9.063	57.251	2.717	58.649	4.878	2.717	0.00	0.00	2.717	6.03	3T16
	T	9.375	3.837	4.545	39.664	9.375	2.717	-0.241	7.813	4.467	8.04	4T16
2	L	10.776	67.210	2.717	67.609	5.524	2.717	0.00	0.00	2.717	6.03	3T16
	T	11.167	3.589	5.658	46.540	11.167	2.717	-0.997	9,306	5.438	8.04	4T16
1	L	24.656	77.402	2.717	76.688	6.694	2.717	0.00	0.00	2.717	6.03	3T16
	T	14.298	4.942	7.305	52.954	14.298	2.717	-0.991	11.915	6.975	8.04	4T16

POTEAU . C6 . ZONE III

NIVEAU	SENS	Mmax	Ncorr	As	Nmax	Mcorr	As	Nmin	Mcorr	As	As	Φ
9	T	10.052	-2,261	7.921	6.758	7.988	4.315	-2,261	10.052	7.921	9.42	3T20
8	T	15.933	-8.366	13.599	16.879	14.419	8.817	-8.366	15.933	13.599	14.73	3T25
7	T	14.906	19.477	9.419	19.477	14.906	9.419	-3.342	12.405	9.155	9.42	3T20
6	T	11,715	26.965	3.243	26.965	11.715	3.243	-4.572	9.763	6.180	9.42	3T20
5	T	14.167	34.084	3.876	34.084	14.167	3.876	-5.537	11.806	7.508	9.42	3T20
4	T	15.655	42.017	3.853	42.017	15.655	3.853	-7,175	13.046	8.457	9.42	3T20
3	T	15.625	51.217	2.727	51.217	15.625	2.727	-9.867	13.021	8.797	9.42	3T20
2	T	18.612	71.740	2.356	71.740	18.612	2.356	-21.997	15.509	11.866	12.56	4T20
1	T	42.158	79.842	20.732	79.842	42.158	20.732	-23.397	35.132	24.338	25.9	2T32 2T25

POTEAU. A6. ZONE III

NIVEAU	SENS	Mmax	Ncorr	As	Nmax	Mcorr	As	Nmin	Mcorr	As	As adoptée	Φ
6	T	8.428	13.995	4.517	13.995	8.428	4.517	-12.827	8.297	7.931	9.42	3T20
5	T	10.157	34.576	3.445	34.576	10.157	3.445	-31.810	10.061	11.848	14.73	3T25
4	T	11.222	57.593	1.823	57.593	11.222	1.823	-53.565	11.132	15.643	17.86	2T25+ 1T32
3	T	13.364	84.675	1.69	84.675	13.364	1.69	-79.385	13.274	20.829	24.13	3T32
2	T	14.690	115.489	2.908	115.489	14.690	2.908	-108.937	14.597	13.617x2	24.13	3T32
1	T	22.233	147.753	2.717	147.753	22.233	2.717	-139.627	22.213	35.819	38.86	3T32 3T25+

Poteau A6 ZONE II

NIVEAU	SENS	Mmax	Ncorr	As	Nmax	Mcorr	As	Nmin	Mcorr	As	As adoptée	Φ
6	T	3.605	8.829	1.690	8.829	5.084	1.690	-7.661	4.952	3.833	8.04	4T16
5	T	6.114	21.659	1.690	21.659	6.114	1.690	-18.893	6.018	7.039	8.04	4T16
4	T	7.106	36.106	1.690	36.106	7.106	1.690	-32.078	7.016	9.614	12.56	4T20
3	T	8.037	52.991	1.690	52.991	8.037	1.690	-47.701	7.947	12.493	12.56	4T20
2	T	8.835	71.331	1.690	71.331	8.835	1.690	-65.182	8.741	8.147x2	12.56	4T20
1	T	8.238	91.408	1.69	91.408	8.238	1.690	-83.383	8.198	10.423x2	12.56	4T20

Remarques et Commentaires :

a/ EFFORTS

- Les efforts sismiques de niveau en zone III sont égals à environs 1.6 fois les efforts sismiques de niveau en zone II. Donc le facteur de contribution de zone est d'une importance à ne pas négliger lors du calcul des efforts sismiques.
- les efforts dans les éléments (efforts normaux, moments) calculés en zone III sont dans le même rapport (environs 1.6) avec ceux calculés en zone II.

b/ Ferraillage :

1/ Poutres :

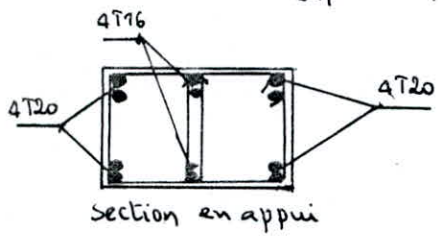
* Zone II :

La section la plus ferraillée du portique (6-6) en zone II est une section d'appui, elle comporte :

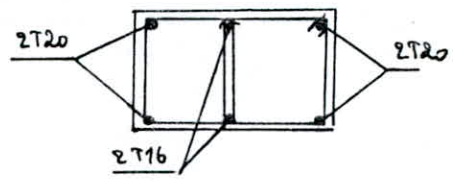
- Aciers superieurs : 4T20 + 2T 16 ⟶ (A_s = 16.58 cm²)
- Aciers inferieurs : 4T20 + 2T 16 ⟶ (A_s = 16.58 cm²)

La section en travée est

$$A_{sup} = A_{inf} = 2T20 + T16 = 8.29\ cm^2$$



Section en appui

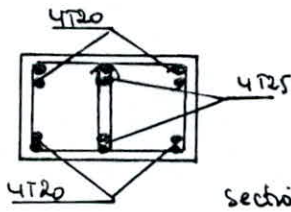


Section en travée.

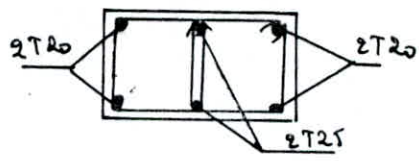
* Zone III

La même poutre, mais cette fois-ci en zone III aura le ferraillage suivant :

- Section en appui : $A_{sup} = A_{inf} = 4T20 + 2T25 = 22.38\ cm^2$
- section en travée : $A_{sup} = A_{inf} = 2T20 + T25 = 11.19\ cm^2$.



section en appui



section en travée.

On remarque bien que le ferraillage change de la zone II à la zone III avec les proportions suivantes :

- section d'appui : $\frac{A_{s\ zone\ III}}{A_{s\ zone\ II}} = 1.35$.
- section en travée : $\frac{A_{s\ zone\ III}}{A_{s\ zone\ II}} = 1.22$

b/ POTEAUX :

Le poteau le plus ferraillé en zone II est le poteau 6A. Les sections d'armatures sont :

- Sens transversal : $A_{sup} = A_{inf} = 4T20 + T16 \rightarrow (A_s = 12.56\ cm^2)$
- Sens longitudinal : $A_{sup} = A_{inf} = 2T20 + T16 \rightarrow (A_s = 8.29\ cm^2)$

$A_{Totale} = 29.15\ cm^2$. (8T20 + 2T16)

Le même poteau en zone III a le ferraillage suivant :

- Sens transversal : $A_{sup} = A_{inf} = 3T32 + 3T25$ ($A_s = 38.85\ cm^2$)
- Sens longitudinal : $A_{sup} = A_{inf} = 2T32 + 2T25$ ($A_s = 25.90\ cm^2$)

$A_{Totale} = 77.70\ cm^2$. (6T32 + 6T25)

Comme la section trouvée dépasse la section imposée par les règles du R.P.A 88 ($A_{max} = 64\ cm^2$ pour un poteau 40×40), donc il faut changer le coffrage des poteaux "A" dans la zone III.

BIBLIOGRAPHIE

1/Calcul des ouvrages en béton armé. Règles B.A.E.L 83
"PIERRE CHARON"

2/Calcul des ossatures en B.A : "A. FUENTES"

3/Calcul des ouvrages en B.A : "BELAZOUGUI"

4/Conception et calcul des structures soumises au séisme : "DAOUDI _ RILI _ SALHI"

5/Cours pratique de mécanique des sols: tome2 _ calcul des ouvrages "J.COSTET _G.SANGLERAT"

6/Dynamique des structures: "R.CLOUGH _ PENZIEN"

7/Le béton armé aux états limites. Théorie et application "BELAZOUGUI"

8/Règles parasismique Algériennes : RPA 88

9/Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes _ DTU _ (Règles N.V 65)

10/Tables pour le calcul des dalles et des parois "R BARES"

11/ Projets de fin d'études

6/90

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

2ex.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT : Génie Civil

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ANNEXE DE CALCUL

Proposé par : C.T.C

Etudié par :
BOUZAR BRAHIM
FELLAH MOHAMED

Dirigé par :
M^me CHIKH

PROMOTION : Juin 90

E.N.P. 10. Avenue Hacene Badi – EL-HARRACH – ALGER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

CHAPITRE 9: CALCUL DES CHARGES HORIZONTALES

Moments Dans les Poteaux

Portique Longitudinal A-A

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

		SEISME				VENT			
NIVEAU	POTEAU	y (m)	t [t]	Msup	Minf	y (m)	t [t]	Msup	Minf
6	1	0.30	0.933	1.923	0.821	0.30	0.149	0.307	0.131
	2	0.39	1.656	2.946	1.904	0.39	0.265	0.473	0.306
	3	0.36	1.212	2.278	1.285	0.35	0.197	0.373	0.206
5	1	0.40	1.134	2.007	1.326	0.40	0.192	0.338	0.226
	2	0.45	2.013	3.261	2.657	0.40	0.341	0.601	0.401
	3	0.45	1.496	2.423	1.975	0.40	0.253	0.447	0.297
4	1	0.45	1.326	2.148	1.750	0.42	0.235	0.398	0.292
	2	0.49	2.355	3.532	3.391	0.45	0.416	0.673	0.550
	3	0.46	1.791	2.784	2.364	0.45	0.309	0.500	0.408
3	1	0.45	1.508	2.443	1.990	0.45	0.277	0.449	0.366
	2	0.50	2.678	3.936	3.936	0.49	0.492	0.733	0.733
	3	0.50	1.991	2.926	2.926	0.45	0.366	0.585	0.491
2	1	0.50	1.665	2.447	2.447	0.50	0.319	0.469	0.469
	2	0.50	2.956	4.345	4.345	0.50	0.568	0.835	0.835
	3	0.50	2.198	3.231	3.231	0.50	0.422	0.620	0.620
1	1	0.65	1.665	2.300	4.253	0.65	0.403	0.558	1.037
	2	0.57	2.209	3.755	4.993	0.55	0.538	0.958	1.172
	3	0.62	1.894	2.859	4.640	0.60	0.462	0.730	1.099

Efforts Dans les Poteaux

Portique Longitudinal A-A

		SEISME				VENT			
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
6	1	1.923	0.821	0.517	0.517	0.307	0.131	0.083	0.083
	2	2.946	1.904	0.494	0.494	0.473	0.306	0.081	0.081
	3	2.278	1.285	-1.011	-1.011	0.373	0.206	-0.164	-0.164
5	1	2.007	1.326	0.816	1.333	0.338	0.226	0.138	0.221
	2	3.261	2.657	0.815	1.379	0.601	0.401	0.161	0.242
	3	2.423	1.975	-1.701	-2.712	0.447	0.297	-0.299	-0.463
4	1	2.148	1.750	0.992	2.325	0.398	0.292	0.175	0.396
	2	3.532	3.391	1.129	2.504	0.673	0.550	0.185	0.427
	3	2.784	2.364	-2.117	-4.829	0.500	0.408	-0.360	-0.823
3	1	2.443	1.990	1.187	3.512	0.448	0.366	0.208	0.604
	2	3.936	3.936	1.234	3.734	0.733	0.733	0.232	0.659
	3	2.926	2.926	-2.421	-7.250	0.585	0.491	-0.440	-1.263
2	1	2.447	2.447	1.292	4.804	0.469	0.469	0.242	0.846
	2	4.345	4.345	1.489	5.227	0.835	0.835	0.267	0.926
	3	3.231	3.231	-2.781	-10.031	0.620	0.620	-0.509	-1.772
1	1	2.300	4.253	1.331	6.135	0.558	1.037	0.290	1.136
	2	3.755	4.993	1.406	6.633	0.958	1.172	0.316	1.242
	3	2.859	4.640	-2.737	-12.768	0.730	1.099	-0.606	-2.378

Efforts Dans les Poutres

Portique Longitudinal A.A

		SÉISME				VENT			
NIVEAU	TRAVÉE	M_e(t.m)	M_w(t.m)	M_t(t.m)	T(t)	M_e(t.m)	M_w(t.m)	M_t(t.m)	T(t)
6	1-2	1.923	1.179	-0.372	-0.517	0.307	0.189	-0.059	-0.083
	2-3	1.767	2.278	0.255	-1.011	0.284	0.373	0.044	-0.164
5	1-2	2.828	2.067	-0.380	-0.816	0.469	0.363	-0.053	-0.138
	2-3	3.098	3.708	0.305	-1.701	0.544	0.653	0.054	-0.299
4	1-2	3.474	2.476	-0.499	-0.992	0.624	0.429	-0.097	-0.175
	2-3	3.712	4.759	0.523	-2.117	0.644	0.797	0.076	-0.360
3	1-2	4.193	2.932	-0.630	-1.187	0.740	0.513	-0.113	-0.208
	2-3	4.395	5.290	0.447	-2.421	0.769	0.993	0.112	-0.440
2	1-2	4.437	3.314	-0.561	-1.292	0.835	0.619	-0.100	-0.242
	2-3	4.967	6.157	0.595	-2.781	0.928	1.111	0.091	-0.509
1	1-2	4.747	3.241	-0.753	-1.331	1.026	0.717	-0.154	-0.290
	2-3	4.859	6.090	0.615	-2.737	1.076	1.390	0.137	-0.606

Moments Dans les Poteaux
Portique Longitudinal C_C

NIVEAU	POTEAU	SEISME				VENT			
		y(m)	t	Msup	Minf	y(m)	t	Msup	Minf
10	1	–	–	–	–	–	–	–	–
	2	–	–	–	–	–	–	–	–
	3	0.38	2.374	2.174	1.339	0.470	0.413	0.350	0.310
	4	0.38	2.374	2.174	1.339	0.470	0.413	0.350	0.310
	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	6	–	–	–	–	–	–	–	–
9	1	0.35	1.381	2.639	1.421	0.35	0.176	0.350	0.188
	2	0.45	2.451	3.963	3.243	0.44	0.312	0.534	0.420
	3	0.45	2.549	4.122	3.372	0.45	0.325	0.546	0.447
	4	0.45	2.549	4.122	3.372	0.45	0.325	0.546	0.447
	5	0.45	2.451	3.963	3.243	0.44	0.312	0.534	0.428
	6	0.35	1.381	2.639	1.421	0.35	0.176	0.350	0.188
8	1	0.45	2.186	3.535	2.892	0.42	0.282	0.478	0.351
	2	0.49	3.881	5.822	5.588	0.45	0501	0.809	0.663
	3	0.50	4.036	5.933	5.933	0.45	0.521	0.841	0.691
	4	0.50	4.036	5.933	5.933	0.45	0.521	0.841	0.691
	5	0.49	3.881	5.822	5.588	0.45	0.501	0.809	0.663
	6	0.45	2.186	3.535	2.892	0.42	0.282	0.478	0.351
7	1	0.45	2.458	3.974	3.252	0.45	0.369	0.597	0.488
	2	0.50	4.364	6.415	6.415	0.49	0.655	0.976	0.949
	3	0.50	3.809	5.599	5.599	0.47	0.572	0.885	0.796
	4	0.50	3.809	5.599	5.599	0.47	0.572	0.885	0.796
	5	0.50	4.364	6.415	6.415	0.49	0.655	0.976	0.949
	6	0.45	2.458	3.974	3.252	0.45	0.369	0.597	0.488

6	1	0.40	2.271	4.006	2.671	0.40	0.363	0.640	0427
	2	0.45	4.723	7.637	6.248	0.45	0.755	1.220	0.998
	3	0.45	4.990	8.068	6602	0.45	0.798	1.290	1.056
	4	0.45	4.990	8.068	6.602	0.45	0.798	1.290	1.056
	5	0.45	4.723	7.637	6.248	0.45	0.755	1.220	0.998
	6	0.40	2.271	4.006	2.671	0.40	0.363	0.640	0.427
5	1	0.45	2.802	4.531	3.707	0.40	0.467	0.819	0.553
	2	0.48	5.828	8.911	8.223	0.45	0.972	1.572	1.286
	3	0.50	6.158	9.052	9.052	0.45	1.027	1.661	1.358
	4	0.50	6.158	9.052	9.052	0.45	1.027	1.661	1.358
	5	0.48	5.828	8.911	8.223	0.45	0.972	1.572	1.286
	6	0.45	2.802	4.531	3.707	0.40	0.467	0.819	0.553
4	1	0.45	2.905	4.697	3.843	0.45	0.571	0.924	0.755
	2	0.50	6.044	8.884	8.884	0.45	1.182	1.921	1.572
	3	0.50	6.386	9.387	9.387	0.45	1.255	2.029	1.660
	4	0.50	6.386	9.387	9.387	0.45	1.255	2.029	1.660
	5	0.50	6.044	8.884	8.884	0.45	1.182	1.921	1.572
	6	0.45	2.905	4.697	3.843	0.45	0.571	0.924	0.755
3	1	0.50	3.671	5.396	5.396	0.45	0.675	1.091	0.893
	2	0.50	7.636	11.225	11.225	0.50	1.403	2.063	2.063
	3	0.50	8.068	11.861	11.861	0.50	1.483	2.180	2.180
	4	0.50	8.068	11.861	11.861	0.50	1.483	2.180	2.180
	5	0.50	7.636	11.225	11.225	0.50	1.403	2.063	2.063
	6	0.50	3.671	5.396	5.396	0.45	0.675	1.091	0.893

2	1	0.55	4.053	5.362	6.554	0.55	0.778	1.029	1.258
	2	0.52	8.430	11.903	12.881	0.50	1.679	2.381	2.379
	3	0.50	8.907	13.093	13.093	0.50	1.711	2.515	2.515
	4	0.50	8.907	13.093	13.093	0.50	1.711	2.515	2.515
	5	0.52	8.430	11.903	12.881	0.50	1.679	2.381	2.379
	6	0.55	4.053	5.362	6.544	0.55	0.778	1.029	1.258
1	1	0.80	6.202	4.913	19.647	0.79	1.376	1.112	4.337
	2	0.65	8.275	11.470	21.299	0.65	1.836	2.552	4.718
	3	0.65	8.488	21.764	21.848	0.64	1.884	2.648	4.812
	4	0.65	8.488	11.764	21.848	0.64	1.884	2.648	4.812
	5	0.65	8.275	11.470	21.299	0.65	1.836	2.552	4.718
	6	0.80	6.202	4.913	19.647	0.79	1.376	1.112	4.337

