

وزارة التعليم و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

المفسسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

ETUDE D'UN BATIMENT R + 6

A USAGE D'HABITATION

R.D.C. commercial

PORTIQUES AUTOSTABLES

6 PLANCHES

Proposé par :

C. P. V. A.

Etudié par :

M. B. REZZOUG
M. M. OULD SLIMANE

Dirigé par :

Mme GUIGOVA

Promotion : Juin 88

وزارة التعليم و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

ETUDE D'UN BATIMENT R + 6
A USAGE D'HABITATION
R.D.C. commercial
PORTIQUES AUTOSTABLES

Proposé par :
C. P. V. A.

Etudié par :
M. B. REZZOUG
M. M. OULD SLIMANE

Dirigé par :
Mme GUIGOVA

Promotion : Juin 88

Département: GENIE... CIVIL...

Auteur: M^{me}... GUI. GONA...

Ingénieur: REZZOUG... Badredine
OULD SLIMANE Mustapha

مصاحفة

موجه

تسمية مهندس

- النوع: حساب العناصر المقاومة للعمارة ذات سبعة طوابق
- الملخص: هذا المشروع يخص حساب العناصر المقاومة للعمارة موجهة للإسكان العمومي ومحل تجاري، هذه العمارة سوف تبني في نواحي الجزائر
مدطقة متوسطة الزلازل، حساب هذه العناصر يكون طبقاً للقوانين
الجزائرية ضد الزلازل

Sujet: Calcul d'un bâtiment en portiques autostables.....

Résumé: Ce projet consiste à calculer les éléments résistants d'un bâtiment à usage d'habitation en portiques.

Ce bâtiment sera implanté dans la région d'Alger, zone de moyenne sismicité (zone II)

les calculs ont été faits suivant les règles parasismiques Algériennes (RPA 81)

Subject:

Abstract: This projet consist of designing a building of habitation use (7 levels) in porch

this building is located in Algiers which is a medium seismicity zone - the computation were done in accordance with the Algerian seisme (RPA 81)

REMERCIEMENT

- Nous tenons à remercier.
- notre promotrice M^{me} GUIGONA et lui exprimons notre reconnaissance pour nous avoir encadrés
 - tous les enseignants qui ont contribué à notre formation dont on garde une immense reconnaissance.
 - tous les amis qui nous ont aidés en particulier M^r BOUDJELIDA
 - tous les ingénieurs de l'entreprise CPVA pour leurs conseils pratiques.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mon père

A ma mère

A mes frères et sœurs.

A tous les membres de ma famille.



Mustaphy O.S

Table des matières.

Chapitre 1 :

- Présentation de l'ouvrage - - - - -	1
- caractéristiques mécaniques des matériaux - - - - -	2
- Descente de charges - - - - -	4
- Prédimensionnement - - - - -	4

Chapitre 2 :

Calcul des éléments - - - - -	
- Arcs et arcs - - - - -	6
- Escaliers - - - - -	8
- Planchers - - - - -	15

Chapitre 3 :

calcul des rigidités - - - - -	24
--------------------------------	----

Chapitre 4 :

Etude au séisme - - - - -	29
---------------------------	----

Chapitre 5 :

Etude des pontiques - - - - -	41
- sous les charges horizontales - - - - -	
- sous les charges verticales - - - - -	64

Chapitre 7 :

Ferraillage des pontiques - - - - -	101
- Ferraillage des poutres - - - - -	
- Ferraillage des poteaux - - - - -	116

Chapitre 8 :

calcul des Fondations - - - - -	122
---------------------------------	-----

Chapitre 9 :

calcul des longrines - - - - -	127
--------------------------------	-----

Chapitre 6 :

Superposition des sollicitations - - - - -	84
--	----

INTRODUCTION

Présentation de l'ouvrage.

Nous nous appretions dans ce projet à faire l'étude des éléments résistants d'un bâtiment R+6 à usage d'habitation dont le R.D.C est consacré pour le commerce.

Structure :

Notre ouvrage est contreventé par des portiques autostables dans les 2 sens. Il comprend une cage d'escalier.

Les matériaux entrant dans la construction seront conformes aux règles techniques de conception et à tous les règlements en vigueur en Algérie.

Dimensions :

Sens longitudinal	$L = 22,80$
" transversal	$l = 14,75 \text{ m.}$
Hauteur totale	$22,87 \text{ m.}$
Hauteur d'étage	$h = 3,06 \text{ m}$ étage courant
	$H = 3,34 \text{ m}$ R.D.C.

Planchers :

Les planchers des étages courants sont réalisés en corps creux avec une dalle de compression de 4 cm d'épaisseur. Le plancher de R.D.C. à usage commercial sera réalisé en dalle pleine de 16 cm d'épaisseur.

Escaliers :

Cage d'escalier qui monte du R.D.C jusqu'au 6^e étage. Les escaliers seront coulés sur place, ils seront formés de deux paillasse juxtaposées.

Contraintes du sol :

La contrainte du sol (admissible) a été évaluée à 1,64 bars à une profondeur de 2 m.

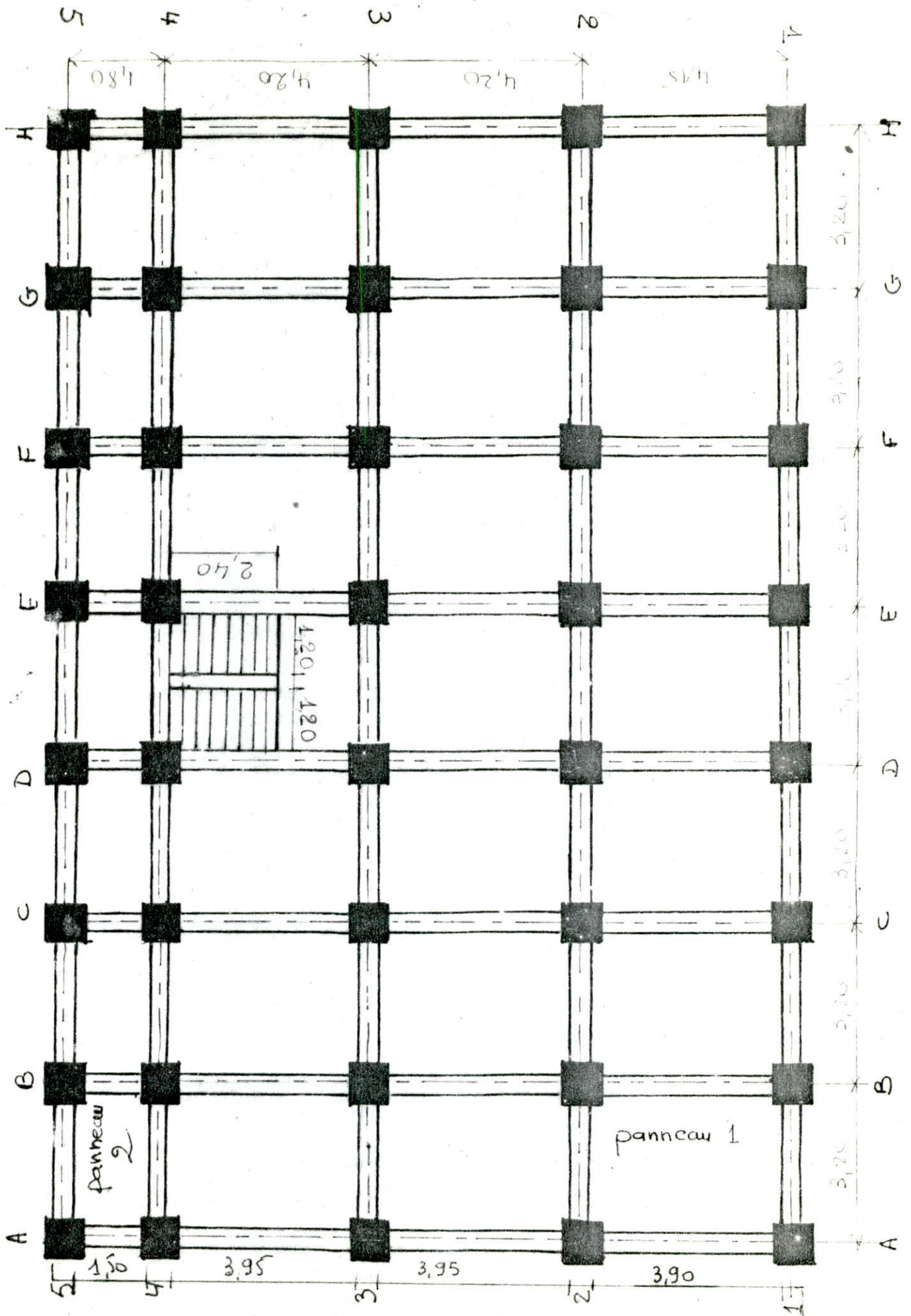
Maçonnerie :

Les murs extérieurs seront à double cloison d'épaisseur de 15 cm avec un vide d'air de 5 cm. Les murs intérieurs seront des cloisons en briques creuses de 10 cm.

Revêtement :

Carrelage pour les salles.
Céramique pour les salles d'eau.
Plâtre pour les plafonds et les murs.

PLAN D'ETAGE



Contraintes admissibles.

I Béton :

béton dosé à 350 kg de CPA 325 avec un contrôle atténué
Résistance nominale à la compression à 28 jours $\sigma'_n = \sigma'_{28} = 270 \text{ b}$
" " " " " " " " $\sigma_{28} = \sigma_n = 7 \text{ b}$
" " " " " " " " $0,06 \sigma'_n = 23,2 \text{ b}$

1. Contraintes de compression admissible :

$$\sigma_b = \rho'_b \sigma'_{28} \quad \text{avec} \quad \rho'_b = \alpha \beta \gamma \delta \epsilon$$

- béton dosé en ciment CPA 325

- contrôle atténué

$$- e_{\min}/4D \geq 1$$

- $\delta = 0,3$ compression simple.

- $\delta = 0,6$ flexion simple ou composée avec un effort normal de traction N.