Efforts Dans les Poutres
Portique longitudinal C_C

		SEISME				VENT			
NIVEAU	TRAVEE	Me	Mw	Mt	T	Me	Mw	Mt	T
10	1-2	–	–	–	–	–	–	–	–
	2-3	–	–	–	–	–	–	–	–
	3-4	2.174	2.174	0	-0.869	0.350	0.350	0	-0.140
	4-5	–	–	–	–	–	–	–	–
	5-6	–	–	–	–	–	–	–	–
9	1-2	2.639	1.586	-0.526	-0.704	0.350	0,213	-0.059	-0.093
	2-3	2.377	3.033	0.328	-1.352	0,320	0.470	0.075	-0.197
	3-4	2.427	2.427	0	-0.971	0,380	0.380	0	-0,152
	4-5	3.033	2.377	-3.280	-1.352	0,470	0,320	-0,075	-0,197
	5-6	1.586	2.639	0.526	-0.704	0,213	0,350	0.059	-0.093
8	1-2	4.956	3.627	-0.664	-1.430	0.579	0.415	-0.082	-0.165
	2-3	5.437	5.169	-0.134	-2.651	0.622	0.601	-0.010	-0.306
	3-4	4.136	4.136	0	-1.654	0.481	0.481	0	-0.192
	4-5	5.169	5.437	0.134	-2.651	0.601	0.622	0.010	-0.306
	5-6	3.627	4.956	0.664	-1.430	0.415	0.579	0.082	-0.165
7	1-2	6.866	4.803	-1.031	-1.945	0.948	0.655	-0.146	-0.267
	2-3	7.120	6.409	-0.355	-3.382	0.983	0.875	-0.054	-0.464
	3-4	5.129	5.129	0	-2.052	0.700	0.700	0	-0.280
	4-5	6.409	7.120	0.355	-3.382	0.875	0.983	0.054	-0.464
	5-6	4.803	6.866	1.031	-1.945	0.655	0.948	0.146	-0.267
6	1-2	7.258	5.623	-0.817	-2.147	1.128	0.868	-0.130	-0.333
	2-3	8.429	7.592	-0.418	-4.005	1.303	1.158	-0.072	-0.615
	3-4	6.075	6.075	0	-2.430	0.927	0.927	0	-0.371
	4-5	7.592	8.429	0.418	-4.005	1.158	1.303	0.072	-0.615
	5-6	5.623	7.258	0.817	-2.147	0.868	1.128	0.130	-0.330

5	1-2	7.202	6.066	-0.568	-2.211	1.246	1.028	-0.109	-0.379
	2-3	9.093	8.695	-0.199	-4.447	1.542	1.509	-0.016	-0.763
	3-4	6.958	6.958	0	-2.783	1.207	1.207	0	-0.483
	4-5	8.695	9.093	0.199	-4.447	1.509	1.542	0.016	-0.763
	5-6	6.066	7.202	0.568	-2.211	1.028	1.246	0.109	-0.379
4	1-2	8.404	6.846	-0.779	-2.542	1.477	1.283	-0.097	-0.460
	2-3	10.262	10.241	-0.010	-5.126	1.924	1.882	-0.021	-0.951
	3-4	8.196	8.196	0	-3.278	1.505	1.505	0	-0.602
	4-5	10.241	10.262	0.010	-5.126	1.882	1.924	0.021	-0.951
	5-6	6.846	8.404	0.779	-2.542	1.283	1.477	0.097	-0.460
3	1-2	9.230	8.047	-0.591	-2.879	1.846	1.454	-0.196	-0.550
	2-3	12.062	11.803	-0.129	-5.966	2.181	2.133	-0.024	-1.078
	3-4	9.445	9.445	0	-3.778	1.706	1.706	0	-0.682
	4-5	11.803	12.062	0.129	-5.966	2.133	2.181	0.024	1.078
	5-6	8.047	9.230	0.591	-2.879	1.454	1.846	0.196	0.550
2	1-2	10.758	9.255	-0.751	-3.335	1.922	1.777	-0.072	-0.616
	2-3	13.873	13.860	-0.006	-6.933	2.666	2.608	-0.029	-1.318
	3-4	11.092	11.092	0	-4.437	2.087	2.087	0	-0.835
	4-5	13.860	13.873	0.006	-6.933	2.608	2.666	0.029	1.318
	5-6	9.255	10.758	0.751	-3.335	1.777	1.922	0.072	-0.616
1	1-2	11.467	9.744	-0.861	-3.533	2.370	1.972	-0.199	-0.724
	2-3	14.607	13.807	-0.400	-7.103	2.958	2.868	-0.045	-1.456
	3-4	11.049	11.049	0	-4.419	2.295	2.295	0	-0.918
	4-5	13.807	14.607	0.400	-7.103	2.868	2.958	0.045	-1.456
	5-6	9.744	11.467	0.861	-3.533	1.972	2.370	0.199	-0.724

Efforts les Poteaux
Portiques Longitudinal C.C

		SEISME				VENT			
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
10	1	/	/	/	/	/	/	/	/
	2	/	/	/	/	/	/	/	/
	3	2.174	1.339	0.869	0.869	0.350	0.310	0.140	0.140
	4	2.174	1.339	-0.869	-0.869	0.350	0.310	-0.140	-0.140
	5	/	/	/	/	/	/	/	/
	6	/	/	/	/	/	/	/	/
9	1	2.639	1.421	0.704	0.704	0.350	0.188	0.093	0.093
	2	3.963	3.243	0.648	0.648	0.534	0.420	0.096	0.096
	3	4.122	3.372	-0.381	0.488	0.540	0.447	-0.042	-0.099
	4	4.122	3.372	0.381	-0.488	0.546	0.447	0.041	0.099
	5	3.963	3.243	-0.648	-0.648	0.534	0.420	-0.096	-0.096
	6	2.639	1.421	-0.704	-0.704	0.350	0.188	-0.093	-0.093
8	1	3.535	2.892	1.430	2.134	0.478	0.351	0.165	0.211
	2	5.822	5.588	1.221	1.869	0.809	0.663	0.141	0.169
	3	5.933	5.933	-0.997	-0.509	0.841	0.691	-0.114	-0.136
	4	5.933	5.933	0.997	0.509	0.841	0.691	0.114	0.136
	5	5.822	5.588	-1.221	-1.869	0.809	0.663	-0.141	-0.169
	6	3.535	2.892	-1.430	-2.134	0.478	0.351	-0.165	-0.211
7	1	3.974	3.252	1.945	4.077	0.597	0.488	0.267	0.478
	2	6.415	6.415	1.437	3.306	0.976	0.949	0.197	0.366
	3	5.599	5.599	-1.330	-1.839	0.885	0.796	-0.184	-0.320
	4	5.599	5.599	1.330	1.839	0.885	0.796	0.184	0.320
	5	6.415	6.415	-1.437	-3.306	0.976	0.949	-0.197	-0.366
	6	3.974	3.252	-1.945	-4.077	0.597	0.488	-0.267	-0.478

6	1	4.006	2.671	2.147	6.224	0.640	0.427	0.333	0.811
	2	7.637	6.248	1.858	5.164	1.220	0.998	0.282	0.648
	3	8.068	6.602	-1.575	-3.414	1.290	1.056	-0.244	-0.564
	4	8.068	6.602	1.575	3.414	1.290	1.056	0.244	0.564
	5	7.637	6.248	-1.858	-5.164	1.220	0.998	-0.282	-0.648
	6	4.006	2.671	-2.147	-6.224	0.640	0.427	-0.333	-0.811
5	1	4.531	3.707	2.211	8.435	0.819	0.553	0.379	1.190
	2	8.977	8.223	2.236	7.400	1.572	1.286	0.384	1.032
	3	9.052	9.052	-1.664	-5.078	1.661	1.358	-0.280	-0.844
	4	9.052	9.052	1.664	5.078	1.661	1.358	0.280	0.844
	5	8.977	8.223	-2.236	-7.400	1.572	1.286	-0.384	-1.032
	6	4.531	3.707	-2.211	-8.435	0.819	0.553	-0.379	-1.190
4	1	4.697	3.843	2.542	10.977	0.924	0.755	0.460	1.650
	2	8.884	8.884	2.584	9.984	1.921	1.572	0.491	1.523
	3	9.387	9.387	-1.848	-6.926	2.029	1.660	-0.349	-1.193
	4	9.387	9.387	1.848	6.926	2.029	1.660	0.349	1.193
	5	8.884	8.884	-2.584	-9.384	1.921	1.572	-0.491	-1.523
	6	4.697	3.843	-2.542	-10.977	0.924	0.755	-0.460	-1.650
3	1	5.396	5.396	2.879	13.856	1.091	0.893	0.550	2.200
	2	11.225	11.225	3.087	13.071	2.063	2.063	0.528	2.051
	3	11.861	11.861	-2.188	-9.114	2.180	2.180	-0.396	-1.589
	4	11.861	11.861	2.188	9.114	2.180	2.180	0.396	1.589
	5	11.225	11.225	-3.087	-13.071	2.063	2.063	-0.528	-2.051
	6	5.396	5.396	-2.879	-13.856	1.091	0.893	-0.550	-2.200

2	1	5.362	6.554	3.335	17.191	1.029	1.258	0.616	2.816
	2	11.903	12.881	3.598	16.669	2.381	2.379	0.702	2.753
	3	13.093	13.093	-2.496	-11.610	2.515	2.515	-0.483	-2.072
	4	13.093	13.093	2.496	11.610	2.515	2.515	0.483	2.072
	5	11.903	12.881	-3.958	-16.669	2.381	2.379	-0.702	-2.753
	6	5.362	6.554	-3.335	-17.191	1.029	1.258	-0.616	-2.816
1	1	4.913	19.647	3.535	20.726	1.112	4.337	0.724	3.540
	2	11.470	21.299	3.568	20.204	2.552	4.718	0.732	3.485
	3	11.764	21.848	-2.684	-14.294	2.648	4.812	-0.538	-2.610
	4	11.764	21.848	2.684	14.294	2.648	4.812	0.538	2.610
	5	11.470	21.299	-3.568	-20.204	2.552	4.718	-0.732	-3.485
	6	4.913	19.647	-3.535	-20.726	1.112	4.337	-0.724	-3.540

CHAPITRE 10: CALCUL DES CHARGES VERTICALES

Caractéristiques Géométriques Des Portiques

Portique Longitudinal A.A

NIVEAU	Nœud	l'_w(m)	l'_e(m)	h'_n(m)	h'_s(m)	$K_w(10^{-4})$	$K_e(10^{-4})$	$K_n(10^{-4})$	$K_s(10^{-4})$	$D(10^{-4})$	χ
6	1	0	4.480	0	2.352	0	6.975	0	9.069	16.044	0.8
	2	4.631	5.197	0	2.352	6.749	9.775	0	9.069	25.593	"
	3	2.880	0	0	2.352	10.851	0	0	9.069	19.920	"
5	1	0	4.480	2.646	2.352	0	6.975	8.061	9.069	24.105	"
	2	4.480	2.880	2.646	2.352	6.975	10.851	8.061	9.069	34.956	"
	3	2.880	0	2.646	2.352	10.851	0	8.061	9.069	27.981	"
4	1	0	4.480	2.352	2.352	0	6.975	9.069	9.069	25.113	"
	2	4.480	2.880	2.352	2.352	6.975	10.851	9.069	9.069	35.964	"
	3	2.880	0	2.352	2.352	10.851	0	9.069	9.069	28.989	"
3	1	0	4.480	2.352	2.352	0	6.975	9.069	9.069	25.113	"
	2	4.480	2.880	2.352	2.352	6.975	10.851	9.069	9.069	35.964	"
	3	2.880	0	2.352	2.352	10.851	0	9.069	9.069	28.989	"
2	1	0	4.480	2.352	2.352	0	6.975	9.069	9.069	25.113	"
	2	4.480	2.880	2.352	2.352	6.975	10.851	9.069	9.069	35.964	"
	3	2.880	0	2.352	2.352	10.851	0	9.069	9.069	28.989	"
1	1	0	4.480	2.352	3.168	0	6.975	9.069	6.733	22.777	"
	2	4.480	2.880	2.352	3.168	6.975	10.851	9.069	6.733	33.628	"
	3	2.880	0	2.352	3.168	10.851	0	9.069	6.733	26.653	"

Efforts Dans le Portique Longitudinal

A-A Sous G

NIVEAU	NOEUD	l'w	l'e	Gw	Ge	M'w	M'e	Mw	Me	Mn	Ms
6	1	0	4.480	0	0.809	0	1.910	0	1.079	0	1.079
	2	4.631	2.280	0.809	0.791	2.041	0.951	0.663	1.367	0	-0.386
	3	2.280	0	0.791	0	0.474	0	0.220	0	0	-0.220
5	1	0	4.480	0	0.809	0	1.910	0	1.357	0.638	0.718
	2	4.480	2.880	0.809	0.791	1.910	0.772	1.683	1.125	-0.262	-0.295
	3	2.880	0	0.791	0	0.772	0	0.473	0	0.136	-0.250
4	1	0	4.480	0	1.669	0	3.941	0	2.872	1.422	1.422
	2	4.480	2.880	1.669	1.266	3.941	1.235	3.416	2.051	-0.682	-0.682
	3	2.880	0	1.266	0	1.235	0	0.773	0	-0.386	-0.386
3	1	0	4.480	0	1.669	0	3.941	0	2.872	1.422	1.422
	2	4.480	2.880	1.669	1.266	3.941	1.235	3.416	2.051	-0.682	-0.682
	3	2.880	0	1.266	0	1.235	0	0.773	0	-0.386	-0.386
2	1	0	4.480	0	1.669	0	3.941	0	2.872	1.422	1.422
	2	4.480	2.880	1.669	1.266	3.941	1.235	3.416	2.051	-0.682	-0.682
	3	2.880	0	1.266	0	1.235	0	0.773	0	-0.386	-0.386
1	1	0	4.480	0	1.669	0	3.941	0	2.734	1.567	1.165
	2	4.480	2.880	1.669	1.266	3.941	1.235	3.379	2.108	-0.729	-0.542
	3	2.880	0	1.266	0	1.235	0	0.732	0	-0.420	-0.312

Portique Longitudinal A A
Sous P

NIVEAU	NOEUD	l'w	l'e	Qw	Qe	M'ew	M'e	Mw	Me	Mn	Ms
6	1	0	4.480	0	0.164	0	0.387	0	0.218	0	0.218
	2	4.631	3.197	0.164	0.157	0.414	0.188	0.354	0.274	0	-0.080
	3	2.880	0	0.157	0	0.153	0	0.069	0	0	-0.069
5	1	0	4.480	0	0.164	0	0.387	0	0.275	0.129	0.145
	2	4.480	2.880	0.164	0.157	0.387	0.153	0.340	0.225	-0.054	-0.061
	3	2.880	0	0.157	0	0.153	0	0.094	0	-0.044	-0.049
4	1	0	4.480	0	0.144	0	0.340	0	0.245	0.123	0.123
	2	4.480	2.880	0.144	0.369	0.340	0.360	0.344	0.354	0.005	0.005
	3	2.880	0	0.369	0	0.360	0	0.225	0	-0.113	-0.113
3	1	0	4.480	0	0.144	0	0.340	0	0.245	0.123	0.123
	2	4.480	2.880	0.144	0.369	0.340	0.360	0.344	0.354	0.005	0.005
	3	2.880	0	0.369	0	0.360	0	0.225	0	-0.113	-0.113
2	1	0	4.480	0	0.144	0	0.340	0	0.245	0.123	0.123
	2	4.480	2.880	0.144	0.369	0.340	0.360	0.344	0.354	0.005	0.005
	3	2.880	0	0.369	0	0.360	0	0.225	0	-0.113	-0.113
1	1	0	4.480	0	0.144	0	0.340	0	0.236	0.135	0.100
	2	4.480	2.880	0.144	0.369	0.340	0.360	0.344	0.353	0.050	0.004
	3	2.880	0	0.369	0	0.360	0	0.213	0	-0.122	-0.091

Efforts Dans les Poutres

Portique Longitudinal A A

		Sous G				Sous P				SousG	SousP
NIVEAU	TRAVEE	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Mt	Mc
6	1-2	1.079	0.663	2.191	-2.042	0.218	0.354	0.378	-0.428	2.300	0.643
	2-3	1.367	0.220	1.615	-0.977	0.274	0.069	0.344	-0.177	0.488	0.254
5	1-2	1.357	1.693	2.058	-2.175	0.275	0.340	0.391	-0.314	1.651	0.643
	2-3	1.125	0.473	1.477	-1.115	0.225	0.094	0.270	-0.972	0.407	0.254
4	1-2	2.872	3.416	4.427	-4.622	0.245	0.344	0.335	-0.371	3.398	0.564
	2-3	2.051	0.773	2.634	-1.924	0.354	0.225	0.657	-0.585	0.638	0.597
3	1-2	2.872	3.416	4.427	-4.622	0.245	0.344	0.335	-0.371	3.398	0.564
	2-3	2.051	0.773	2.634	-1.924	0.354	0.225	0.657	-0.585	0.638	0.597
2	1-2	2.872	3.416	4.427	-4.622	0.245	0.344	0.335	-0.371	3.398	0.564
	2-3	2.051	0.773	2.634	-1.924	0.354	0.225	0.657	-0.585	0.638	0.597
1	1-2	2.734	3.379	4.409	-4.641	0.236	0.344	0.564	0.333	3.486	0.564
	2-3	2.108	0.732	2.661	-1.896	0.353	0.213	0.597	0.659	0.631	0.597

Efforts Dans les Poteaux

Portique Longitudinal A_A

		Sous G				Sous Q			
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
6	1	1.079	0.638	2.191	2.191	0.218	0.129	0.378	0.378
	2	-0.386	-0.262	3.657	3.657	-0.080	-0.054	0.719	0.719
	3	-0.220	-0.136	0.977	0.977	-0.069	-0.044	0.177	0.177
5	1	0.718	1.422	2.058	4.244	0.145	0.123	0.391	0.769
	2	-0.295	-0.682	3.652	7.309	-0.061	0.005	0.584	1.303
	3	-0.250	-0.386	1.115	2.092	-0.049	-0.113	0.972	1.149
4	1	1.422	1.422	4.427	8.671	0.123	0.123	0.335	1.104
	2	-0.682	-0.682	7.256	14.565	0.005	0.005	1.028	2.331
	3	-0.386	-0.386	1.924	4.016	-0.113	-0.113	0.585	1.734
3	1	1.422	1.422	4.427	13.098	0.123	0.123	0.335	1.439
	2	-0.682	-0.682	7.256	21.821	0.005	0.005	1.028	3.359
	3	-0.386	-0.386	1.924	5.940	-0.113	-0.113	0.585	2.319
2	1	1.422	1.165	4.427	17.525	0.123	0.135	0.335	1.774
	2	-0.682	-0.542	7.256	29.077	0.005	0.005	1.028	4.387
	3	-0.386	-0.312	1.924	7.864	-0.113	-0.122	0.595	2.904
1	1	1.165	0.522	4.409	21.934	0.100	0.05	0.333	2.107
	2	-0.542	-0.271	7.302	36.379	0.004	0.002	1.032	5.419
	3	-0.312	-0.156	1.896	9.760	-0.091	-0.045	0.583	3.487

Caractéristiques Géométriques
Portique Longitudinal C.C

Niveau	Noeud	l'_w(m)	l'_e(m)	h'_n(m)	h'_s(m)	$K_w(10^{-4})$	$K_e(10^{-4})$	$K_n(10^{-4})$	$K_s(10^{-4})$	$D(10^{-4}$	χ
10	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.8
	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	"
	3	0	3.680	0	1.184	0	8.492	0	18.015	26.507	"
	4	3.680	0	1.184	0	8.492	0	0	18.015	26.507	
	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	"
	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	"
9	1	0	4.480	0	2.352	0	6.975	0	9.069	16.044	
	2	4.631	2.880	0	2.352	6.748	10.851	0	9.069	26.668	
	3	2.280	3.680	1.332	2.352	10.851	8.492	16.014	9.069	44.426	
	4	3.680	2.880	1.332	2.352	8.492	10.851	16.014	9.069	44.426	
	5	2.880	4.631	0	2.352	10.851	6.748	0	9.069	26.668	
	6	4.480	0	0	2.352	6.975	0	0	9.069	16.044	
8	1	0	4.480	2.646	2.352	0	6.975	8.061	9.069	24.105	
	2	4.480	2.880	2.646	2.352	6.975	10.851	8.061	9.069	34.956	
	3	2.880	3.680	2.352	2.352	10.851	8.492	9.069	9.069	37.481	
	4	3.680	2.880	2.352	2.352	8.492	10.851	9.069	9.069	37.481	
	5	2.880	4.480	2.646	2.352	10.851	6.975	8.061	9.069	34.956	
	6	4.480	0	2.646	2.352	6.975	0	8.061	9.069	24.105	
7	1	0	4.480	2.352	2.352	0	6.975	9.069	9.069	25.113	
	2	4.480	2.880	2.352	2.352	6.975	10.851	9.069	9.069	35.964	
	3	2.880	3.680	2.352	2.352	10.851	8.492	9.069	9.069	37.481	
	4	3.680	2.880	2.352	2.352	8.492	10.851	9.069	9.069	37.481	
	5	2.880	4.480	2.352	2.352	10.851	6.975	9.069	9.069	35.964	
	6	4.480	0	2.352	2.352	6.975	0	9.069	9.069	25.113.	