- $\delta = 0,3(1 + \frac{e_0}{3e_1})$ en flexion composée avec un effort normal N de traction

* e_0 = excentricité de la force extérieure -

* $e_1 = h/6$ pour une section rectangulaire -

- $\epsilon = 1$ pour la forme de la section en compression simple -

- $\epsilon < 1$ pour une autre forme de section.

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 5/6$$

$$\gamma = 1$$

$$\sigma_{b0} = 68,5 \text{ Kg/cm}^2$$

2. Contraintes admissibles de traction :

$$\sigma_b = \rho_b \sigma_{28}$$

$$* \rho_b = \alpha \beta \gamma \theta$$

$$* \theta = 0,018 + \frac{2,1}{\sigma'_{28}} = 0,0258$$

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

II Aciers :

- Aciers doux Fe E 24 $\rightarrow \bar{\sigma}_a = 1600 \text{ Kg/cm}^2$

- Aciers haute adhérence Fe E 40 $\rightarrow \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ Kg/cm}^2$ ($\phi \leq 20$)

- Treillis soudés $\phi \leq 6 \text{ mm}$ $\bar{\sigma}_a = 3533 \text{ Kg/cm}^2$

Contrainte de traction imposées par les conditions de fissuration du béton :

$$\bar{\sigma}_a = \min \left\{ \begin{array}{l} 2/3 \bar{\sigma}_a \\ \max(\sigma_1, \sigma_2) \end{array} \right.$$

$$\sigma_1 = \frac{K_n \bar{\omega}_p}{\phi (1 + 10 \bar{\omega}_p)}$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K_n \bar{\omega}_p}{\phi}}$$

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

$$\eta = 1,6$$

$$\eta = 1$$

$\bar{\omega}_p = \frac{A}{B_p}$ pourcentage de fissuration.

A = section d'aciers de traction.

B_p = " du béton susceptible d'être fissuré.

ϕ : plus grand diamètre des barres d'acier.

N.B : Pour les sollicitations du 2^{es} genre. Les contraintes admissibles seront obtenues en majorant celles du 1^{er} genre de 50%

Descente de charges

- Plancher terrasse non accessible:

a) Charges permanentes:

- Protection gravillons (3 cm) -----	51 kg/m ²
- Étanchéité multicouche -----	12 "
- Forme de pente 1,5 % -----	300 "
- Liège + polyané -----	10 "
- dalle de compression + hourdis (16+4) -----	260 "
- Enduit plâtre (2 cm) -----	28 "
	661 "

b) Surcharges:

$$S = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$G + 1,2 S = 0,781 \text{ t/m}^2$$

- Plancher étage courant (Habitation):

a) Charges permanentes:

- carrelage (2 cm) -----	0,02 x 2200 = 44 kg
- Mortier de pose (2 cm) -----	0,02 x 2000 = 40 "
- Sable (2 cm) -----	0,02 x 1700 = 34 "
- dalle de compression + hourdis (16+4) -----	260 "
- cloisons -----	75 "
- Enduit plâtre (2 cm) -----	28 "
	481 "

b) Surcharges:

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

$$G + 1,2 S = 0,691 \text{ t/m}^2$$

- Plancher R.D.C (commercial):

a) Charges permanentes:

- carrelage (2 cm) -----	44 kg/m ²
- mortier de pose (2 cm) -----	40 "
- Sable (2 cm) -----	34 "
- dalle pleine (16 cm) -----	400 "
- Enduit plâtre -----	28 "
- cloisons -----	75 "
	621 "

b) Surcharges:

$$S = 400 \text{ kg/m}^2$$

$$G + 1,2 S = 1,101 \text{ t/m}^2$$

- Escaliers:

Volée:

a) Charges permanentes:

- poids propre -----	2500 e/cascl. kg/m ²
- " des marches -----	200 h/2 "
- garde corps (acier) -----	50 "
- Revêtement -----	80 "

b) Surcharges:

$$S = 400 \text{ kg/m}^2$$

Paliers:

a) Charges permanentes =

- dalle pleine (16 cm)	-----	500 kg/m ²
- Revêtement	-----	84 "

584 "

b) Surcharges :

$$S = 400 \text{ kg/m}^2$$

$$G + 1,2 S = 1,064 \text{ t/m}^2$$

LOGGIAS

a) Charges permanentes =

- chappe (4 cm)	-----	$0,04 \times 2200 = 88 \text{ kg/m}^2$
- dalle pleine (16 cm)	-----	400 "
- garde corps en maçonnerie	-----	210 "

698 kg/m²

b) Surcharges :

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

$$G + 1,2 S = 1,148 \text{ t/m}^2$$

Remplissage:

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

- brique creuse de 15 cm	-----	157 kg/m ²
- " " " 5 cm	-----	68 "
- Enduit en ciment (1 cm)	-----	$0,01 \times 1800 = 18 \text{ "}$
- " " plâtre (2 cm)	-----	$0,02 \times 1000 = 20 \text{ "}$

$$q = 253 \text{ Kg/m}^2$$

PREDIMENSIONNEMENT

I POUTRES:

Les poutres seront prédimensionnées d'après les limites de déformation imposées par "Pierre CHARON" et vérifiées aux prescriptions visées par le RPA 81 Article 4.2.1.2

Règles PIERRE CHARON:

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

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

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

$$L = 4,20 \text{ m.}$$

$$- \frac{4,20}{15} \leq h_t \leq \frac{4,20}{10} \longrightarrow 0,28 \leq h_t \leq 0,42 \longrightarrow h_t = 40 \text{ cm}$$

$$- 0,3 \times 40 \leq b \leq 0,7 \times 40 \longrightarrow 12 \text{ cm} \leq b \leq 28 \text{ cm.} \longrightarrow b = 25 \text{ cm}$$

On choisira pour les poutres porteuses (sens transversal)

$$b \times h_t = 25 \times 40$$

et pour les poutres non porteuses (sens longitudinal)

$$b \times h_t = 25 \times 35$$

Prescriptions C.T.C.:

les dimensions des poutres doivent respecter les conditions:

$$- b \geq 20 \text{ cm. en zone I et II (vérifiée)}$$

$$- h \geq 30 \text{ cm (")}$$

$$- h_t/b \leq 3,0 \quad 40/25 = 1,6 \quad (")$$

$$- b_{\max} \leq 1,5 h + b_1 \quad (b_1 \text{ largeur du poteau}) \quad (\text{vérifiée})$$

II POTEAUX:

les poteaux seront prédimensionnés suivant la relation donnée par le complément aux règles parasismiques:

$$A \geq \frac{KN}{\sigma_{28}}$$

K: coef^t dépendant de la zone K=4 zone III
 N: effort normal donné par la descente de charges
 σ_{28} : contrainte nominale du béton à 28 j

N: effort Normal

le cumul des efforts exercés sur chaque niveau et calculés à la base de la structure (poteau le plus sollicité):

Sous le niveau Terrasse:

- poutre transversale: $b_t \times b \times l_y \times 2,5 = 0,40 \times 0,25 \times 4,20 \times 2,5 = 1,05t$
- " longitudinale: $b_p \times b \times l_x \times 2,5 = 0,35 \times 0,25 \times 3,20 \times 2,5 = 0,7t$
- dalle $l_x \times l_y \times SP_1 = 3,20 \times 4,20 \times 0,781 = 10,5t$

10,5t

12,25t

Sous le niveau Habitation:

- poutre transversale: 1,05t
- " longitudinale: 0,7t
- dalle: $l_x \times l_y \times SP_1 = 3,2 \times 4,2 \times 0,691 = 9,287t$
- poteau: $2,5 H_1 \times a \times b = 3,06 \times 0,50 \times 0,40 \times 2,5 = 1,071t$

9,287t

10,71t

12,108t

Sous le niveau 1:

$$12,108 \times 6 + 3,34 \times 0,50 \times 0,40 \times 2,5 = 86,067t$$

$$N = 88t$$

Après avoir fait la descente de charge au niveau du poteau cité plus haut avec une section du plancher revenant au poteau:

$$S_e = 4,20 \times 3,20 = 13,44 m^2$$

section initiale du poteau: 40x50. on a obtenu un effort normal

N = 88t. au niveau le plus bas de notre structure.

$$A \geq \frac{4 \times 88}{270} 10^3 = 1304 cm^2$$

la section choisie A = 50x40. = 2000 cm²

Vérifications des Prescriptions du CTC (Article 4.2.1.1)

- Min(b, h) ≥ 25 cm. en zone I et II (vérifiée)

- $\frac{1}{3} \leq b/h \leq 3$ $0,3 \leq \frac{40}{50} \leq 3$. (")

- Min(b, h) ≥ h/20 = 25 (")

On choisira pour toute la structure des poteaux ayant une section A = 40x50 pour les niveaux

CALCUL DES
ELEMENTS

Calcul de l'acrotère

On assimile l'acrotère à une console encastrée au niveau du plancher terrasse. la charge S représente la pression d'une main courante appliquée à l'extrémité de la console.

$$G = 0,15 \times 0,60 \times 2500 = 225 \text{ Kg/ml.}$$

$$P = 1,2 S = 120 \text{ Kg/ml.}$$

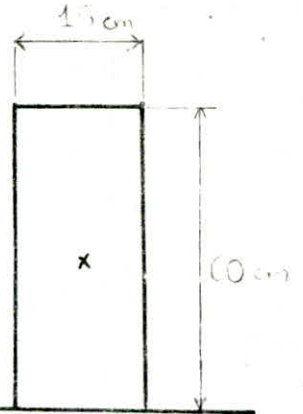
la section la plus sollicitée est celle de l'encastrement

le moment de P par rapport à l'encastrement

$$M_e = P \times h = 1,2 S h = 120 \times 0,6 = 72 \text{ Kg.m/ml}$$

la section avec un moment d'encastrement

M_e et un effort Normal $G = N$ sera calculée en flexion composée



FERRAILLAGE :

$$e_0 = \frac{M_e}{N} = \frac{7200}{225} = 32 \text{ cm} > \frac{h_t}{2} = 7,5 \text{ cm}$$

$$\bar{\sigma}'_b = 2 \bar{\sigma}'_{b0} = 137 \text{ Kg/cm}^2$$

$$e_1 = \frac{h_t}{6} = 2,5 \text{ cm} < e_0 \quad \text{section partiellement comprimée}$$