Niveau	Noeud	l'_w (m)	l'_e (m)	h'_n (m)	h'_s (m)	K_w (10^{-4})	K_e (10^{-4})	K_n (10^{-4})	K_s (10^{-4})	D (10^{-4})	π
6	1	0	4.480	2.352	2.352	0	6.975	9.069	22.143	38.187	
	2	4.480	2.880	2.352	2.352	6.975	10.851	9.069	22.143	49.038	
	3	2.880	3.680	2.352	2.352	10.851	8.492	9.069	22.143	50.555	
	4	3.680	2.880	2.352	2.352	8.492	10.851	9.069	22.143	50.555	
	5	2.880	4.480	2.352	2.352	10.851	6.975	9.069	22.143	49.038	
	6	4.480	0	2.352	2.352	6.975	0	9.069	22.143	38.187	
5	1	0	4.400	2.352	2.352	0	7.102	22.143	22.143	51.388	
	2	4.400	2.800	2.352	2.352	7.102	11.161	22.143	22.143	62.549	
	3	2.800	3.600	2.352	2.352	11.161	8.681	22.143	22.143	64.128	
	4	3.600	2.800	2.352	2.352	8.681	11.161	22.143	22.143	64.128	
	5	2.800	4.400	2.352	2.352	11.161	7.102	22.143	22.143	62.549	
	6	4.400	0	2.352	2.352	7.102	0	22.143	22.143	51.388	
4	1	0	4.400	2.352	2.352	0	7.102	22.143	22.143	51.388	
	2	4.400	2.800	2.352	2.352	7.102	11.161	22.143	22.143	62.549	
	3	2.800	3.600	2.352	2.352	11.161	8.681	22.143	22.143	64.128	
	4	3.600	2.800	2.352	2.352	8.681	11.161	22.143	22.143	64.128	
	5	2.800	4.400	2.352	2.352	11.161	7.102	22.143	22.143	62.549	
	6	4.400	0	2.352	2.352	7.102	0	22.143	22.143	51.388	
3	1	0	4.400	2.352	2.352	0	7.102	22.143	22.143	51.388	
	2	4.400	2.800	2.352	2.352	7.102	11.161	22.143	22.143	62.549	
	3	2.800	3.600	2.352	2.352	11.161	8.681	22.143	22.143	64.128	
	4	3.600	2.800	2.352	2.352	8.681	11.161	22.143	22.143	64.128	
	5	2.800	4.400	2.352	2.352	11.161	7.102	22.143	22.143	62.549	
	6	4.400	0	2.352	2.352	7.102	0	22.143	22.143	51.388	

2	1	0	4.400	2.352	2.352	0	7.102	22.143	22.143	51.388	
	2	4.400	2.800	2.352	2.352	7.102	11.161	22.143	22.143	62.549	
	3	2.800	3.600	2.352	2.352	11.161	8.681	22.143	22.143	64.128	
	4	3.600	2.800	2.352	2.352	8.681	11.161	22.143	22.143	64.128	
	5	2.800	4.400	2.352	2.352	11.161	7.102	22.143	22.143	62.549	
	6	4.400	0	2.352	2.352	7.102	0	22.143	22.143	51.388	
1	1	0	4.400	2.352	3.168	0	7.102	22.143	16.439	45.684	
	2	4.400	2.800	2.352	3.168	7.102	11.161	22.143	16.439	56.845	
	3	2.800	3.600	2.352	3.168	11.161	8.681	22.143	16.439	58.424	
	4	3.600	2.800	2.352	3.168	8.681	11.161	22.143	16.439	58.424	
	5	2.800	4.400	2.352	3.168	11.161	7.102	22.143	16.439	56.845	
	6	4.400	0	2.352	3.168	7.102	0	22.143	16.439	45.684	

Efforts Dans le Portique Longitudinal C.C SOUS G

NIVEAU	NOEUD	l'_w (m)	l'_e (m)	G_w	G_e	M'_w	M'_e	M_w	M_e	M_n	M_s
10	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	3	0	3.680	0	1.373	0	2.187	0	1.486	0	1.486
	4	3.680	0	1.373	0	2.187	0	1.486	0	0	-1.486
	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9	1	0	4.480	0	2.291	0	5.409	0	3.057	0	3.057
	2	4.631	2.880	2.291	2.048	5.780	1.998	4.823	3.536	0	-1.286
	3	2.880	3.680	2.048	0.944	1.998	2.129	2.032	2.704	0.047	0.026
	4	3.680	2.880	0.944	2.049	1.925	1.998	2.045	1.980	0.026	0.015
	5	2.880	4.631	2.048	2.291	1.998	5.780	3.536	4.823	0	1.286
	6	4.480	0	2.291	0	5.409	0	3.057	0	0	-3.057
8	1	0	4.480	0	1.860	0	4.392	0	3.121	1.468	3.121
	2	4.480	2.880	1.860	1.672	4.392	1.634	3.842	2.490	-0.636	-0.715
	3	2.880	3.680	1.675	0.944	1.634	2.129	1.777	2.017	0.119	0.119
	4	3.680	2.880	0.944	1.675	1.925	1.634	1.859	1.699	-0.070	-0.070
	5	2.880	4.480	1.675	1.860	1.634	4.392	2.490	3.842	0.636	0.715
	6	4.480	0	1.860	0	4.392	0	3.121	0	-1.468	-3.121
7	1	0	4.480	0	2.051	0	4.843	0	3.498	1.748	1.748
	2	4.480	2.880	2.051	1.675	5.221	1.634	4.525	2.716	-0.904	-0.904
	3	2.880	3.680	1.675	0.944	1.634	2.129	1.777	2.017	0.119	0.119
	4	3.680	2.880	0.944	1.675	1.925	1.634	1.859	1.718	-0.070	-0.070
	5	2.880	4.480	1.675	2.051	1.634	5.221	2.716	4.525	0.904	0.904
	6	4.480	0	2.051	0	4.843	0	3.498	0	-1.748	-1.748

6	1	0	4.480	0	2.051	0	4.843	0	3.958	1.150	2.808
	2	4.480	2.880	2.051	1.675	4.843	1.634	4.386	2.344	-0.593	-1.449
	3	2.880	3.680	1.675	0.944	1.634	2.129	1.740	2.046	0.088	0.217
	4	3.680	2.880	0.944	1.675	1.925	1.634	1.876	1.696	-0.052	-0.127
	5	2.880	4.480	1.675	2.051	1.634	4.843	2.344	4.386	0.593	1.449
	6	4.480	0	2.051	0	4.843	0	3.958	0	-1.150	-2.808
5	1	0	4.400	0	2.051	0	4.843	0	4.090	2.347	1.743
	2	4.400	2.800	2.051	1.675	4.843	1.634	4.420	2.264	-1.250	-0.928
	3	2.800	3.600	1.675	0.944	1.634	2.129	1.728	2.055	-0.187	0.139
	4	3.600	2.800	0.944	1.675	1.925	1.634	1.882	1.689	-0.110	-0.082
	5	2.800	4.400	1.675	2.051	1.634	4.843	2.264	4.420	1.250	0.928
	6	4.400	0	2.051	0	4.843	0	4.090	0	-2.347	-1.743
1	1	0	4.400	0	2.051	0	4.843	0	4.090	2.347	1.743
	2	4.400	2.800	2.051	1.675	4.843	1.634	4.420	2.264	-1.250	-0.928
	3	2.800	3.600	1.675	0.944	1.634	2.129	1.728	2.055	0.187	0.139
	4	3.600	2.800	0.944	1.675	1.925	1.634	1.882	1.689	-0.110	-0.082
	5	2.800	4.400	1.675	2.051	1.634	4.843	2.264	4.420	1.250	0.928
	6	4.400	0	2.051	0	4.843	0	4.090	0	-2.347	-1.743

Efforts Dans le Portique Longitudinal C.C
SOUS Q

NIVEAU	NOEUD	l'w (m)	l'e (m)	Qw	Qe	M'w	M'e	Mw	Me	Mn	Ms
10	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	3	0	3,680	0	0,202	0	0,322	0	0,218	0	0,221
	4	3,680	0	0,202	0	0,322	0	0,218	0	0	-0,221
	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9	1	0	4,48	0	0,282	0	0,666	0	0,376	0	0,376
	2	4,631	2,88	0,282	0,246	0,711	0,24	0,592	0,432	0	-0,160
	3	2,88	3,68	0,246	0,294	0,24	0,682	0,347	0,541	0,159	0,090
	4	3,68	2,88	0,294	0,246	0,612	0,240	0,541	0,347	-0,134	-0,076
	5	2,88	4,631	0,246	0,282	0,240	0,711	0,432	0,592	0	0,160
	6	4,48	0	0,282	0	0,666	0	0,376	0	0	-0,376
8	1	0	4,48	0	0,493	0	1,164	0	0,827	0,389	0,438
	2	4,48	2,88	0,493	0,431	1,164	0,420	1,015	0,651	-0,171	-0,193
	3	2,88	3,68	0,431	0,294	0,420	0,682	0,496	0,568	0,063	0,063
	4	3,68	2,88	0,294	0,431	0,612	0,420	0,568	0,496	-0,046	-0,046
	5	2,88	4,48	0,431	0,493	0,420	1,164	0,651	1,015	0,171	0,193
	6	4,48	0	0,493	0	1,164	0	0,827	0	-0,389	-0,438
7	1	0	4,48	0	0,556	0	1,313	0	0,948	0,474	0,474
	2	4,48	2,88	0,556	0,432	1,313	0,420	1,139	0,689	-0,225	-0,225
	3	2,88	3,68	0,432	0,294	0,420	0,682	0,496	0,623	0,063	0,063
	4	3,68	2,88	0,294	0,432	0,682	0,420	0,623	0,496	-0,063	-0,063
	5	2,88	4,48	0,432	0,556	0,420	1,313	0,689	1,139	0,025	0,025
	6	4,48	0	0,556	0	1,313	0	0,948	0	-0,474	-0,474

6	1	0	4,48	0	0,556	0	1.164	0	0,951	0,276	0.675
	2	4.48	2.88	0.556	0.432	1.164	0.420	1.058	0.584	-0.137	-0.336
	3	2.88	3.68	0.432	0.294	0.420	0.682	0.476	0.579	0.047	-0.336
	4	3.68	2.88	0.294	0.432	0.612	0.420	0.579	0.476	-0.034	-0.084
	5	2.88	4.48	0.432	0.556	0.420	1.164	0.584	1.058	0.137	0.336
	6	4.48	0	0.556	0	1.164	0	0.951	0	-0.276	-0.675
5	1	0	4,40	0	0,556	0	1,164	0	1,003	0,501	0,501
	2	4,40	2,80	0,556	0,432	1,164	0,420	1,079	0,553	-0,263	-0,263
	3	2,80	3,60	0,432	0,294	0,420	0,682	0,465	0,586	0,090	0,090
	4	3,60	2,80	0,294	0,432	0,612	0,420	0,586	0,465	-0,066	-0,066
	5	2,80	4,40	0,432	0,556	0,420	1,164	0,553	1,079	0,263	0,263
2	6	4,40	0	0,556	0	1,164	0	1,003	0	-0,501	-0,501
1	1	0	4.40	0	0.556	0	1.164	0	0.984	0.564	0.418
	2	4.40	2.80	0.556	0.432	1.164	0.420	1.071	0.556	-0.289	-0.215
	3	2.80	3.60	0.432	0.294	0.420	0.682	0.470	0.583	0.099	0.074
	4	3.60	2.80	0.294	0.432	0.612	0.420	0.583	0.470	-0.073	-0.054
	5	2.80	4.40	0.432	0.556	0.420	1.164	0.566	1.071	0.289	0.215
	6	4.40	0	0.556	0	1.164	0	0.984	0	-0.564	-0.418

Efforts Dans les Poutres
Portique Longitudinal C_C

NIVEAU	TRAVEE	Sous G					Sous P				
		Mc	Mw	Mt	Te	Tw	Mc	Mw	Mt	Te	Tw
10	1-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3-4	1.468	1.468	2.163	3.226	-3.226	0.218	0.218	0.316	0.392	-0.392
	4-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1-2	3.057	4.823	5.041	5.558	-6.178	0.376	0.592	0.621	0.669	-0.745
	2-3	3.536	2.032	0.534	3.808	-2.995	0.432	0.347	0.009	0.421	-0.375
	3-4	2.104	2.045	0.885	2.693	-2.273	0.541	0.541	0.365	0.691	-0.691
	4-5	1.980	3.536	0.559	2.981	-3.822	0.347	0.432	0.009	0.375	-0.421
	5-6	4.823	3.057	5.041	6.178	-5.558	0.592	0.376	0.621	0.745	-0.669
8	1-2	3.121	3.842	3.809	3.578	-3.831	0.827	1.015	1.012	1.178	-1.246
	2-3	2.490	1.777	0.580	2.984	-2.599	0.651	0.496	0.125	0.722	-0.635
	3-4	2.017	1.859	1.022	2.714	-2.252	0.568	0.568	0.365	1.137	-0.745
	4-5	1.669	2.490	0.634	2.569	-3.013	0.496	0.651	0.125	0.635	-0.722
	5-6	3.842	3.121	3.809	3.831	-3.578	1.015	0.827	1.012	1.246	-1.178
7	1-2	3.498	4.525	4.303	4.652	-5.471	0.948	1.139	1.136	1.189	-1.257
	2-3	2.716	1.777	0.467	2.691	-2.169	0.689	0.496	0.107	0.637	-0.529
	3-4	2.017	1.859	1.022	4.047	-2.776	0.623	0.623	0.314	1.137	-0.745
	4-5	1.777	2.716	0.496	2.153	-2.707	0.496	0.689	0.107	0.529	-0.637
	5-6	4.525	3.498	4.303	5.018	-5.104	1.139	0.948	1.136	1.257	-1.189
6	1-2	3.958	4.386	3.523	4.747	-4.897	0.951	1.058	1.097	1.182	-1.221
	2-3	2.344	1.740	0.657	2.661	-2.334	0.584	0.476	0.131	0.598	-0.536
	3-4	2.034	1.876	0.897	2.714	-2.252	0.579	0.579	0.324	1.122	-0.731
	4-5	1.696	2.344	0.545	2.322	-2.672	0.476	0.584	0.131	0.536	-0.598
	5-6	4.386	3.958	3.583	4.897	-4.747	1.058	0.951	1.097	1.221	-1.182

5	1-2	4.176	4.478	3.429	4.769	-4.875	1.003	1.079	1.061	1.188	-1.215
	2-3	2.206	1.720	0.602	2.629	-2.366	0.553	0.465	0.162	0.586	-0.547
	3-4	2.062	1.885	0.878	2.784	-2.183	0.586	0.586	0.317	1.122	-0.731
	4-5	1.684	2.206	0.619	2.366	-2.629	0.465	0.553	0.162	0.547	-0.586
	5-6	4.478	4.176	3.429	4.875	-4.769	1.079	1.003	1.061	1.215	-1.188
4	1-2	4.174	4.478	3.429	4.769	-4.875	1.003	1.079	1.061	1.188	-1.215
	2-3	2.206	1.720	0.602	2.629	-2.366	0.553	0.465	0.162	0.586	-0.547
	3-4	2.062	1.885	0.878	2.784	-2.183	0.586	0.586	0.317	1.122	-0.731
	4-5	1.684	2.206	0.619	2.366	-2.629	0.465	0.553	0.162	0.547	-0.586
	5-6	4.478	4.174	3.429	4.875	-4.769	1.079	1.003	1.061	1.215	-1.188
3	1-2	4.174	4.478	3.429	4.769	-4.875	1.003	1.079	1.061	1.188	-1.215
	2-3	2.206	1.720	0.602	2.629	-2.366	0.553	0.465	0.162	0.586	-0.547
	3-4	2.062	1.885	0.878	2.784	-2.183	0.586	0.586	0.317	1.122	-0.731
	4-5	1.684	2.206	0.619	2.366	-2.629	0.465	0.553	0.162	0.547	-0.586
	5-6	4.478	4.174	3.429	4.875	-4.769	1.079	1.003	1.061	1.215	-1.188
2	1-2	4.174	4.478	3.429	4.769	-4.875	1.003	1.079	1.061	1.188	-1.215
	2-3	2.206	1.720	0.602	2.629	-2.366	0.553	0.465	0.162	0.586	-0.547
	3-4	2.062	1.885	0.878	2.784	-2.183	0.586	0.586	0.317	1.122	-0.731
	4-5	1.684	2.206	0.619	2.366	-2.629	0.465	0.553	0.162	0.547	-0.586
	5-6	4.478	4.174	3.429	4.875	-4.769	1.079	1.003	1.061	1.215	-1.188
1	1-2	4.090	4.420	3.500	4.764	-4.880	0.984	1.071	1.075	1.186	-1.217
	2-3	2.264	1.728	0.568	2.642	-2.353	0.556	0.470	0.148	0.591	-0.542
	3-4	2.055	1.882	0.883	2.717	-2.249	0.583	0.583	0.320	1.122	-0.731
	4-5	1.689	2.264	0.588	2.353	-2.642	0.470	0.566	0.148	0.542	-0.591
	5-6	4.420	4.090	3.500	4.880	-4.764	1.071	0.984	1.075	1.217	-1.186