Calcul du moment résistant du béton :

$$\begin{aligned} M_{nb} &= \bar{K} b h^2 \\ &= 24,74 \times 100 \times 13^2 \\ &= 4,181 \text{ t.m/ml.} \end{aligned}$$

$$\bar{K} = \frac{1}{2} \bar{\sigma}'_b \bar{\alpha} \bar{\gamma} = \frac{137}{2} \times 0,42 \times 0,86 = 24,74 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_a}{m \bar{\sigma}'_b}} = 0,42 \quad \bar{\gamma} = 1 - \frac{\bar{\alpha}}{3} = 0,86$$

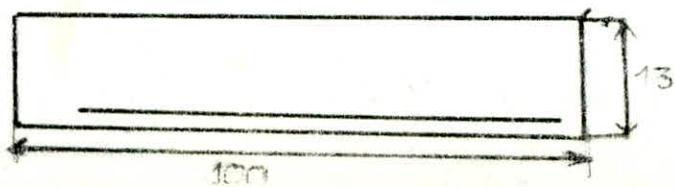
$$h = h_t - 2 \times 13 \text{ cm}$$

Moment fictif M_A / aux aciers tendus :

$$M_A = N e_a = N \left(e_0 + \frac{h_t}{2} - d \right) = 225 \left(0,32 + \frac{0,15}{2} - 0,02 \right) = 84,375 \frac{\text{Kg.m}}{\text{ml}}$$

$M_A < M_{nb}$ $A' = 0$ les armatures comprimées ne sont pas nécessaires.

$$A_{\text{fict}} = \frac{M_A}{\bar{\gamma} h \bar{\sigma}_a} = \frac{84,375 \cdot 10^2}{0,86 \times 13 \times 2800} = 0,27 \text{ cm}^2$$



la section étant faible, on prend des armatures minimales par la condition de non fragilité.

Condition de non fragilité:

$$A_{\min} = 0,69 bh \frac{\overline{\sigma}_b}{\overline{\sigma}_{en}} = 0,69 \times 100 \times 13 \times \frac{5,8}{4120} = 1,26 \text{ cm}^2$$

choix des armatures 5 T 6/ml = 1,41 cm²/ml. t = 20 cm.

Condition de non fissuration:

$$\overline{\omega}_p = \frac{A}{B_p} = \frac{A}{2bd} = \frac{1,41}{2 \times 100 \times 2} = 0,0035.$$

$$\sigma_1 = \frac{k\eta}{\phi} \frac{\overline{\omega}_p}{1 + 10 \overline{\omega}_p} = 1352 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{k\eta}{\phi} \overline{\sigma}_b} = 3660 \text{ Kg/cm}^2$$

max (σ_1, σ_2) > $\overline{\sigma}_a$ pas de fissuration

Vérification au cisaillement =

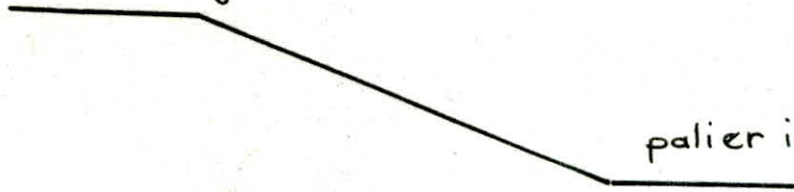
$$A \overline{\sigma}_a \geq T - \frac{M_p}{z} \quad \text{vérifiée.}$$

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

$$T - \frac{M}{z} = 120 - \frac{84,375}{0,86 \times 13} 10^2 < 0$$

Calcul des escaliers

palier d'étage



palier intermédiaire

Caractéristiques des escaliers :

hauteur de la marche h : $h = \frac{153}{9} = 17 \text{ cm}$

longueur de la marche g : $g = \frac{240}{8} = 30 \text{ cm}$

Vérification de la relation de BLONDELL :

$$0,59 \leq g + 2h \leq 0,66$$

$$0,59 \leq 0,30 + 0,34 \leq 0,66 \quad \text{vérifiée donc} \quad h = 17 \text{ cm} \quad g = 30 \text{ cm}$$

Epaisseur de la paillasse e :

$$l/30 \leq e \leq l/20$$

$$l = 240 / \cos \alpha = 240 / 0,843 = 285$$

$$2,85/30 \leq e \leq 2,85/20 \quad e = 12 \text{ cm}$$

Charges et surcharges :

Volée :

Charge permanente et surcharges pondérées :

$$q = 1,22 \text{ t/m}^2 \times 1 \text{ m} = 1,22 \text{ t/ml}$$

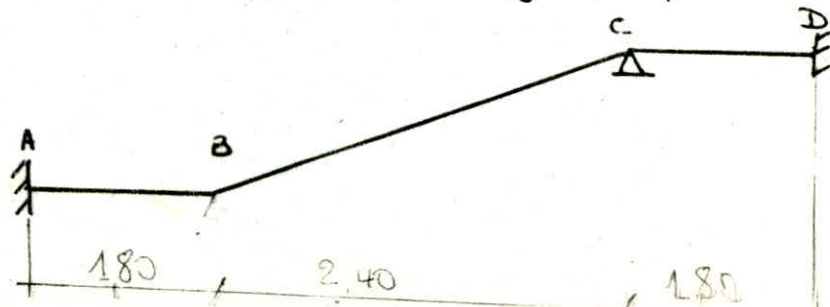
palier :

$$q = G + 1,2 S = 1,064 \text{ t/ml}$$

Calcul de la paillasse :

Aux extrémités nous avons des demi-encastres et à 1,80 m de l'extrémité droite, on a un appui simple engendré par la poutre palier.

Réactions d'appuis :



$$R_A + R_B = 1,064 \times 1,8 = 1,915 \text{ t}$$

$$\sum M/A = 0 \Rightarrow R_B = 1,13 \text{ t}$$

$$\text{et } R_A = 0,79 \text{ t}$$

$$T_{\max} = 1,13 \text{ t}$$

$$\text{entre A et B } M_0 = q_1 l^2 / 8 = 0,431 \text{ t.m}$$

$$\text{entre B et C } M_0 = q_2 l^2 / 8 = 0,878 \text{ t.m}$$

Moments hyperstatiques:

$$\text{A l'appui B: } M_a = 0,5 M_0 = 0,439 \text{ t.m}$$

$$\text{En travée: } M_t = 0,85 M_0 = 0,747 \text{ t.m}$$

Armatures longitudinales:

$$\text{- Aux appuis: } M_{rb} = k b h^2$$

$$b = 100 \text{ cm}, h = 12 \text{ cm (d=2 cm)}$$

$$d = 0,423, \gamma = 0,859, k = 24,9$$

$$M_{rb} = 3,58 \text{ t.m.} \rightarrow M_a = 0,439 \text{ t.m} \Rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M_a}{\sigma_a} = 1,49 \text{ cm}^2 \Rightarrow A = 4 \phi 10 / \text{ml} = 3,14 \text{ cm}^2 \text{ avec } t = 25 \text{ cm}$$

- Armatures de répartition:

$$A_r \geq A/4 = 0,785 \text{ cm}^2 / \text{ml} \rightarrow 4 \phi 6 / \text{ml} = 1,14 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

$$\text{- En travée: } M_t = 0,747 \text{ t.m}$$

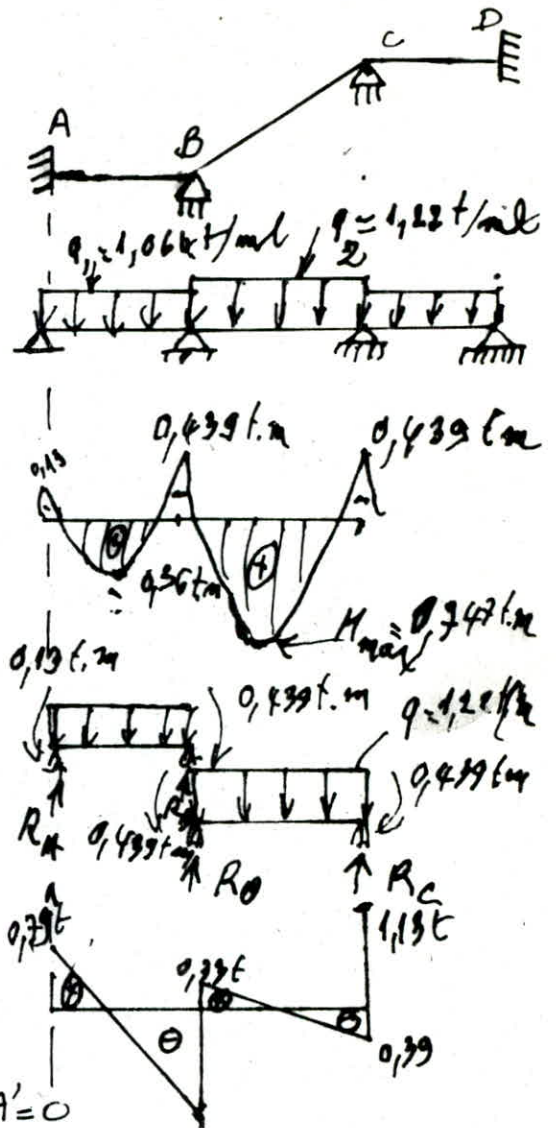
$$\mu = \frac{15 M}{\sigma_a b h^2} = 0,0486 \rightarrow \begin{cases} k = 39 \\ E = 0,9074 \end{cases}$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_a}{k} = 71,79 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_b' \rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M_t}{E \sigma_a h} = 4,29 \text{ cm}^2 \rightarrow A = 7 \phi 10 / \text{ml} = 5,49 \text{ cm}^2 / \text{ml} \text{ avec } t = 12 \text{ cm}$$