Efforts Dans les Poteaux
Portique Longitudinal C.C

		Sous G				Sous P			
NIVEAU	POTEAUX	Msup	Minf	N	Ncum	Msup	Minf	N	Ncum
10	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	1.486	0.047	3.226	3.226	0.221	0.152	0.392	0.392
	4	-1.486	0.026	3.226	3.226	-0.221	-0.134	0.392	0.392
	5	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1	3.057	1.468	5.558	5.558	0.376	0.389	0.669	0.669
	2	-1.286	-0.636	9.986	9.986	-0.160	-0.171	1.166	1.166
	3	0.026	0.119	5.688	8.914	0.090	0.063	1.066	1.458
	4	0.015	-0.070	5.254	8.480	-0.076	-0.046	1.066	1.458
	5	1.286	0.636	10.000	10.000	0.160	0.171	1.166	1.166
	6	-3.057	-1.468	5.558	5.558	-0.376	-0.389	0.669	0.669
8	1	3.121	1.748	3.578	9.136	0.438	0.474	1.178	1.847
	2	-0.715	-0.904	6.815	16.801	-0.193	-0.225	1.968	3.134
	3	0.119	0.119	5.313	14.827	0.063	0.063	1.772	3.230
	4	-0.070	-0.070	4.821	13.301	-0.046	-0.063	1.380	2.838
	5	0.715	0.904	6.844	16.844	0.193	0.025	1.968	3.134
	6	-3.121	-1.748	3.578	9.136	-0.438	-0.474	1.178	1.847
7	1	1.748	1.150	4.652	13.788	0.474	0.276	1.189	3.036
	2	-0.904	-0.593	8.162	24.963	-0.225	-0.137	1.894	5.028
	3	0.119	0.088	6.216	20.443	0.063	0.047	1.666	4.896
	4	-0.070	-0.052	4.929	18.230	-0.063	-0.034	1.274	4.112
	5	0.904	-0.593	7.725	24.569	0.225	0.137	1.894	5.028
	6	-1.748	-1.150	5.104	14.240	-0.474	-0.276	1.189	3.036

6	1	2.808	2.087	4.747	18.535	0.675	0.501	1.182	4.218
	2	-1.449	-1.136	7.558	32.521	-0.336	-0.263	1.819	6.847
	3	0.217	0.697	5.048	25.491	0.115	0.090	1.658	6.554
	4	-0.127	-0.100	4.574	22.804	-0.084	-0.066	1.267	5.379
	5	1.449	1.136	7.569	32.138	0.336	0.263	1.819	6.847
	6	-2.808	-2.087	4.747	18.987	-0.675	-0.505	1.182	4.218
5	1	2.087	2.087	4.769	23.304	0.501	0.501	1.188	5.406
	2	-1.136	-1.136	7.504	40.025	-0.263	0.263	1.801	8.648
	3	0.697	0.697	5.150	30.641	0.090	0.090	1.669	8.223
	4	-0.100	-0.100	4.549	27.353	-0.066	-0.066	1.278	6.657
	5	1.136	1.136	7.504	39.642	0.263	0.263	1.801	8.648
	6	-2.087	-2.087	4.769	23.756	-0.501	-0.501	1.188	5.406
4	1	2.087	2.097	4.769	28.073	0.501	0.501	1.188	6.594
	2	-1.136	-1.136	7.504	47.529	-0.263	-0.263	1.801	10.449
	3	0.697	0.697	5.150	35.791	0.090	0.090	1.669	9.892
	4	-0.100	-0.100	4.549	31.902	-0.066	-0.066	1.278	7.935
	5	1.136	1.136	7.504	47.146	0.263	0.263	1.801	10.449
	6	-2.087	-2.087	4.769	28.525	-0.501	-0.501	1.188	6.594
3	1	2.087	2.087	4.769	32.842	0.501	0.501	1.188	7.782
	2	-1.136	-1.136	7.504	55.033	-0.263	-0.263	1.801	12.250
	3	0.697	0.697	5.150	40.941	0.090	0.090	1.669	11.561
	4	-0.100	-0.100	4.549	36.451	-0.066	-0.066	1.278	9.213
	5	1.136	1.136	7.504	54.650	0.263	0.263	1.801	12.250
	6	-2.087	-2.087	4.769	33.294	-0.501	-0.501	1.188	7.782

2	1	2.087	2.374	4.769	37.611	0.501	0.564	1.188	8.970
	2	-1.136	-1.250	7.504	62.537	-0.263	-0.289	1.801	14.051
	3	0.697	0.117	5.150	46.091	0.090	0.099	1.669	13.230
	4	-0.100	-0.110	4.549	41.000	-0.066	-0.073	1.278	10.491
	5	1.136	1.250	7.504	62.154	0.263	0.289	1.801	14.051
	6	-2.087	-2.347	4.769	38.063	-0.501	-0.564	1.188	8.970
1	1	1.743	0.871	4.764	42.375	0.418	0.209	1.188	10.156
	2	-0.928	-0.464	7.522	70.059	-0.215	-0.107	1.801	15.859
	3	0.139	0.067	5.070	51.161	0.074	0.037	1.664	14.896
	4	-0.082	-0.041	4.602	45.602	0.054	0.027	1.273	11.764
	5	0.928	0.464	7.522	69.676	0.215	0.107	1.808	15.859
	6	-1.743	-0.871	4.764	42.827	-0.418	-0.209	1.186	10.156

CHAPITRE 11: COMBINAISONS DES SOLLICITATIONS

Moments aux Noeuds .Portique A_A

E.L.U

NIVEAU	TRAVEE	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.3W		1.35G+P-1.3W		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw
6	1-2	2.152	1.653	1.415	1.992	2.135	1.532	1.214	0.965	3.220	2.196	-0.626	-0.162	2.786	1.709	-1.059	-0.648
	2-3	2.597	0.848	1.975	-0.047	2.545	0.925	1.693	-0.193	3.408	2.567	-0.126	1.989	2.861	2.454	-0.673	-2.102
5	1-2	2.807	3.217	1.681	2.346	2.910	3.156	1.403	2.067	4.460	4.090	-1.196	-0.044	3.914	3.473	-1.742	-0.721
	2-3	2.509	1.563	1.203	-0.004	2.559	1.712	0.927	-0.247	4.448	4.275	-1.748	-3.141	3.998	4.086	-2.198	-3.329
4	1-2	4.993	5.642	3.496	4.613	5.058	5.599	3.186	4.312	6.591	6.236	-0.357	1,284	5.772	5.208	-1.176	0.257
	2-3	4.073	2.337	2.527	0.424	4.088	2.464	2.157	0.073	6.117	5.757	-1.307	-3.761	5.353	5.377	-2.071	-4.141
3	1-2	5.133	5.743	3.356	4.512	5.232	5.726	3.012	4.186	7.310	6.692	-1.076	0.828	6.491	5.665	-1.895	-0.199
	2-3	4.222	2.573	2.377	0.189	4.276	2.758	1.969	-0.221	6.800	6.288	-1.990	-4.292	6.036	5.908	-2.754	-4.672
2	1-2	5.246	5.870	3.243	4.395	5.375	5.884	2.869	4.027	7.554	7.074	-1.320	0.446	6.735	6.047	-2.139	-0.581
	2-3	4.413	2.794	2.186	0.048	4.515	2.935	1.731	-0.398	7.372	7.155	-2.562	-5.159	6.608	6.775	-3.326	-5.538
1	1-2	5.276	5.938	2.814	4.217	5.466	5.981	2.388	3.830	7.717	6.964	-1.777	0.482	6.934	5.944	-2.559	-0.538
	2-3	4.666	2.927	2.081	-0.312	4.813	3.226	1.585	-0.824	7.320	7.035	-2.398	-5.145	6.545	6.675	-3.172	-5.504

Efforts Tranchants dans les Poutres

Portique longitudinal A_A

E.L.U

NIVEAU	TRAVEE	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.5W		1.35G+P-1.5W		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw
6	1-2	3.425	-3.498	3.624	-3.299	3.211	-3.309	3.460	-3.060	2.052	-2.987	3.086	-1.953	1.236	-2.151	2.269	-1.116
	2-3	2.419	-1.781	2.813	-1.387	2.225	-1.742	2.717	-1.249	0.895	-2.165	2.917	-0.143	0.281	-1.793	2.303	0.229
5	1-2	3.199	-3.573	3.530	-3.242	2.962	-3.457	3.376	-3.048	1.633	-3.305	3.265	-1.673	0.930	-2.556	2.462	-0.924
	2-3	2.040	-3.322	2.757	-2.604	1.615	-2.926	2.712	-2.028	0.046	-3.788	3.448	-0.386	-0.519	-2.593	2.883	0.809
4	1-2	6.268	-7.006	6.688	-6.586	6.048	-6.873	6.574	-6.348	3.770	-5.985	5.754	-4.001	2.549	-4.689	4.534	-2.705
	2-3	4.109	-3.907	4.973	-3.043	3.673	-3.722	4.753	-2.642	1.174	-4.626	5.408	-0.392	-0.009	-3.656	4.224	0.577
3	1-2	6.229	-7.046	6.728	-6.546	5.999	-6.923	6.623	-6.298	3.575	-6.180	5.949	-3.806	2.355	-4.885	4.728	-2.511
	2-3	4.013	-4.003	5.069	-2.947	3.553	-3.842	4.873	-2.522	0.870	-4.930	5.712	-0.088	-0.314	-3.960	4.528	0.882
2	1-2	6.188	-7.086	6.769	-6.506	5.948	-6.974	6.674	-6.247	3.470	-6.285	6.054	-3.701	2.249	-4.989	4.834	-2.405
	2-3	3.931	-4.086	5.152	-2.864	3.449	-3.946	4.976	-2.418	0.510	-5.290	6.072	0.272	-0.674	-4.320	4.888	1.242
1	1-2	6.104	-7.173	6.799	-6.477	5.850	-7073	6.720	-6.203	3.411	-6.345	6.073	-3.683	2.196	-5.044	4.858	-2.382
	2-3	3.854	-4.161	5.308	-2.707	3.342	-4.052	5.160	-2.234	0.583	-5.216	6.057	0.258	-0.608	-4.254	4.866	1.220

ELU

Moments dans les Poteaux Portique A_A

NIVEAU	POTEAU	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.5W		1.35G+P-1.5W		G+P+1.2E		G+P-1.2E		0.8G+E		0.8G-E	
		Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf
6	1	2.152	1.212	1.415	0.897	2.135	1.187	1.214	0.794	3.605	1.752	-1.011	-0.218	2.786	1.331	-1.059	-0.317
	2	-0.073	-0.067	-1.208	-0.802	0.109	0.051	-1.311	-0.867	3.069	1.068	-4.001	-2.607	2.637	1.694	-3.255	-2.174
	3	0.047	-0.002	-0.948	-0.497	0.193	0.091	-0.925	-0.536	2.445	1.362	-3.023	-1.722	2.102	1.176	-2.454	-1.394
5	1	1.592	2.375	0.781	1.833	1.621	2.382	0.607	1.704	3.271	3.136	-1.545	-0.046	2.584	2.464	-1.433	-0.188
	2	0.231	-0.432	-1.211	-1.394	0.442	-0.314	-1.361	-1.517	3.179	2.511	-3.891	-3.865	2.710	2.111	-3.182	-3.203
	3	0.125	-0.334	-0.947	-1.047	0.284	-0.188	-1.057	-1.079	2.608	1.871	-3.206	-2.869	2.223	1.666	-2.623	-2.284
4	1	2.582	2.455	1.626	1.754	2.639	2.481	1.446	1.605	4.123	3.645	-1.033	-0.555	3.286	2.897	-1.010	-0.612
	2	1.736	1.588	0.121	0.268	1.935	1.751	-0.084	0.101	4.925	4.756	-3.551	-3.382	4.077	3.936	-2.986	-2.845
	3	-0.091	-0.201	-1.291	-1.180	0.116	-0.022	-1.384	-1.246	2.842	2.338	-3.839	-3.336	2.475	2.055	-3.093	-2.673
3	1	2.642	2.543	1.566	1.665	2.715	2.592	1.371	1.494	4.476	3.933	-1.386	-0.843	3.581	3.127	-1.305	-0.852
	2	-0.034	-0.034	-1.793	-1.793	0.184	0.184	-2.015	-2.015	4.046	4.046	-5.400	-5.400	3.390	3.390	-4.482	-4.482
	3	0.012	-0.102	-1.393	-1.279	0.243	0.102	-1.512	-1.371	3.012	3.012	-4.010	-4.010	2.617	2.617	-3.235	-3.235
2	1	2.667	2.338	1.542	1.212	2.746	2.411	1.339	1.004	4.482	4.236	-1.392	-1.636	3.585	3.379	-1.309	-1.515
	2	0.088	0.345	-1.915	-1.658	0.337	0.571	-2.168	-1.934	4.537	4.722	-5.831	-5.706	3.799	3.911	-4.831	-4.778
	3	0.063	0.139	-1.435	-1.348	0.296	0.387	-1.564	-1.473	3.378	3.443	-4.376	-4.311	2.922	2.882	-3.539	-3.481
1	1	2.392	2.105	1.053	-0.384	2.509	2.391	0.836	-0.719	4.025	5.735	-1.495	-4.472	3.232	4.718	-1.368	-3.787
	2	0.424	1.046	-1.875	-1.769	1.709	1.334	-2.165	-2.122	3.968	5.723	-5.044	-6.291	3.322	4.776	-4.188	-5.209
	3	0.318	1.039	-1.434	-1.597	0.583	1.332	-1.607	-1.905	3.028	5.366	-3.834	-5.769	2.609	4.515	-3.108	-4.765

Efforts Normaux dans les Poteaux

Portique longitudinal A_A

		E.L.U							
Niv	Pot	1.35G+1.5P +1.2W	1.35+1.5P -1.2W	1.35G+P +1.5W	1.35G+P -1.5W	G+P+1.2E	G+P-1.2E	0.8G+E	0.8G-E
6	1	3.624	3.425	3.640	3.211	3.189	1.948	2.269	1.236
	2	6.113	5.918	5.777	5.534	4.968	3.783	3.419	2.432
	3	1.387	1.781	1.249	1.742	-0.059	2.367	-0.229	1.793
5	1	7.148	6.617	6.829	6.167	6.613	3.473	4.728	2.062
	2	12.112	11.531	11.533	10.807	10.267	6.957	7.226	4.468
	3	3.992	5.103	3.278	4.667	-0.013	6.695	-1.038	4.385
4	1	13.837	12.886	13.404	12.216	12.565	6.985	9.262	4.612
	2	23.672	22.647	22.634	21.353	19.901	13.891	14.156	9.148
	3	7.035	9.010	5.921	8.390	-0.045	11.545	-1.616	8.042
3	1	20.565	19.116	20.027	18.215	18.752	10.323	13.991	6.966
	2	35.287	33.706	33.806	31.828	29.661	20.699	21.191	13.723
	3	9.982	13.013	8.443	12.232	-0.441	16.959	-2.488	12.002
2	1	27.334	25.306	26.700	24.165	25.064	13.534	18.824	9.216
	2	46.945	44.723	45.029	42.252	39.736	27.192	28.488	18.035
	3	12.846	17.098	10.862	16.178	1.269	22.805	-3.739	16.322
1	1	34.135	31.408	33.422	30.014	31.403	16.679	23.682	11.412
	2	58.731	55.749	56.394	52.667	49.757	33.838	35.736	22.470
	3	15.553	21.260	13.096	20.230	-2.074	28.568	-4.360	20.576

Moments en travées

Portique A - A

NIVEAU	TRAVÉE	1.35G+1.5P+1.2W	1.35G+1.5P-1.2W	1.35G+P+1.5W	1.35G+P-1.5W	G+P+E	G+P-E	0.8G+E	0.8G-E
6	1-2	3.998	4.140	3.659	3.836	2.571	3.315	1.468	2.212
	2-3	0.986	1.093	0.846	0.979	0.997	0.497	0.645	0.135
5	1-2	3.129	3.257	2.792	2.951	1.914	2.674	0.941	1.701
	2-3	0.995	0.865	0.884	0.722	0.966	0.356	0.631	0.021
4	1-2	5.317	5.549	5.006	5.297	3.463	4.461	2.220	3.217
	2-3	1.848	1.665	1.572	1.344	1.758	0.712	1.033	-0.013
3	1-2	5.297	5.568	4.982	5.321	3.332	4.592	2.088	3.348
	2-3	1.891	1.622	1.626	1.290	1.682	0.788	0.957	0.063
2	1-2	5.313	5.553	5.001	5.309	3.401	4.523	2.157	3.279
	2-3	1.866	1.647	1.595	1.322	1.830	0.640	1.105	-0.085
1	1-2	5.367	5.736	5.039	5.501	3.297	4.803	2.036	3.542
	2-3	1.912	1.583	1.654	1.243	1.843	0.613	1.119	-0.110

Moments dans les Poutres

Portique A-A

E . L . S

NIVEAU	TRAVEE	G+P +0.9W			G+P -0.9W			G+0.8P +W			G+0.8P -W		
		Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt
6	1-2	1.573	1.187	2.889	1.021	0.869	2.996	1.561	1.135	2.755	0.946	0.757	2.873
	2-3	1.896	0.625	0.782	1.385	0.047	0.702	1.370	0.648	0.736	1.302	-0.098	0.646
5	1-2	2.054	2.349	2.246	1.209	1.696	2.342	2.046	2.318	2.112	1.108	1.592	2.218
	2-3	1.839	1.155	0.709	0.861	-0.021	0.612	1.849	1.201	0.664	-0.761	-0.105	0.556
4	1-2	3.678	4.146	3.875	2.555	3.374	4.049	3.692	4.120	3.752	2.444	3.262	3.946
	2-3	2.985	1.715	1.303	1.825	0.281	1.166	2.978	1.750	1.192	1.690	0.156	1.039
3	1-2	3.783	4.222	3.860	2.451	3.298	4.064	3.808	4.204	3.736	2.328	3.178	3.692
	2-3	3.097	1.892	1.336	1.713	0.104	1.134	3.103	1.946	1.227	1.565	-0.040	1.004
2	1-2	3.868	4.317	3.872	3.365	3.203	4.052	3.903	4.310	3.749	2.233	3.072	3.949
	2-3	3.240	1.998	1.317	1.569	-0.002	1.153	3.262	2.064	1.206	1.406	-0.158	1.025
1	1-2	3.893	4.368	3.911	2.046	3.077	4.188	3.948	4.371	3.783	1.897	2.937	4.091
	2-3	3.429	2.160	1.351	1.493	-0.270	1.105	3.466	2.252	1.245	1.314	-0.447	0.972

Efforts dans les Poteaux

Portique A-A

E.L.S

		G+P+0.9W			G+P-0.9W			G+0.8P+W			G+0.8P-W		
NIVEAU	POTEAU	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum
6	1	1.373	0.895	2.644	1.021	0.649	2.494	1.561	0.872	2.576	0.946	0.610	2.410
	2	-0.040	-0.041	4.448	-0.892	-0.591	4.303	0.023	0.001	4.313	-0.923	-0.611	4.151
	3	0.046	0.005	1.006	-0.625	-0.365	1.302	0.097	0.035	0.954	-0.648	-0.377	1.287
5	1	1.167	1.748	5.212	0.559	1.342	4.814	1.172	1.746	5.080	0.496	1.294	4.638
	2	0.185	-0.316	8.829	-0.897	-1.038	8.394	0.257	-0.277	8.593	-0.945	-1.079	8.109
	3	0.103	-0.232	2.824	-0.701	-0.766	3.657	0.157	-0.179	2.548	-0.736	-0.773	3.474
4	1	1.903	1.807	10.131	1.187	1.282	9.418	1.918	1.812	9.950	1.224	1.228	9.158
	2	-0.071	-0.182	17.280	-1.283	-1.172	16.512	-0.006	-0.128	16.857	-1.351	-1.228	16.003
	3	-0.049	-0.132	5.009	-0.949	-0.866	6.491	0.024	-0.069	4.580	-0.976	-0.884	6.226
3	1	1.948	1.874	15.081	1.142	1.215	13.993	1.968	1.886	14.853	1.072	1.154	13.645
	2	-0.017	-0.017	25.773	-1.336	-1.336	24.587	0.055	0.055	25.167	-1.491	-1.491	23.849
	3	-0.077	-0.008	7.122	-0.921	-0.876	9.396	-0.007	0.081	6.532	-0.945	-0.901	9.058
2	1	1.967	1.722	20.060	1.123	0.878	18.537	1.989	1.742	19.790	1.051	0.804	18.098
	2	0.074	0.259	34.297	-1.428	-1.243	32.631	0.157	0.333	33.513	-1.513	-1.337	31.661
	3	0.059	0.124	9.173	-1.057	-0.992	12.363	0.144	0.210	8.475	-1.096	-1.029	11.959
1	1	1.767	1.565	25.063	0.763	-0.301	23.818	1.803	1.659	24.755	0.687	-0.415	22.484
	2	0.324	0.786	42.916	-1.400	-1.324	40.680	0.419	0.903	47.956	-1.497	-1.441	39.472
	3	0.254	0.742	11.107	-1.060	-1.236	15.387	0.345	0.870	10.172	-1.115	-1.327	14.927

Moments dans les Poutres . Portique longitudinal C.C

E.L.U

NIVEAU	TRAVEE	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.5W		1.35G+P-1.5W		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw	Me	Mw
10	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-4	2.728	2.728	1.888	1.888	2.725	2.725	1.675	1.675	3.860	3.860	-0.488	-0.488	3.348	3.488	-0.999	-0.999
	4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1-2	4.915	7.507	4.466	7.290	4.783	7.238	4.222	6.967	6.072	7.001	0.794	3.829	5.085	5.444	-0.193	2.272
	2-3	5.584	3.459	5.259	3.068	5.408	3.354	5.003	2.846	6.345	5.412	1.591	-0.654	5.206	4.658	0.452	-1.407
	3-4	3.809	3.729	3.495	3.415	3.578	3.498	3.185	3.105	5.072	5.013	0.218	0.159	4.110	4.063	-0.744	-0.791
	4-5	3.389	5.584	2.998	5.259	3.264	5.408	2.775	5.003	5.360	6.345	-0.706	1.591	4.617	5.206	-1.449	0.452
	5-6	7.507	4.915	7.290	4.466	7.238	4.783	6.967	4.222	7.001	6.072	3.829	0.794	5.444	5.085	2.272	-0.193

8	1-2	6.148	7.207	4.759	6.211	5.908	6.824	4.172	5.579	8.904	8.484	-1.008	1.230	7.453	6.701	-2.459	-0.553
	2-3	5.084	3.864	3.592	2.422	4.945	3.796	3.079	1.993	8.578	7.442	-2.296	-2.896	7.429	6.591	-3.445	-3.747
	3-4	4.152	3.938	2.997	2.784	4.012	3.799	2.569	2.356	6.721	6.563	-1.551	-1.709	5.749	5.623	-2.522	-2.648
	4-5	3.718	5.084	2.276	3.592	3.651	4.945	1.847	3.079	7.334	8.578	-3.004	-2.296	6.504	7.429	-3.834	-3.445
	5-6	7.207	6.148	6.211	4.759	6.824	5.908	5.579	4.172	8.484	8.904	1.230	-1.008	6.701	7.453	-0.553	-2.459
7	1-2	7.282	8.603	5.006	7.031	7.092	8.230	4.248	6.265	11.312	10.467	-2.420	0.861	9.664	8.423	-4.067	-1.183
	2-3	5.876	4.193	3.524	2.093	5.825	4.207	2.885	1.582	10.525	8.682	-3.715	-4.136	9.293	7.831	-4.947	-4.987
	3-4	4.497	4.284	2.817	2.604	4.396	4.183	2.296	2.083	7.769	7.611	-2.489	-2.647	6.743	6.616	-3.515	-3.642
	4-5	4.193	5.876	2.093	3.524	4.207	5.825	1.582	2.885	8.682	10.525	-4.136	-3.715	7.831	9.293	-4.987	-4.947
	5-6	8.603	7.282	7.031	5.006	8.230	7.092	6.265	4.248	10.467	11.312	0.861	-2.420	8.423	9.664	-1.183	-4.067
6	1-2	8.123	8.549	5.419	6.466	7.986	8.281	4.602	5.677	12.167	11.067	-2.349	-0.179	10.424	9.132	-4.092	-2.114
	2-3	5.604	4.453	2.477	1.673	5.703	4.562	1.794	1.088	11.357	9.808	-5.501	-5.376	10.304	0.984	-6.554	-6.200
	3-4	4.727	4.513	2.502	2.288	4.715	4.502	1.934	1.721	8.688	8.530	-3.462	-3.620	7.702	7.576	-4.447	-4.574
	4-5	4.453	5.604	1.673	2.477	4.562	5.703	1.088	1.794	9.808	11.357	-5.376	-5.501	0.984	10.304	-6.200	-6.554
	5-6	8.549	8.123	6.466	5.419	8.281	7.986	5.677	4.602	11.067	12.167	-0.179	-2.349	9.132	10.424	-2.114	-4.092

5	1.2	8.637	8.897	5.647	6.430	8.509	8.666	4.772	5.582	12.381	11.623	-2.023	-0.509	10.543	9.648	-3.861	-2.484
	2.3	5.658	4.830	1.957	1.208	5.844	5.050	1.218	0.523	11.852	10.884	-6.334	-6.510	10.858	10.071	-7.328	-7.319
	3.4	5.111	4.872	2.214	1.975	5.180	4.941	1.559	1.320	9.606	9.429	-4.310	-4.487	8.607	8.466	-5,308	-5.450
	4-5	4.782	5.658	1.160	1.957	5.002	5.844	0.475	1.218	10.844	11.852	-6.546	-6.334	10.042	10.858	-7.348	-7.328
	5-6	8.897	8.637	6.430	5.647	8.666	8.509	5.582	4.772	11.623	12.381	-0.509	-2.023	9.648	10.543	-2.484	-3.861
4	1-2	8.912	9.203	5.367	6.124	8.853	9.048	4.422	5.199	13.581	12.403	-3.227	-1.289	11.743	10.428	-5.064	-3.264
	2-3	6.116	5.271	1.498	0.761	6.417	5.610	0.645	-0.036	13.021	12.426	-7.503	-8.056	12.027	11.617	-8.497	-8.865
	3-4	5.468	5.229	1.856	1.617	5.627	5.388	1.112	0.873	10.844	10.667	-5.548	-5.725	9.845	9.704	-6.546	-6.688
	4-5	5.229	6.116	0.712	1.498	5.562	6.417	-0.085	0.645	12.390	13.021	-8.092	-7.503	11.588	12.027	-8.894	-8.497
	5-6	9.203	8.912	6.124	5.367	9.048	8.853	5.199	4.422	12.403	13.581	-1.289	-3.227	10.428	11.743	-3.264	-5.064
3	1-2	9.354	9.408	4.924	5.919	9.407	9.305	3.868	4.943	14.407	13.604	-4.053	-2.490	12.569	11.629	-5.891	-4.465
	2-3	6.425	5.579	1.190	0.459	6.802	5.986	0.259	-0.412	14.821	13.988	-9.303	-9.618	13.827	13.179	-10.297	-10.427
	3-4	5.709	5.471	1.615	1.376	5.928	5.689	0.811	0.572	12.093	11.916	-6.797	-6.974	11.095	10.953	-7.795	-7.937
	4-5	5.530	6.425	0.411	1.190	5.938	6.802	-0.461	0.259	13.952	14.821	-9,654	-9.303	13.150	13.127	-10.456	-10.297
	5-6	9.408	9.354	5.819	4.924	9.305	9.407	4.943	3.868	13.604	14.407	-2.490	-4.053	11.629	12.569	-4.465	-5.891

2	1-2	9.446	9.796	4.833	5.531	9.521	9.789	3.755	4.458	15.935	14.812	-5.581	-3.698	14.097	12.837	-7.418	-5.672
	2-3	7.007	6.149	0.608	-0.11	7.53	6.699	-0.468	-1.125	16.632	16.045	-11.114	-11.675	15.637	15.236	-12.109	-12.484
	3-4	6.167	5.928	1.158	0.919	6.500	6.261	0.239	0.0002	13.740	13.563	-8.444	-8.621	12.742	12.600	-9.442	-9.584
	4-5	6.100	7.007	-0.158	0.608	6.650	7.530	-1.174	-0.461	16.009	16.632	-11.711	-11.114	15.207	15.637	-12.513	-12.108
	5-6	9.796	9.446	5.531	4.833	9.789	9.521	4.458	3.755	14.812	15.935	-3.698	-5.581	12.837	14.097	-5.672	-7.418
1	1-2	9.941	9.938	4.153	5.207	10.060	9.996	2.950	4.080	16.541	15.235	-6.393	-4.253	14.739	13.280	-8.195	-6.208
	2-3	7.440	6.479	0.341	-0.404	8.049	7.105	-0.824	-1.499	17.427	16.005	-11.787	-11.609	16.418	15.189	-12.796	-12.424
	3-4	6.403	6.169	0.895	0.661	6.799	6.566	-0.095	-0.318	13.687	13.514	-8.411	-8.584	12.693	12.554	-9.405	-9.543
	4-5	6.426	7.440	0.456	0.341	7.052	8.049	-1.152	-0.824	15.966	17.427	-11.648	-11.787	15.158	16.418	-12.456	-12.796
	5-6	9.938	9.841	5.207	4.153	9.996	10.060	4.080	2.950	15.235	16.541	-4.253	-6.393	13.280	14.739	-6.208	-8.195

Efforts tranchants dans les Poutres Portique C.C

E.L.U

NIVEAU	TRAVEE	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.5W		1.35G+P-1.5W		G+P+E		G+P-E		0.8G+E		0.8G-E	
		Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Tw	Te	Te
10	1-2	5.092	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-4	5.092	-4.997	5.092	-4.997	4.895	-4.801	4.895	-4.801	2.859	-4.527	4.597	-2.789	1.799	-3.482	3.537	-1,744
	4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1-2	8.452	-9.513	8.562	-9.403	8.103	-9.154	8.241	-9.016	5.523	-7.627	6.931	-6.219	3.742	-5.646	5.150	-4.238
	2-3	5.683	-4.694	5.681	-4.517	5.451	-4.529	5.673	-4.307	2.877	-4.722	5.581	-2.018	1.694	-3.748	4.398	-1.044
	3-4	4.609	-4.167	4.734	-4.043	4.248	-3.837	4.404	-3.681	2.413	-3.935	4.355	-1.993	1.183	-2.789	3.125	-0.847
	4-5	4.498	-5.880	4.675	-5.702	4.288	-5.692	4.510	-5.469	2.004	-5.595	4.708	-2.891	1.033	-4.409	3.737	-1.705
	5-6	9.403	-8.562	9.513	-8.452	9.016	-8.241	9.154	-8.103	6.219	-6.931	7.627	-5.523	4.238	-5.150	5.646	-3.742

8	1-2	6.399	-7.238	6.795	-6.843	5.761	-6.665	6.256	-6.170	3.326	-6.507	6.186	-3.647	1.432	-4.495	4.292	-1.639
	2-3	4.744	-4.828	5.478	-4.094	4.291	-4.602	5.209	-3.684	1.055	-5.885	6.357	-0.583	-0.264	-4.730	5.038	0.572
	3-4	5.139	-4.388	5.599	-3.927	4.513	-4.073	5.088	-3.497	2.197	-4.651	5.509	-1.343	0.517	-3.455	3.825	-0.147
	4-5	4.093	-5.517	4.787	-4.783	3.644	-5.248	4.562	-4.330	0.553	-6.386	5.855	-1.084	-0.596	-5.061	4.706	0.249
	5-6	6.843	-6.795	7.238	-6.399	6.170	-6.256	6.665	-5.761	3.647	-6.186	6.507	-3.326	1.635	-4.292	4.495	-1.432
7	1-2	7.743	-9.592	8.384	-8.951	7.068	-9.043	7.869	-8.242	3.896	-8.673	7.786	-4.783	1.776	-6.322	5.666	-2.432
	2-3	4.031	-4.278	5.145	-3.165	3.574	-4.153	4.966	-2.761	-0.054	-6.080	6.710	0.684	-1.229	-5.117	5.535	1.647
	3-4	6.833	-5.201	7.505	-4.529	6.180	-4.913	7.020	-4.073	3.132	-5.573	7.236	-1.469	1.185	-4.273	5.289	-0.168
	4-5	3.143	-5.166	4.256	-4.053	2.739	-4.987	4.131	-3.595	-0.700	-6.726	6.064	0.038	-1.659	-5.547	5.104	1.216
	5-6	8.339	-8.994	8.980	-8.393	7.631	-8.479	8.432	-7.678	4.330	-8.238	8.220	-4.348	2.069	-6.028	5.959	-2.138
6	1-2	7.782	-8.842	8.581	-8.043	7.091	-8.331	8.089	-7.332	3.782	-8.265	8.076	-3.971	1.651	-6.065	5.944	-1.771
	2-3	3.751	-4.693	5.227	-3.217	3.267	-4.609	5.113	-2.764	-0.746	-6.875	7.264	1.135	-1.876	-5.872	6.134	2.138
	3-4	4.902	-4.875	5.792	-3.398	4.229	-4.694	5.342	-2.848	1.406	-5.413	6.266	-0.553	-0.258	-4.232	4.601	0.628
	4-5	3.201	-5.242	4.676	-3.766	2.748	-5.127	4.593	-3.283	-1.147	-7.275	6.863	0.735	-2.147	-6.143	5.863	1.867
	5-6	8.043	-8.581	8.842	-7.782	7.332	-8.089	8.331	-7.091	3.971	-8.076	8.265	-3.782	1.771	-5.945	6.065	-1.651

5	1-2	7.765	-8.858	8.675	-7.948	7.057	-8.364	8.195	-7.227	3.746	-8.301	8.168	-3.879	1.604	-6.111	6.026	-1.689
	2-3	3.512	-4.930	5.344	-3.099	2.990	-4.885	5.279	-2.596	-1.232	-7.360	7.662	1.534	-2.344	-6.339	6.550	2.554
	3-4	4.862	-4.623	6.021	-3.464	4.156	-4.402	5.605	-2.953	1.123	-5.697	6.689	-0.131	-0.556	-4.529	5.010	1.036
	4-5	3.099	-5.344	4.930	-3.512	2.596	-5.279	4.885	-2.991	-1.534	-7.662	7.360	1.232	-2.554	-6.550	6.339	2.344
	5-6	7.948	-8.675	8.898	-7.765	7.227	-8.194	8.365	-7.057	3.879	-8.168	8.301	-3.746	1.689	-6.026	6.111	-1.604
4	1-2	7.668	8.955	8.772	-7.852	6.936	-8.486	8.316	-7.106	3.415	-8.632	8.499	-3.548	1.273	-6.442	6.357	-1.358
	2-3	3.286	-5.156	5.569	-2.873	2.708	-5.167	5.562	-2.314	-1.911	-8.039	8.341	2.213	-3.023	-7.018	7.229	3.233
	3-4	4.719	-4.766	6.164	-3.321	3.977	-4.581	5.783	-2.775	0.628	-6.192	7.194	0.364	-1.051	-5.024	5.505	1.532
	4-5	2.873	-5.569	5.156	-3.286	2.315	-5.561	5.167	-2.708	-2.213	-8.341	8.039	1.911	-3.233	-7.229	7.018	3.023
	5-6	7.852	-8.772	8.955	-7.668	7.106	-8.316	8.486	-6.936	3.548	-8.499	8.632	-3.415	1.358	-6.357	6.442	-1.273
3	1-2	7.560	-9.064	8.880	-7.744	6.801	-8.621	8.451	-6.971	3.078	-8.969	8.836	-3.211	0.936	-6.779	6.694	-1.021
	2-3	3.134	-5.308	5.722	-2.721	2.518	-5.358	5.752	-2.124	-2.751	-8.879	9.181	3.053	-3.863	-7.858	8.069	4.073
	3-4	4.623	-4.862	6.259	-3.225	3.857	-4.701	5.903	-2.655	0.128	-6.692	7.684	0.864	-1.551	-5.524	6.005	2.032
	4-5	2.721	-5.722	5.308	-3.134	2.124	-5.752	5.358	-2.518	-3.053	-9.181	8.879	2.751	-4.073	-8.069	7.858	3.863
	5-6	7.744	-8.880	9.064	-7.560	6.971	-8.451	8.621	-6.801	3.211	-8.836	8.969	-3.078	1.021	-6.694	6.779	-0.936