- Armatures de répartition

$$A_r \geq \frac{A}{4} = 1,33 \text{ cm}^2 \text{ soit } 8 \phi 6 / \text{ml} = 2,26 \text{ cm}^2 / \text{ml} \text{ avec } t = 12 \text{ cm}$$



Verifications:

1. Contraintes:

$$\begin{aligned} \text{- En appuis: } \bar{\omega} &= \frac{100A}{bh} = \frac{3,14}{12} = 0,2617 \rightarrow \begin{cases} K=46,6 \\ \varepsilon=0,9188 \end{cases} \\ \sigma_a &= \frac{M_t}{A \varepsilon h} = \frac{43900}{3,14 \times 0,9188 \times 12} = 1268,04 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a \\ \sigma'_b &= \frac{\sigma_a}{K} = 47,61 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \end{aligned}$$

$$\text{En travée: } \bar{\omega} = \frac{100A}{bh} = \frac{5,49}{12} = 0,4575 \rightarrow \begin{cases} K=33,7 \\ \varepsilon=0,8973 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_a &= \frac{M_t}{A \varepsilon h} = \frac{747 \cdot 10^2}{5,49 \cdot 0,8973 \cdot 12} = 1203,66 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a \\ \sigma'_b &= \frac{\sigma_a}{K} = 83,09 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \end{aligned}$$

Condition de non fragilité:

$$A_{\min} = 0,69 b h \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{en}} = 0,69 \cdot 10^2 \times 12 \times \frac{5,9}{4200} = 1,16 \text{ cm}^2 < \min(A_a, A_t)$$

Condition de non fissuration:

En travée:

$$\frac{\bar{\omega}_p}{\beta_g} = \frac{A}{2 \times 2 \times 100} = \frac{5,49}{400} = 0,013725$$

$$\sigma_1 = \frac{k_m}{\sigma} \frac{\bar{\omega}_p}{1 + 10 \bar{\omega}_p} = 2896,46 \text{ Kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{k_m}{\sigma} \bar{\sigma}_b} = 2855,9 \text{ Kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

Condition aux appuis: $A_a \bar{\sigma}_a \geq T + M/z$

$$T = 1,13 \text{ t}$$

$$T + M/z = -3,657 < 0$$

$$M_a = 0,439 \text{ t.m}$$

$$z = \frac{7}{8} h = 10,5 \text{ cm}$$

les armatures inférieures au niveau des appuis ne sont soumises à aucun effort de traction.

Armatures transversales:

contrainte de cisaillement: $\tau_b = T_{\max} / b z$

$$\tau_b = \frac{1,13 \cdot 10^3}{100 \times 10,5} = 1,076 \text{ Kg/cm}^2 < 3,5 \bar{\sigma}_b$$

donc les armatures ne sont pas nécessaires:

Vérification de la Flèche: $A \leq b h \frac{43}{\sigma_{en}} = 12 \times 10^2 \times \frac{43}{4200} = 122,8 \text{ cm}^2$

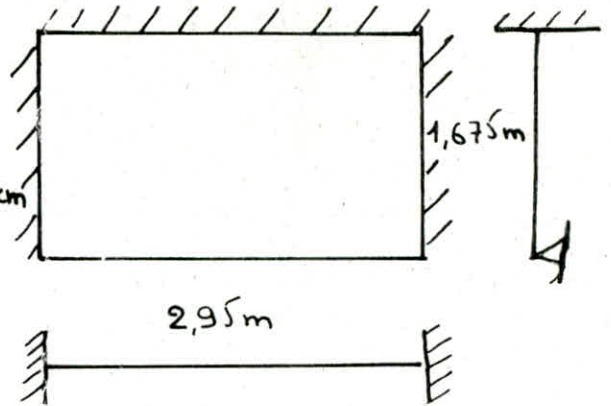
$$A = 5,49 \text{ cm}^2 < 122,8 \text{ cm}^2 \quad (\text{voir PIERRE CHARON p 360})$$

Calcul du palier d'étage:

$a = 1,675$
 $b = 2,95m$ } $\rightarrow \rho = a/b = 0,57 = 96$

$qa^2 = 1,008 \times (1,675)^2 = 2,828$
 $qb^2 = 1,008 \times (2,95)^2 = 8,772 t.m$

$\frac{qa^4}{Eh^3} = \frac{2,828 \times 10^5 \times (1,675 \times 10^2)^2}{3,12 \times 10^5 \times (12)^3} = 14,7cm$



	w_s	w_{bs}	M_{x_s}	$M_{x_{us}}$	M_{y_s}	$M_{y_{as}}$	$M_{y_{us}}$	$M_{y_{ua}}$
	0,103	0,198	0,019	-0,148	0,018	0,033	-0,042	-0,080
F. m.	$\frac{qa^4}{Eh^3}$	$\frac{qb^4}{Eh^3}$	qa^2	qa^2	qb^2	qb^2	qb^2	qb^2
Moments	$1,5 \times 10^{-2}$	$2,91 \times 10^{-2}$	0,054	-0,419	0,158	0,290	-0,368	-0,702