2	1-2	7.481	-9.143	8.959	-7.664	6.702	-8.720	8.550	-6.872	2.622	-9.425	9.292	-2.755	0.490	-7.235	7.150	-0.565
	2-3	2.846	-5.596	6.009	-2.433	2.158	-5.718	6.112	-1.764	-3.718	-9.846	10.148	4.020	-4.829	-8.826	9.036	5.040
	3-4	4.439	-5.045	6.443	-3.041	3.627	-4.930	6.133	-2.425	-0.531	-7.351	8.343	1.523	-2.209	-6.183	6.664	2.691
	4-5	2.433	-6.009	5.596	-2.846	1.764	-6.112	5.718	-2.158	-4.020	-10.148	9.846	3.718	-5.040	-9.036	1.826	4.829
	5-6	7.664	-8.959	9.143	-7.481	6.872	-8.550	8.720	-6.702	2.755	-9.292	9.425	-2.622	0.565	-7.150	7.235	-0.480
1	1-2	7.342	-9.282	9.079	-7.545	6.531	-8.891	8.703	-6.719	2.415	-9.632	9.485	-2.562	0.276	-7.439	7.346	-0.369
	2-3	2.706	-5.736	6.200	-2.242	1.974	-5.902	6.342	-1.534	-3.870	-9.998	10.336	4.208	-4.989	-8.985	9.216	5.221
	3-4	4.249	-5.234	6.452	-3.031	3.413	-5.144	6.167	-2.390	-0.580	-7.399	8.258	1.439	-2.245	-6.218	6.593	2.619
	4-5	2.242	-6.200	5.736	-2.706	1.534	-6.342	5.902	-1.974	-4.208	-10.336	9.998	3.870	-5.221	-9.216	8.985	4.989
	5-6	7.545	-9.079	9.282	-7.342	6.719	-8.703	8.891	-6.531	2.564	-9.483	9.630	-2.417	0.371	-7.344	7.437	-0.278

E.L.U

Moments dans les Poteaux Portique C-C

NIVEAU	POTEAU	1.35G+1.5P+1.2W		1.35G+1.5P-1.2W		1.35G+P+1.5W		1.35G+P-1.5W		G+P+1.2E		G+P-1.2E		0.8G+E		0.8G-E	
		Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf	Msup	Minf
10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2			.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	2,337	0.292	2.337	0.292	2,227	0,215	2.227	0.217	4.316	1.806	-0.902	-1.408	3.363	1.376	0.985	1.302
	4	-2.337	-0.166	-2.337	-0.166	-2.227	-0.099	-0.227	-0.099	0.902	1.498	-4.316	-1.715	0.985	1.359	-3.363	-1.318
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1	4.915	2.686	4.466	2.444	4.783	2.522	4.222	2.219	6.599	3.562	0.266	0.152	5.085	2.595	-0.193	-0.246
	2	-1.705	-0.842	-2.247	-1.388	-1.557	-0.687	-2.235	-1.372	3.309	3.085	-6.202	-4.688	2.934	2.734	-4.992	-3.752
	3	0.523	0.544	-0.183	-0.034	0.586	0.585	-0.316	-0.137	5.062	4.228	-4.830	-3.864	4.143	3.667	-4.101	-3.277
	4	0.259	0.126	-0.446	-0.453	0.385	0.221	-0.496	-0.502	4.885	3.931	-5.007	-4.162	4.134	3.316	-4.110	-3.428
	5	2.247	1.388	1.705	0.842	2.235	1.372	1.557	0.687	6.202	4.698	-3.309	-3.085	4.992	3.752	-2.934	-2.734
	6	-4.446	-2.444	-4.915	-2.686	-4.222	-2.219	-4.783	-2.522	-0.266	-0.152	-6.599	-3.562	0.193	0.246	-5.085	-2.595
8	1	5.444	3.492	4.296	2.649	5.368	3.360	3.934	2.307	7.801	5.692	-0.683	-1.248	6.032	4.290	1.038	1.949
	2	-0.284	-0.762	-2.225	-2.353	0.055	0.451	-2.372	-2.439	6.078	5.576	-7.894	-7.895	5.250	4.865	-6.394	-6.311
	3	1.264	1.084	-0.754	-0.574	1.485	1.260	-1.038	-0.813	7.302	7.302	-6.937	-6.937	6.028	6.028	-5.835	-5.838
	4	0.846	0.640	-1.173	-1.018	1.121	0.89	-1.402	-1.194	4.831	3.913	-5.062	-4.179	4.066	3.316	-4.178	-3.428
	5	2.225	2.054	0.284	0.462	2.372	2.239	-0.055	0.251	7.894	7.634	-6.078	-5.776	6.394	6.311	-5.250	-4.865
	6	-4.296	-2.649	-5.444	-3.492	-3.934	-2.307	-5.368	-3.360	0.683	-0.517	-7.801	-3.927	1.038	0.023	-6.032	-2.819

7	1	3.787	2.552	2.354	1.381	3.729	2.561	1.938	1.096	6.991	5.328	-2.547	-2.476	5.372	4.172	-2.575	-2.322
	2	-0.387	0.133	-2.729	-2.145	0.018	0.486	-2.909	-2.361	6.569	6.968	-8.827	-8.428	5.692	5.941	-7.138	-6.889
	3	1.317	1.144	-0.807	-0.766	1.551	1.359	-1.104	-1.028	6.901	6.854	-6.537	-6.584	5.694	5.669	-5.504	-5.528
	4	0.873	0.834	-1.251	-1.076	1.170	1.089	-1.485	-1.298	6.586	6.633	-6.852	-6.805	5.543	5.557	-5.655	-5.641
	5	2.729	0.544	0.386	-1.734	2.909	0.759	-0.018	-2.087	8.827	7.242	-6.569	-8.154	7.138	5.941	-5.692	-6.898
	6	-2.354	-1.381	-3.787	-2.552	-1.938	-1.096	-3.729	-2.561	2.547	2.476	-6.991	-5.328	2.575	2.332	-5.372	-4.172
6	1	5.571	4.081	4.035	3.056	5.426	3.958	3.506	2.778	8.290	5.793	-1.324	-0.617	6.252	4.341	-1.759	-1.001
	2	-0.994	-0.730	-3.926	-3.126	-0.459	-0.299	-4.125	-3.294	7.379	6.098	-10.949	-8.896	6.478	5.339	-8.796	-7.157
	3	2.013	2.343	-1.082	-0.191	2.343	2.615	-1.527	-0.553	10.014	8.709	-9.349	-7.135	8.242	7.159	-7.894	-6.044
	4	1.250	1.033	-1.345	-1.501	1.679	1.383	-2.190	-1.785	9.471	7.756	-9.893	-8.088	7.966	6.522	-8.169	-6.682
	5	3.926	3.126	0.994	0.731	1.125	3.294	0.459	0.299	10.949	8.896	-7.379	-6.098	8.796	7.157	-6.477	-5.332
	6	-4.035	-2.612	-5.571	-3.637	-3.506	-2.382	-5.426	-3.663	1.324	0.913	-8.290	-5.497	1.759	1.001	-6.252	-4.341
5	1	4.552	4.232	2.586	2.905	4.547	4.148	2.089	2.488	8.025	7.036	-2.849	-1.861	6.201	5.376	-2.862	-2.037
	2	-0.042	-0.385	-3.814	-3.471	0.562	0.132	-4.155	-3.725	9.294	8.468	-12.092	-11.266	8.002	7.314	-9.819	-9.132
	3	3.069	2.705	-0.917	-0.554	3.522	3.068	-1.461	-1.006	11.649	11.649	-10.075	-10.075	9.609	9.609	-8.494	-8.494
	4	1.759	1.396	-2.227	-1.864	2.291	1.836	-2.692	-2.238	10.696	10.699	-11.028	-11.028	8.972	8.972	-9.132	-9.132
	5	3.814	3.471	0.042	0.385	4.155	3.725	-0.562	-0.132	12.092	11.266	-9.294	-8.468	9.819	9.132	-8.002	-7.314
	6	-3.472	-2.905	-5.437	-4.233	-2.975	-2.488	-5.432	-4.148	2.153	1.861	-8.681	-7.036	2.336	2.037	-6.725	-5.376

4	1	4.677	4.475	2.460	2.663	4.704	4.451	1.932	2.186	8.224	7.199	-3.048	-2.024	6.366	5.513	-3.027	-2.173
	2	0.377	-0.042	-4.233	-3.814	1.085	0.562	-4.678	-4.155	9.262	9.262	-12.059	-12.059	7.975	7.575	-9.793	-3.793
	3	3.511	3.068	-1.358	-0.916	4.074	3.521	-2.012	-1.459	12.052	12.051	-10.477	-10.477	9.945	9.945	-8.829	-8.829
	4	2.201	1.758	-2.668	-2.226	2.843	2.289	-3.244	-2.691	11.092	11.098	-11.431	-11.431	9.307	9.307	-9.467	-9.467
	5	4.233	3.814	-0.377	0.042	4.678	4.155	-1.085	-0.562	12.059	12.059	-9.262	-9.262	9.793	9.793	-7.975	-7.975
	6	-2.460	-2.663	-4.677	-4.475	-1.932	-2.186	-4.704	-4.451	3.048	2.024	-8.274	-7.199	3.027	2.173	-6.366	-5.513
3	1	4.878	4.641	2.259	2.497	4.955	4.658	1.682	1.978	9.063	9.063	-3.887	-3.887	7.065	7.065	-3.726	-3.726
	2	0.547	0.546	-4.404	-4.402	1.298	1.296	-4.891	-4.889	12.071	12.071	-14.869	-14.869	10.316	10.316	-12.134	-12.134
	3	3.692	3.692	-1.540	-1.540	4.301	4.301	-2.239	-2.239	15.020	15.020	-13.446	-13.446	12.418	12.418	-11.304	-11.134
	4	2.391	2.391	-2.841	-2.841	3.075	3.075	-3.465	-3.465	14.073	14.073	-14.393	-14.393	11.781	11.781	-11.941	-11.941
	5	4.404	4.404	-0.547	-0.547	4.891	4.891	-1.298	-1.298	14.869	14.869	-12.071	-12.071	12.134	12.134	-10.316	-10.316
	6	-2.334	-2.497	-4.804	-4.641	-1.775	-1.978	-4.862	-4.658	3.887	3.887	-9.063	-9.063	3.726	3.726	-7.065	-7.065
2	1	4.804	5.524	2.334	2.505	4.862	5.619	1.775	1.845	9.022	10.876	-3.846	-4.954	7.032	8.432	-3.692	-4.676
	2	0.929	0.734	-4.785	-4.976	1.775	1.592	-5.368	-5.545	12.585	13.918	-15.683	-16.996	10.994	11.881	-12.812	-13.881
	3	4.094	3.418	-1.942	-2.617	4.803	4.124	-2.742	-3.421	16.498	15.997	-14.925	-15.425	13.651	13.243	-12.535	-12.943
	4	2.784	2.760	-3.252	-2.276	3.572	3.551	-3.974	-3.994	15.545	15.528	-15.877	-15.895	13.013	13.005	-13.173	-13.181
	5	4.785	4.976	-0.929	-0.734	5.368	5.545	-1.775	1.592	15.683	16.996	-12.885	-13.918	12.812	13.881	-10.994	-11.881
	6	-2.334	-2.505	-4.804	-5.524	-1.775	-1.845	-4.862	-5.619	3.846	4.954	-9.022	-10.776	3.692	4.676	-7.032	-8.432

1																
	1	4.314	6.694	1.645	-3.715	4.439	7.890	1.103	-5.121	8.056	24.656	-3.735	-22.496	6.307	20.344	-3.518	-18.950
	2	1.487	4.875	-4.637	-6.448	2.360	6.345	-5.296	-7.810	12.621	24.987	-14.907	-26.129	10.727	20.927	-12.212	-21.670
	3	3.476	5.920	-2.878	-5.628	4.234	7.345	-3.710	-7.09	14.329	26.322	-13.904	-26.114	11.875	21.902	-11.653	-21.794
	4	3.148	5.759	-3.207	-5.789	3.915	7.189	-4.028	-7.247	14.088	26.204	-14.145	-26.232	11.698	21.815	-11.819	-21.881
	5	4.637	6.448	-1.487	-4.874	5.296	7.810	-2.360	-6.344	14.907	26.129	-12.621	-24.987	12.212	21.670	-10.727	-20.927
	6	-1.645	6.066	-4.314	-4.342	-1.103	7.472	-4.439	-5.538	3.735	24.238	-8.056	-22.914	3.518	20.344	-6.307	-18.950

Efforts Normaux dans les Poteaux

Portique longitudinal C_C

E.L.U

NIVEAU	POTEAU	1.35G+1.5P +1.2W	1.35G+1.5P -1.2W	1.35G+P +1.5W	1.35G+P -1.5W	G+P+1.2E	G+P-1.2E	0.8G+E	0.8G-E
10	1	/	/	/	/	/	/	/	/
	2	/	/	/	/	/	/	/	/
	3	4.943	4.943	4.747	4.747	4.661	2.575	3.449	1.712
	4	4.943	4.943	4.747	4.747	2.575	4.661	1.712	3.449
	5	/	/	/	/	/	/	/	/
	6	/	/	/	/	/	/	/	/
9	1	8.562	8.452	8.241	8.103	7.072	5.382	5.151	3.742
	2	15.264	15.196	14.689	14.605	11.829	10.374	8.637	7.341
	3	14.194	14.247	13.458	13.525	10.957	9.786	7.619	6.643
	4	13.662	13.608	12.939	12.873	9.352	10.524	6.296	7.272
	5	15.215	15.283	14.624	14.708	10.388	11.944	7.352	8.648
	6	8.452	8.562	8.103	8.241	5.380	7.072	3.742	5.151
8	1	15.357	14.851	14.497	13.864	13.544	8.422	9.443	5.175
	2	27.585	27.179	26.068	25.562	22.178	17.692	15.309	11.572
	3	23.888	24.215	22.232	22.641	16.846	18.068	10.873	11.891
	4	22.376	22.051	20.998	20.590	16.749	15.528	11.149	10.132
	5	27.237	27.643	25.619	26.127	17.735	22.221	11.606	15.344
	6	14.851	15.357	13.864	14.497	8.422	13.544	5.175	9.443
7	1	23.742	22.594	22.366	20.937	21.716	11.932	15.107	6.953
	2	41.681	40.803	39.277	38.179	33.958	26.024	23.276	16.664
	3	34.558	35.326	32.014	32.974	23.132	27.546	14.515	18.193
	4	31.162	30.394	29.202	28.242	24.548	20.135	16.423	12.745
	5	33.483	34.362	33.122	34.219	27.704	29.039	16.349	22.961
	6	23.204	24.352	21.543	22.977	12.383	22.168	7.315	15.469

6	1	32.322	30.376	30.456	28.024	30.222	15.284	21.052	8.604
	2	54.952	53.396	51.722	49.778	45.565	33.171	31.181	20.853
	3	43.567	44.921	40.121	41.813	27.848	36.142	16.978	23.807
	4	39.551	38.177	37.011	35.318	32.279	24.086	21.657	14.829
	5	52.879	54.434	49.261	51.205	32.788	45.182	20.546	30.874
	6	30.986	32.933	28.634	31.067	15.736	30.674	8.966	21.414
5	1	40.997	38.142	38.652	35.082	38.736	18.588	27.078	10.208
	2	68.244	65.767	64.229	61.134	57.553	39.793	39.420	24.620
	3	52.607	54.713	48.322	50.854	32.771	44.957	19.435	29.591
	4	47.925	45.899	44.849	42.317	40.104	27.916	26.951	16.804
	5	65.250	67.727	68.616	63.713	39.410	57.170	24.314	39.114
	6	38.752	41.607	35.692	39.262	19.040	39.284	10.569	27.439
4	1	49.769	45.809	46.967	42.017	47.839	21.494	33.435	11.482
	2	81.665	78.010	76.897	72.328	69.958	45.997	48.007	28.039
	3	61.724	64.587	56.420	59.999	37.372	53.994	21.707	35.558
	4	56.402	53.538	52.792	49.213	48.148	31.526	32.447	18.596
	5	77.493	81.148	71.812	76.381	45.614	69.576	27.733	47.701
	6	46.419	50.379	42.627	47.577	21.946	48.292	11.843	33.797
3	1	58.649	53.369	55.418	48.818	57.251	23.997	40.129	12.417
	2	95.131	90.208	89.621	83.468	82.968	51.598	57.097	30.955
	3	70.705	74.518	64.447	69.215	41.565	63.438	23.638	41.867
	4	64.935	61.021	60.805	56.038	56.601	34.727	38.275	20.047
	5	89.691	94.614	82.951	89.104	51.215	82.585	30.649	56.791
	6	53.979	59.259	49.428	56.029	24.448	57.703	12.779	40.491

2	1	67.609	60.851	63.968	55.521	67.210	25.952	47.279	12.897
	2	108.805	102.737	102.605	94.346	96.591	56.585	66.698	33.361
	3	79.581	84.554	72.345	78.561	45.389	73.253	25.263	48.483
	4	73.573	68.600	68.949	62.733	65.423	37.559	44.410	21.190
	5	101.681	108.298	93.829	102.098	56.202	96.207	33.054	66.392
	6	61.461	68.219	56.131	64.579	26.404	67.662	13.259	47.641
1	1	76.688	68.192	72.672	62.052	77.402	27.659	54.626	13.174
	2	122.550	114.186	115.666	105.211	110.163	61.673	76.251	35.843
	3	88.276	94.540	80.046	87.876	48.902	83.207	26.635	55.223
	4	82.341	76.076	77.242	69.412	74.518	40.213	50.775	22.187
	5	113.669	112.033	104.694	115.149	61.251	109.213	35.504	75.977
	6	68.802	77.298	62.662	73.282	28.112	77.854	13.535	57.987

Moments en travées Portique longitudinal C_C

NIVEAU	TRAVEE	1.35G+1.5P +1.2W	1.35G+1.5P -1.2W	1.35G+1.5P +1.5W	1.35G+P -1.5W	G+P+E	G+P-E	0.8G+E	0.8G-E
10	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-3	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-4	3.721	3.721	3.454	3.454	2.697	2.697	1.731	1.731
	4-5	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-6	-	-	-	-	-	-	-	-
9		8.368	8.484	7.802	7.946	5.593	6.645	3.485	4.537
		1.335	1.301	1.139	1.098	1.260	0.604	0.755	0.099
		2.358	2.358	1.971	1.971	1.661	1.661	0.708	0.708
		1.335	1.368	1.132	1.174	0.629	1.285	0.119	0.775
		8.521	8.405	7.982	7.838	6.672	5.620	4.558	3.507
8		7.943	8.140	6.952	7.198	5.078	6.406	2.383	3.711
		1.817	1.843	1.465	1.496	1.144	1.412	0.330	0.598
		2.785	2.785	2.316	2.316	1.958	1.959	0.817	0.817
		1.915	1.890	1.569	1.538	1.466	1.198	0.641	0.373
		8.138	7.942	7.197	6.951	6.405	5.077	3.711	2.383
7		8.902	9.253	7.769	8.207	5.451	7.513	2.412	4.473
		1.614	1.744	1.248	1.410	0.811	1.521	0.018	0.728
		2.785	2.785	2.316	2.316	1.959	1.959	0.817	0.817
		1.783	1.653	1.449	1.287	1.550	0.840	0.752	0.042
		9.253	8.902	8.207	7.769	7.513	5.451	4.473	2.412
6		7.753	8.065	6.663	7.053	4.805	6.442	2.001	3.635
		1.794	1.986	1.441	1.657	0.901	1.737	0.107	0.944
		2.565	2.565	2.114	2.114	1.800	1.800	0.717	0.717
		1.815	1.642	1.506	1.289	1.625	0.789	0.854	0.018
		8.146	7.834	7.134	6.744	6.502	4.868	3.683	2.044

5	7.651	7.919	6.567	6.895	4.963	6.099	2.175	3.311
	1.036	1.075	0.951	0.998	0.565	0.963	0.283	0.681
	2.539	2.539	2.088	2.088	1.781	1.781	0.702	0.702
	1.848	1.809	1.522	1.474	1.480	1.082	0.694	0.296
	7.913	7.651	6.894	6.567	6.099	4.963	3.311	2.175
4	9.322	6.242	8.655	4.806	4.752	6.310	1.964	3.528
	1.781	1.831	1.443	1.506	1.254	1.274	0.472	0.492
	2.539	2.539	2.088	2.088	1.781	1.781	0.702	0.702
	1.854	1.803	1.529	1.466	1.291	1.271	0.305	0.485
	7.898	7.666	6.876	6.585	6.310	4.752	3.522	1.964
3	7.547	8.017	6.437	7.025	4.940	6.122	2.152	3.334
	1.777	1.834	1.438	1.511	1.135	1.193	0.353	0.611
	2.539	2.539	2.088	2.088	1.781	1.781	0.702	0.702
	1.857	1.799	1.533	1.462	1.410	1.152	0.624	0.366
	8.017	7.547	7.025	6.437	6.122	4.940	3.334	2.152
2	7.696	7.868	6.623	6.839	4.780	6.282	1.992	3.494
	1.771	1.841	1.431	1.518	1.258	1.270	0.475	0.487
	2.539	2.539	2.088	2.088	1.781	1.781	0.702	0.702
	1.863	1.794	1.541	1.454	1.287	1.275	0.501	0.489
	7.868	7.696	6.839	6.623	6.282	4.780	3.494	1.992
1	7.639	8.117	6.528	7.125	4.741	6.463	1.939	3.661
	1.706	1.814	1.361	1.496	0.830	1.630	0.054	0.854
	2.546	2.546	2.095	2.095	1.786	1.786	0.706	0.706
	1.841	1.733	1.523	1.388	1.650	0.850	0.871	0.071
	8.117	7.639	7.125	6.528	6.463	4.741	3.661	1.939

E.L.S

Moments dans les Poutres Portique C.C

		G+P +0.9W			G+P -0.9W			G+0.8P +W			G+0.8P -W		
NIVEAU	TRAVEE	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt
10	3-4	2.001	2.001	2.479	1.371	1.371	2.479	1.992	1.992	2.415	1.292	1.292	2.415
9	1-2	3.601	5.496	6.103	3.265	5.334	6.189	3.545	5.387	5.877	3.171	5.206	5.973
	2-3	4.089	2.526	0.945	3.846	2.232	0.919	4.016	2.473	0.866	3.746	2.146	0.838
	3-4	2.763	2.704	1.661	2.527	2.468	1.661	2.667	2.608	1.506	2.406	2.347	1.506
	4-5	2.474	4.089	0.944	2.180	3.846	0.969	2.421	4.016	0.863	2.095	3.746	0.891
	5-6	5.496	3.601	6.188	5.334	3.265	6.103	5.387	3.545	5.973	5.206	3.171	5.877
8	1-2	4.469	5.231	5.668	3.427	4.483	5.816	4.362	5.069	5.273	3.204	4.239	5.437
	2-3	3.701	2.814	1.268	2.581	1.732	1.287	3.633	2.775	1.128	2.388	1.573	1.148
	3-4	3.018	2.859	1.956	2.152	1.994	1.956	2.252	2.794	1.769	1.990	1.832	1.769
	4-5	2.706	3.701	1.341	1.624	2.581	1.322	2.688	3.633	1.203	1.465	2.388	1.192
	5-6	5.231	4.469	5.815	4.483	3.427	5.667	5.069	4.362	5.436	4.239	3.204	5.273
7	1-2	5.299	6.253	6.351	3.593	5.074	6.613	5.204	6.091	5.900	3.308	4.781	6.192
	2-3	4.289	3.061	1.117	2.520	1.495	1.214	4.250	3.048	0.972	2.284	1.998	1.080
	3-4	3.270	3.112	1.959	2.010	1.852	1.959	3.215	3.057	1.772	1.815	1.657	1.772
	4-5	3.061	4.289	1.243	1.485	2.520	1.146	3.048	4.250	1.109	1.298	2.284	1.501
	5-6	6.253	5.299	6.613	5.074	3.593	6.351	6.091	5.204	6.192	4.781	3.308	5.900

6	1-2	5.924	6.225	5.508	3.914	4.663	5.742	5.847	6.101	5.075	3.591	4.364	5.334
	2-3	4.101	3.258	1.101	1.755	1.174	1.231	4.114	2.378	0.954	1.508	0.963	1.098
	3-4	3.447	3.289	1.800	1.778	1.621	1.800	3.424	3.266	1.619	1.570	1.412	1.619
	4-5	3.214	4.101	1.259	1.129	1.755	1.130	3.234	4.114	1.127	0.918	1.508	0.983
	5-6	6.225	5.924	6.599	4.663	3.914	6.365	6.101	5.847	6.176	4.364	3.591	5.916
5	1-2	6.301	6.482	5.433	4.057	4.632	5.629	6.224	6.369	5.002	3.732	4.313	5.219
	2-3	4.147	3.543	1.304	1.371	0.827	1.333	4.191	3.601	1.171	1.106	0.593	1.203
	3-4	3.734	3.557	1.781	1.562	1.385	1.781	3.738	3.561	1.601	1.324	1.147	1.601
	4-5	3.507	4.147	1.295	0.791	1.371	1.266	3.565	4.191	1.164	0.547	1.106	1.133
	5-6	6.482	6.301	5.629	4.632	4.057	5.433	6.369	6.224	5.219	4.313	3.732	5.002
4	1-2	6.506	6.712	5.444	3.847	4.402	5.618	6.453	6.624	5.014	3.499	4.058	5.207
	2-3	4.491	3.878	1.245	1.027	0.491	1.283	4.572	3.974	1.111	0.724	0.210	1.153
	3-4	4.002	3.825	1.781	1.293	1.116	1.781	4.036	3.858	1.601	1.026	0.848	1.601
	4-5	3.943	4.491	1.299	0.455	1.027	1.262	3.938	4.572	1.169	0.174	0.724	1.127
	5-6	6.712	6.506	5.619	4.402	3.847	5.444	6.624	6.453	5.207	4.058	3.499	5.036
3	1-2	6.938	6.965	5.355	3.516	4.248	5.707	6.822	6.795	4.915	3.131	3.887	5.306
	2-3	4.723	4.105	1.242	0.796	0.265	1.285	4.829	4.225	1.107	0.467	-0.041	1.155
	3-4	4.193	4.006	1.781	1.113	0.935	1.781	4.237	4.059	1.601	0.825	0.648	1.601
	4-5	4.068	4.723	1.303	0.229	0.796	1.259	4.189	4.829	1.173	-0.077	0.467	1.125
	5-6	6.865	6.938	5.707	4.248	3.516	5.355	6.795	6.822	5.306	3.887	3.131	4.915

2	1-2	6.907	7.156	5.466	3.447	3.957	5.596	6.898	7.118	5.038	3.054	3.564	5.183
	2-3	5.159	4.532	1.237	0.359	-0.162	1.290	5.314	4.700	1.103	-0.017	-0.516	1.161
	3-4	4.526	4.349	1.781	0.769	0.593	1.781	4.617	4.441	1.601	0.444	0.267	1.601
	4-5	4.496	5.158	1.307	-0.198	0.359	1.255	4.664	5.314	1.171	-0.552	-0.017	1.119
	5-6	7.156	6.907	5.596	3.957	3.447	5.466	7.118	6.898	5.183	3.564	3.054	5.038
1	1-2	7.207	7.266	5.423	2.941	3.716	5.781	7.247	7.248	4.982	2.507	3.305	5.381
	2-3	5.492	4.779	1.183	0.157	-0.383	1.270	5.667	4.972	1.053	-0.249	-0.764	1.143
	3-4	4.703	4.531	1.786	0.572	0.399	1.786	4.816	4.643	1.605	0.226	0.053	1.605
	4-5	4.740	5.482	1.291	-0.422	0.157	1.209	4.933	5.667	1.163	-0.303	-0.249	1.073
	5-6	7.266	7.207	5.781	3.716	2.941	5.423	7.248	7.247	5.381	3.305	2.507	4.983

E.L.S

Efforts dans les Poteaux Portique C.C

Niveau	Poteau	G+P+0.9W			G+P-0.9W			G+0.8P+W			G+0.8P-W		
		Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum	Msup	Minf	Ncum
10	3	1.707	0.199	3.618	1.707	0.199	3,618	1.663	0.168	3.539	1.663	0.168	3.539
	4	-1.707	-0.108	3.619	-1.707	-0.108	3,618	-1.663	-0.081	3.539	-1.663	-0.081	3.539
9	1	3.601	1.948	6.268	3.265	1.766	6,185	3.545	1.880	6.139	3.171	1,678	6.047
	2	-1.243	-0.602	11.177	-1.649	-1.012	11,127	-1.188	-0.545	10.947	-1.640	-1,001	10.891
	3	0.381	0.398	10.352	-0.148	-0.035	10,392	0.392	0.411	10.058	-0.196	-0,072	10.102
	4	0.204	0.101	9.957	-0.325	-0.333	9,918	0.248	0.134	9.668	-0.339	-0,347	9.624
	5	1.649	1.012	11,141	1.243	0.602	11.191	1.640	1.001	10.905	1.880	0,545	10.961
	6	-3.265	-1.766	6,185	-3.601	-1.948	6, 268	-3.171	-1.678	6.047	-3.545	-1,880	6.139
8	1	3.989	2.538	11,173	3.128	1.906	10,793	3.949	2.478	10.824	2.993	1,776	10,403
	2	-0.179	-0.532	20.087	-1.636	-1.726	19,783	-0.061	-0.421	19.477	-1,678	-1,747	19,139
	3	0.938	0.804	17.334	-0575	-0.439	17,579	1.011	0.861	16.675	-0,672	-0,522	16,947
	4	0.641	0.488	16,261	-0.873	-0.755	16.016	0.734	0.571	15.797	-0,947	-0,812	15,435
	5	1.636	1.526	19,826	0.179	0.332	20.130	1.678	1.587	19.192	0,061	0,261	19,520
	6	-3.128	-1.906	10,793	-3.989	-2.538	11.173	-2.993	-1.776	10.403	-3,949	-2,478	10,824
7	1	2.759	1.865	17,254	1.685	0.987	16.394	2.724	1.858	16.695	1, 530	0, 883	15,738
	2	-0.251	0.124	30,320	-2.007	-1.584	29,661	-0.108	0.246	29,351	-2,060	-1,652	28,619
	3	0.978	0.852	25,051	-0.614	-0.582	25,627	1.054	0.922	24.039	-0,735	-0,679	24,679
	4	0.663	0.631	22.630	-0.929	-0.802	22.054	0.765	0.717	21.839	-1,005	-0,875	21,199
	5	2.007	0.398	29,267	0.251	-1.310	29.926	2.060	0.465	28,225	0,108	-1,432	28,957
	6	-1.685	-0.987	16,846	-2.759	-1.965	17.706	-1.530	-0.883	16,191	-2,724	-1,858	17,147

6	1	4.059	2.972	23,483	2.907	2.204	22.023	3.988	2.915	22,720	2.708	2.061	21.098
	2	.0.685	-0.501	30,574	-2.885	-2.297	29,407	-0.496	-0.348	29,633	-2.938	-2.344	28,337
	3	1.493	1.737	24,831	-0.829	-0.163	25,846	1.599	1.825	23,796	-0.981	-0.287	24,924
	4	0.950	0.784	28,691	-1.372	-1.116	27,675	1.096	0.903	27,671	-1.484	-1.208	26,543
	5	2.885	2.297	31,402	0.685	0.501	39,568	2.939	2.344	36,967	0.496	0.348	38,264
	6	-2.907	-2.204	22,475	-4.059	-2.972	23,935	-3.708	-2.061	21,550	-3.988	-2.915	23,772
5	1	3325	3.086	29,781	1.851	2.091	27,639	3.307	3.041	28,818	1.666	1.935	26,438
	2	0.026	-0.242	49,602	-2.804	-2.556	47,744	0.235	-0.060	47,975	-2.908	-2.632	45,911
	3	2.282	2.009	38,104	-0.708	-0.435	39,624	2.430	2.127	36,375	-0.892	-0.589	38.063
	4	1.328	1.056	34,769	-1.661	-1.388	33,250	1.508	1.205	33,523	-1.814	-1.511	31,834
	5	2.814	2.556	47,361	-0.016	0.242	49,218	2.918	2.632	45,528	-0.225	0.060	47,592
	6	-1.951	-2.090	28,091	-3.325	-3.086	30.233	-1.668	-1.935	26,891	-3.307	-3.041	29,277
4	1	3.419	3.267	36,152	1.756	1.908	33.182	3.412	3.243	34,998	1.564	1.733	31,698
	2	0.329	0.016	59,348	-3.127	-2.814	56.607	0.575	0.225	57,411	-3.267	-2.918	54,365
	3	2.613	2.281	44,609	-1.039	-0.707	46,756	2.798	2.429	42,512	-1.260	-0.891	44,897
	4	1.660	1.328	40,911	-1.992	-1.660	38,763	1.876	1.507	39,443	-2.182	-1.813	37,057
	5	3.128	2.814	56,224	-0.329	-0.016	58,966	3.267	2.918	53,982	-0.574	-0.225	57,028
	6	-1.786	-1.908	33,634	-3.419	-3.267	36,604	-1.564	-1.733	32,150	-3.412	-3.243	35,455

3	1	3.569	3.392	42,604	1.606	1.784	38,644	3.578	3.381	41,267	1.397	1.595	36,867
	2	0.457	0.457	69,128	-3.255	-3.255	65,437	0.716	0.716	66,884	-3.409	-3.409	62,782
	3	2.749	2.749	51.072	-1.175	-1.175	53,932	2.949	2.949	48,601	-1.411	-1.411	51,778
	4	1.796	1.796	47.094	2.128	2.128	44,234	2.027	2.027	45,470	-2.333	-2.333	42,232
	5	3.255	3.255	65,054	-0.457	-0.457	68,746	3.409	3.409	62,399	-0.716	-0.716	66,501
	6	-1.606	-1.784	39,096	-3.569	-3.392	43,056	-1.397	-1,595	37,319	-3.578	-3.381	41,719
2	1	3.514	4.043	49,115	1.662	1.778	44,046	3.517	4.056	47,603	1.458	1.540	41,971
	2	0.744	0.602	79,066	-3.542	-3.680	74,110	1.035	0.897	76,531	-3.797	-3.860	71,025
	3	3.050	2.549	57,456	-1,476	-1.977	61,186	3.284	2.781	54,603	-1.746	-2.248	58,747
	4	2.097	2.080	53,356	-2,429	-2.446	49,626	2.362	2.346	51,465	-2.667	-2.683	47,321
	5	3.542	3.680	73,797	-0.744	-0.602	78,683	3.727	3.860	70,642	-1.034	-0.897	76,148
	6	-1.662	-1.778	44,498	-3.514	-4.043	49,567	-1,458	-1,540	42,423	-3.517	-4,056	48,055
1	1	3.162	4.983	55,717	1.160	-2.823	49,345	3.189	5.375	54,039	0.965	-3.298	46,959
	2	1.154	3,675	89,084	-3.439	-4.817	82,781	1.452	4.169	86,231	-3.652	-5.267	79,261
	3	2.596	4.435	63,706	-2.170	-4.227	68,404	2.846	4.908	60,466	-2.469	-4.715	65,686
	4	2.355	4.317	59,715	-2.411	-4.345	55,017	2.609	4.793	57,623	-2.687	-4,831	52,403
	5	3.439	4.817	82,671	-1.154	-3.675	88,671	3.652	5.267	78,878	-1.452	-4,168	85,849
	6	-1.160	4.565	49,797	-3.162	-3.249	56,189	-0.965	5.041	47,412	-3.189	-3,633	54,492

```
10  CLS
40  PRINT"*** flexion simple ***"
50  PRINT
90  '       entree des donnees
120 FC=25
130 FE=400
135 YB=1.5:FBU=.85*FC/YB
137 YS=1.15:FSU=FE/YS
140 INPUT"acier naturel,ecroui (n/e)";C$
142 E=200000':ESL=FSU/E
147 IF C$="e" THEN ESL=ESL+.002
160 INPUT"SECTION RECTANGULAIRE,EN TE (R/T)  "; S$
170 IF (S$="R")OR(S$="r") THEN 720
180 PRINT"SECTION EN TE: DIMENSINS"
190 INPUT "  B=...";B
200 INPUT "  B0...=";B0
210 INPUT "  H...=";H
220 INPUT "  H0...=";H0
230 INPUT "enrobage c=";C:D=H-C
231 INPUT"donnees correctes oui 1 non 0";J
232 IF J=0 THEN 120
240 MT=B*H0*FBU*(D-H0/2):IF MU<=MT THEN 650
250 MT=(B-B0)*MT/B:U=(MU-MD)/(B0*D^2*FBU)
320 ALPHAR=3.5/(3.5+1000*ESL):UR=.8*ALPHAR*(1-.4*ALPHAR)
340 IF U<=UR THEN 560
350 ZR=D*(1-.4*ALPHAR)
360 IF ZR<=D-H0/2 THEN 460
380 PRINT "SECTON EN TE   B,H.MU"
390 B=B:H=H:M=MU:GOSUB 770
410 AC=(MU-MR)/((D-C)/SIGMAC)
420 AB=((MU-MR)/(D-C)+MR/ZR)/FSU:GOTO 1230
460 PRINT " SECTION EN TE  B0,H,MU-MD
470 B=B0:H=H:M=MU-MD:GOSUB 770
490 AC=(MU-MD-MR)/(D-C)/SIGMAC
500 AS1=((MU-MD-MR)/(D-C)+MR/ZR)/FSU
510 AS0=MD/(D-H0/2)/FSU:AB=AS1+AS0:GOTO 1230
560 PRINT "SECTION EN TE  B0,H,MU-MD"
570 B=B0:H=H:M=MU-MD:GOSUB 770
590 AS1=(MU-MD)/Z/SIGMA:AS0=MD/(D-H0/2)/SIGMA
610 AB=AS0=AS1:AC=0:GOTO 1230
650 PRINT "SECTION EN TE  B,H,MU"
660 B=B:H=H:M=MU:GOSUB 770
680 AB=MU/Z/SIGMA:AC=0:GOTO 1230
720 PRINT "SECTION RECTANGULAIRE: DIMENSIONS:"
735 INPUT "LARGEUR B=";B
740 INPUT "HAUTEUR H=";H
745 INPUT "ENROBAGE C=";C:D=H-C
747 INPUT "MOMENT ULTIME =";MU:MU=MU/100:M=MU
748 INPUT "DONEES CORRECTES 1 OUI 0 NON";J
749 IF J=0 THEN 120
750 PRINT
755 GOSUB 770:GOTO 1230
768 '  MODULE DE CALCUL DES SECTIONS RECTANGULAIRES
770 U=M/B/D^2/FBU
785 ALPHAR =3.5/(3.5+1000!*ESL):UR=.8*ALPHAR*(1-.4*ALPHAR)
800 '  TEST SUR LE PIVOT
810 IF U<=UR THEN GOTO 890
815 '  PIVOT B ARMATURE DOUBLE
820 EC =(.0035+ESL)*(D-C)/D-ESL:ES=EC:GOSUB 1130
835 SIGMA=S1
840 ZR=D*(1-.4*ALPHAR):MR=UR*D^2*FBU*B
855 IF (S$="T")OR(S$="t") THEN RETURN
860 AC=(MU-MR)/(D-C)/SIGMAC:AB=((MU-MR)/(D-C)+MR/ZR)/FSU
```

```
860 AC=(MU-MR)/(D-C)/SIGMAC:AB=((MU-MR)/(D-C)+MR/ZR)/FSU
880 RETURN
890 ALPHA=1.25*(1-SQR(1-2*U)):Z=D*(1-.4*ALPHA)
1000 IF U<=.186 THEN 1083
1015 PRINT "pivot b armatures s"
1020 ES=.0035*(1/ALPHA-1):GOSUB 1130
1035 SIGMA=SI
1040 IF (S$="t")OR(S$="T") THEN RETURN
1050 AB=M/Z/SIGMA:AC=0
1070 RETURN
1083 PRINT "pivot a"
1085 SIGMA=FSU
1090 IF (C$="E")OR(C$="e") THEN SIGMA=1.1*FSU
1095 IF (S$="t")OR(S$="T") THEN RETURN
1100 AB=M/Z/SIGMA:AC=0
1120 RETURN
1130 '   modules des contraintes
1140 IF (C$="E")OR(C$="e") THEN 1170
1150 IF ES <= ESL THEN SI= E*ES : GOTO 1220
1160 SI=FSU:GOTO 1220
1170 IF ES <=.7*ESL THEN SI=E*ES:PRINT "s2i=";SI:GOTO 1220
1175 S=.7*FSU
1180 S=S+.5
1190 ES1=S/E+.823*(S*1/FSU-.7)^5
1200 IF ES1<ES THEN 1180
1210 SI=S
1220 RETURN
1224 PRINT
1230 '****  resultats  ****
1235 PRINT " armatures tendues ab=";AB*10000!;"cm2"
1245 PRINT " armatures comprimees ac=";AC*10000!;"cm2"
1250 PRINT
1260 PRINT " armature de non fragilite "
1270 AF=.23*B*D*(.6+.06*FC)/400
1290 PRINT "af=";AF*10000!;"cm2"
1300 PRINT
1350 INPUT " voulez vous verifier a l'.E.L.S. (O/N)";V$
1360 IF (V$="N")OR(V$="n") THEN 747
1370 CLS
1400 PRINT "**** verification a L'E.L.S ****"
1440 PRINT
1450 PRINT "      entree des donnes
1552 INPUT "  AB(cm2)...=";AB:AB=AB*.0001
1554 INPUT "  AC(cm2)..=";AC:AC=AC*.0001
1600 INPUT "MSER(TM)=";M:M=M/100
1670 INPUT " coefficient de fissuration =";N
1675 INPUT "CAS DE FISSURATION 1 PEU nuisible ,2 PREjudiciable ,3 TRES PREJU
ABLE";F
1685 SIGMABA= .6*FC
1690 ON F GOTO 1805,1700,1710
1700 IF FE*2/3 < 150*N THEN SIGMASA=2/3*FE:GOTO 1805
1705 SIGMASA =150*N :GOTO 1805
1707 GOTO 1810
1710 IF FE/2 < 110*N THEN SIGMASA=FE/2:GOTO 1805
```

```
1710 IF FE/2 < 110*N THEN SIGMASA=FE/2:GOTO 1805
1715 SIGMASA=110*N
1720 GOTO 1810
1805 GOSUB 2000
1810 SIGMAB=M*Y/I
1815 IF AC=0 THEN SIGMAC=0:GOTO 1830
1820 SIGMAC=M*(Y-C)*15/I
1830 SIGMA =M*(D-Y)*15/I
1844 PRINT "****** resultats ******"
1850 PRINT  TAB(13)"cont.adm."; TAB(30)"cont.ser."
1860 PRINT "beton";TAB(13);SIGMABA;SIGMAB;"mpa"
1870 PRINT "acier tendu";TAB(13);SIGMASA,SIGMA;"mpa"
1880 PRINT "acier comprimes..";TAB(13);SIGMASA,SIGMAC;"mpa"
1900 INPUT " voulez vous reffaire (O1/NO)";J
1910 IF J=1 THEN 747
1920 END
2000 '  POSITION de l'axe neutre
2010 DE=15*(AB+AC)/B:E=30/B*(AB*D+AC*C)
2020 Y=-DE+SQR(DE^2+E)
2030 IF (S$="r")OR(S$="R") THEN GOTO 2140
2040 IF Y<=H0 THEN GOTO 2140
2060 B1=(B-B0)*H0+15*(AB+AC):A1=B0/2
2070 C1=-(B-B0)*H0^2/2-15*(AC*C+AB*D):DE=B1^2-4*A1*C1
2090 Y=(-B1+SQR(DE))/2/A1
2100 I1=B*Y^3/3-(B-B0)*(Y-H0)^3/3
2115 I2=15*AC*(Y-C)^2+15*AB*(D-Y)^2:I=I1+I2
2130 RETURN
2140 I1=B*Y^3/3+15*AC*(Y-C)^2
2150 I2=15*AB*(D-Y)^2:I=I1+I2
2170 RETURN
2195 END
```

```
10    CLS
20    PRINT  "****** CALCUL D'UNE SECTION RECTANGULAIRE ***"
30  PRINT "******FLEXION COMPOSEE******"
40    PRINT
50 PRINT "ENTREE DES DONNEES"
60    PRINT"CONTRAINTES CARACTERISTIQUES EN (MPA)"
70 INPUT "      FE     --- =";FE
80 INPUT "      FC28   --- =";FC28
90 INPUT "      GAMA .B ...=";YB: FBU=.85*FC28/YB
100 INPUT "     GAMA .S ...=";YS: FSU=FE/YS
110 INPUT " ACIER NATUREL OU ECROUI (N/E)";C$
120 E=200000! :ESL=FSU/E
121   IF R$= "n" GOTO 10
130 IF C$="E" THEN ESL=ESL+.002
140 PRINT "DIMENSION DE LA SECTION EN (M):"
150 INPUT "LARGEUR B...=";B
160 INPUT "HAUTEUR H...=";H
170 INPUT "ENROBAGE C...=";C:D=H-C
180 PRINT "SOLLICITATIONS:"
190 PRINT "MOMENT ULTIME EN (T.M):"
200 INPUT " MU .......=";MU:MU=MU/100
210 INPUT "MSER .......=";MS:MS=MS/100
220 PRINT "EFFORT NORMAL LIMITE EN (T):"
230 PRINT "TRACTION (N<0); COMPRESSION (N>0)"
240 INPUT " NU ........=";NU:NU=NU/100
250 INPUT " NSER ......=";NS:NS=NS/100
260 IF NU<0 GOTO 850
270 INPUT "COEFFICIENT DE FLAMBEMENT K=";K
280 INPUT "LONGUEUR DE POTEAU EN (M) L=";L
290 LAMBDA=K*L*SQR(12)/B:E0=MU/NU :K1 =67*E0/H:K2=100
295 IF K1 < K2 THEN K3=K1 ELSE K3=K2
300 IF K3 > 50 THEN LAMAX=K3 ELSE LAMAX =50
310 IF LAMBDA>LAMAX THEN 940
320 IF .2 > L/250 THEN EA=.2 ELSE EA=L/250
330 IF E0/H>.75 THEN 350
340 GAMAF=1+.2*(LAMBDA/35)^2 : GOTO 360
350 GAMAF=.85*LAMBDA^2/1500
360 NU=NU*GAMAF:MU=GAMAF*MU+NU*EA
370 MUA=MU+NU*(D-H/2):M =MUA
380 T1=(D-C)*NU-M :T2=(.337-.81*C/H)*B*H^2*FBU
390 T3=(.5-C/H)*B*H^2*FBU
400 IF T1>=T2 THEN 750
440 REM SECTION PARTIELLEMENT COMPRIMEE
445 P=2
450 U=M/(B*D^2*FBU)
460 ALPHAR =3.5/(3.5+ESL*1000!):UR=.8*ALPHAR*(1-.4*ALPHAR)
470 REM TEST SUR LE PIVOT
480 IF U<=UR THEN 590
490 PRINT "PIVOT B ARMATURE DOUBLE"
500 EC=(3.5*.001+ESL)*(D-C)/D-ESL:ES=EC:GOSUB 960
510 SIGMAC=SI
520 ZR=D*(1-.4*ALPHAR):MR=UR*D^2*B*FBU
530 AC=(M-MR)/((D-C)*SIGMAC)
540 AS=((M-MR)/((D-C)*SIGMAC)+MR/ZR)/FSU:AS=AS-NU/FSU
550 GOTO 1060
590 ALPHA=1.25*(1-SQR(1-2*U))
```

```
600 Z=D*(1-.4*ALPHA)
610 IF U<=.186 THEN 680
620 PRINT "PIVOT B ARMATURE SIMPLE"
630 ES=3.5/(1000*(1/ALPHA-1))
640 GOSUB 960
650 SIGMA=SI
660 AS =  M/(Z*SIGMA):AS=AS-NU/SIGMA:AC=0:GOTO 1060
680 PRINT "PIVOT A"
690 SIGMA=FSU
700 IF C$="E" THEN SIGMA=1.1*FSU
710 AS=M /(Z*SIGMA):AS=AS-NU/SIGMA:AC=0
720 GOTO 1060
750 IF T1<=T3 THEN 800
760 ES=2*E-3:GOSUB 960
770 SIGMAC=SI
780 AC=(M-B*H*FBU*(D-H/2))/((D-C)*SIGMAC)
790 AS=((NU-B*H*FBU)/SIGMAC)-AC:GOTO 1060
800 AS=0:KI=(.357+(NU*(D-C)-M)/B*H^2*FBU)/(.857-C/H)
810 ES=.002*(1+(1.719-4.01*C/H)*SQR(1-KI)):GOSUB 960
820 SIGMAC=SI
830 AC=(NU-KI*B*H*FBU)/SIGMAC
840 AS=0:GOTO 1060
850 EO=MU/NU:EA=D-H/2-EO
860 IF EO<=H/2-C GOTO 890
870 REM SECTION PARTIELLEMENT COMPRIMEE
880 GOTO 440 ,
890 PRINT "SECTION ENTIEREMENT TENDUE"
900 P=1
910 ES=.01:SIGMA=FSU
920 AC=ABS(NU)*EA/(D-C)/FSU:AS=ABS(NU)/FSU-AC
930 GOTO 1060
940 PRINT "CALCUL AU FLAMBEMENT EST NECESSAIRE"
960 REM ***************MODULE DE CONTRAINTE***********
970 IF C$="E" THEN 1000
980 IF ES<=ESL THEN SI=E*ES:RETURN
990 SI=FSU:RETURN
1000 IF ES<=.7*ESL THEN SI=E*ES:RETURN
1010 S=.7*FSU
1020 S=S+.5
1030 ES1=S/E+.823*(S/FSU-.7)^5
1040 IF ES1<ES THEN 1020
1050 SI=S:RETURN
1060 PRINT "*********RESULTATS********"
1070 PRINT
1080 PRINT"ARMATURES TENDUES       AS=",AS*10000!,"CM2"
1090 PRINT "   ARMATURES COMPRIMEES    AC=",AC*10000!,"CM2"
1120 IF P=2 THEN BF=.23*B*D*(.6+.06*FC28)/FE
1130 IF P=1 THEN BF=B*H*(.6+.06*FC28)/FE
1140 PRINT "ARMATURES MINIMALES:"
1150 PRINT "AMIN=";BF*10000!"CM2"
1180 INPUT "VOULEZ VOUS REFAIRE (O/N)",R$
1190 IF R$="O" THEN 120
1200 INPUT "voulez vous verifier a els (o/n)";R$
1210 IF R$="n" GOTO 1730
1220 PRINT "verification a l'els"
1230 PRINT "donner les sections adoptees"
1240 INPUT "as(cm2)....=";AS:AS=AS*.0001
1250 INPUT "ac(cm2)....=";AC:AC=AC*.0001
1300 INPUT"COEFFICIENT DE FISSURATION:";N
1310 SIGMABA=.6*FC28
1315 E=MS/NS
1330 IF FE*2/3<150*N THEN SIGMASA=FE*2/3:GOTO 1370
1340 SIGMASA=150*N
1370 IF(N>0 AND E>H/6) THEN 1510
```

```
1390 IF(N<0 AND ABS(E)<(H/2-C)) THEN 1470
1400 PRINT "section entierement comprimee"
1410 BH=B*H+15*(AC+AS):W=B*H^2/2+15*AC*C+15*AS*D:V1=W/BH
1420 I1=B*H^3/12+B*H*(V1-H/2)^2+15*AC*(V1-C)^2+15*AS*(D-V1)^2
1430 MH=NS*E
1440 SIGMAB=NS/BH+MH*V1/I1
1450 SIGMAC=15*(NS/BH+MH*(V1-C)/I1)
1460 SIGMA=15*(NS/BH-MH*(D-V1)/I1):GOTO 1665
1470 PRINT "section entierement tendu "
1480 SIGMAC =NS*(H/2-C-E)/((D-C)*AC)
1490 SIGMA =NS*(1-(H/2-C-E))/((D-C)*AS)
1500 -1700
1510 PRINT "section partiellement comprimee "
1520 P=-3*(E-H/2)^2+90*AC*(E-H/2+C)/B+90*AS*(E-H/2+D)/B
1530 Q=2*(E-H/2)^3-90*AC*(E-H/2+C)^2/B-90*AS*(E-H/2+D)^2/B
1540 REM * position de l'axe neutre *
1570 EE=ABS((Q/2)^2+(P/3)^3)
1571 EE=SQR(EE)
1572 IF (-Q/2+EE)<0 GOTO 1575
1573  E1=EXP(.333*LN(-Q/2+EE))-EXP(.333*LN(Q/2+EE))
1574 GOTO 1576
1575 E1=-EXP(.333*LN(Q/2-EE))+EXP(.333*LN(Q/2+EE))
1576 F=E1*E1*E1+P*E1+Q
1610 IF (ABS(E1)-E)>H/2 GOTO 1400
1620 Y=H/2+ABS(E1)-E
1630 S1=B*Y^2/2+15*AC*(Y-C)-15*AS*(D-Y)
1640 SIGMAB=NS*(H/2+ABS(E1)-E)/S1
1650 SIGMAC=15*NS*(H/2+ABS(E1)-E-C)/S1
1660 SIGMA=15*NS*(D-H/2-ABS(E1)+E)/S1
1665 GOTO 1670
1670 PRINT "sigmab=";SIGMAB
1680 PRINT "sigmac=";SIGMAC
1690 PRINT "sigma=";SIGMA
1692 PRINT "f=";F
1695 PRINT "e1=";E1
1700 PRINT "voulez vous refaire (o/n)";R$
1710 IF R$="N" GOTO 1730
1711 INPUT "mser,nser";MS;NS
1720 GOTO 1220
1730 END
1390 IF(N<0 AND ABS(E)<(H/2-C)) THEN 1470
1400 PRINT "section entierement comprimee"
1410 BH=B*H+15*(AC+AS):W=B*H^2/2+15*AC*C+15*AS*D:V1=W/BH
1420 I1=B*H^3/12+B*H*(V1-H/2)^2+15*AC*(V1-C)^2+15*AS*(D-V1)^2
1430 MH=NS*E
1440 SIGMAB=NS/BH+MH*V1/I1
1450 SIGMAC=15*(NS/BH+MH*(V1-C)/I1)
1460 SIGMA=15*(NS/BH-MH*(D-V1)/I1):GOTO 1665
1470 PRINT "section entierement tendu "
1480 SIGMAC =NS*(H/2-C-E)/((D-C)*AC)
1490 SIGMA =NS*(1-(H/2-C-E))/((D-C)*AS)
1500 -1700
1510 PRINT "section partiellement comprimee "
1520 P=-3*(E-H/2)^2+90*AC*(E-H/2+C)/B+90*AS*(E-H/2+D)/B
1530 Q=2*(E-H/2)^3-90*AC*(E-H/2+C)^2/B-90*AS*(E-H/2+D)^2/B
1540 REM * position de l'axe neutre *
1570 EE=ABS((Q/2)^2+(P/3)^3)
1571 EE=SQR(EE)
1572 IF (-Q/2+EE)<0 GOTO 1575
1573  E1=EXP(.333*LN(-Q/2+EE))-EXP(.333*LN(Q/2+EE))
1574 GOTO 1576
1575 E1=-EXP(.333*LN(Q/2-EE))+EXP(.333*LN(Q/2+EE))
1576 F=E1*E1*E1+P*E1+Q
1610 IF (ABS(E1)-E)>H/2 GOTO 1400
```

```
1620 Y=H/2+ABS(E1)-E
1630 S1=B*Y^2/2+15*AC*(Y-C)-15*AS*(D-Y)
1640 SIGMAB=NS*(H/2+ABS(E1)-E)/S1
1650 SIGMAC=15*NS*(H/2+ABS(E1)-E-C)/S1
1660 SIGMA=15*NS*(D-H/2-ABS(E1)+E)/S1
1665 GOTO 1670
1670 PRINT "sigmab=";SIGMAB
1680 PRINT "sigmac=";SIGMAC
1690 PRINT "sigma=";SIGMA
1692 PRINT "f=";F
1695 PRINT "e1=";E1
1700 PRINT "voulez vous refaire (o/n)";R$
1710 IF R$="N" GOTO 1730
1711 INPUT "mser,nser";MS;NS
1720 GOTO 1220
1730 END
1710 IF R$="N" GOTO 1730
1711 INPUT "mser,nser";MS;NS
1720 GOTO 1220
1730 END
```