Moment max en travée: $M_{max} = 0,158 t.m$ pour une bande de 1 m

$\mu = \frac{15 M}{\sigma_a b h^2} = 0,0059 \rightarrow \begin{cases} K = 128 \\ \epsilon = 0,9650 \end{cases}$

$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{K} = 21,875 kg/cm^2 < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$

$A = \frac{M}{\sigma_a \epsilon h} = 0,49 cm^2 \Rightarrow 4T8 = 2,01 cm^2/ml$ avec $t = 24c$

Moment max. aux appuis: $M_{max} = 0,702 t.m$ pour une bande de 1 m

$\mu = \frac{15 \times 0,702 \times 10^5}{28 \times 10^2 \times 10 \times (12)^2} = 0,02612 \rightarrow \begin{cases} K = 56,2 \\ \epsilon = 0,9298 \end{cases}$

$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{K} = 49,83 kg/cm^2 < \bar{\sigma}'_b \Rightarrow A' = 0$

$A = \frac{M}{\sigma_a \epsilon h} = 2,28 cm^2 \Rightarrow 5T8 = 2,51 cm^2$

Vérifications:

Contraintes:

$\bar{w} = \frac{100 A_r}{bh} = 0,1675 \rightarrow \begin{cases} K = 60 \\ \epsilon = 0,9334 \end{cases}$

$\sigma_a = \frac{M}{A \epsilon h} = 701,8 kg/cm^2 < \bar{\sigma}_a$

$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{K} = 11,7 kg/cm^2 < \bar{\sigma}'_b$

$$\bar{w} = \frac{100 A_p}{bh} = 0,2092 \rightarrow \begin{cases} K = 53 \\ \varepsilon = 0,9263. \end{cases}$$

$$\sigma_a = \frac{M_{ap}}{A_p E h} = 2516 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a$$

$$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{K} = 47,48 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

FLECHE : $\bar{f} = l/500 = 2,95/500 = 0,55 \text{ cm.}$

$$f = 0,29 \text{ cm (tables de Bous)} < \bar{f}$$

Condition de non fragilité :

$$A_{min} = 0,69 bh \cdot \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_{en}} \times 1,6 = 1,86 \text{ cm}^2 < A_{ad} = 2,01 \text{ cm}^2$$

Condition de non fissuration :

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K_m}{8} \bar{\sigma}_b} = 3193 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

Vérification au cisaillement :

$$T = q l / 2 = 1,008 \times \frac{2,95}{2} = 1,487 \text{ t.}$$

$$\tau_b = T_{max} / b z = 2,417 \text{ kg/cm}^2 < 1,15 \bar{\tau}_b = 6,78 \text{ kg/cm}^2$$

les armatures transversales ne sont donc pas nécessaires.

Vérification aux appuis :

$$T + M/z < A \bar{\sigma}_a$$

$$T + M/z = 1,487 - \frac{0,702}{\frac{7}{8} \cdot 12 \cdot 10^{-2}} = 1,487 - 6,686 = -5,199 \text{ t} < 0$$

$$T + M/z < A \bar{\sigma}_a \quad \text{vérifiée.}$$

les armatures inférieures au niveau des appuis ne sont soumises à aucun effort de traction.

Calcul de la poutre palier:

Détermination de la hauteur utile h :

$$\frac{l}{15} \leq h_t \leq \frac{l}{10} \quad l = 320 \quad \frac{320}{15} \leq h_t \leq \frac{320}{10}$$
$$4,33 \leq h_t \leq 32.$$

$$h_t = 28 \text{ cm} \quad h = 25 \text{ cm.}$$

$$0,3 h_t \leq b \leq 0,7 h_t \quad 8,4 \leq b \leq 19,6 \Rightarrow b = 15 \text{ cm.}$$

la poutre palier sert d'appui au palier et encaisse les efforts tranchants dus à la volée.

$$b \times h = (15 \times 28) \text{ cm}^2$$

- Charges et surcharges:

$$\text{poids propre: } 2,5 \times 0,15 \times 0,28 = 0,105 \text{ t/ml}$$

$$\text{réaction du palier: } 2,35 \text{ t/ml}$$

$$\text{charge et surcharge du palier } 0,1596 \text{ t/ml} = 1,064 \times 0,15.$$

$$q = 2,615 \text{ t/ml.}$$

Schéma statique:

$$\text{Moment isostatique: } M_0 = q \frac{l^2}{8} = 3,35 \text{ t.m.}$$

Moments entravée et aux appuis:

En tenant compte du semi encastrement aux extrémités on a:

$$M_t = 0,85 M_0 = 2,8475 \text{ t.m.} \quad M_a = 0,3 M_0 = 1,005 \text{ t.m}$$

aux appuis:

$$M_{nb} = K b h^2 = 24,74 \times 15 \times 25^2 = 2,3194 \text{ t.m} > M_a$$

$$\mu = \frac{15 M_a}{\sigma_a b h^2} = \frac{15 \times 100500}{2800 \times 15 \times 25^2} = 0,05743. \quad \left\{ \begin{array}{l} K = 35,2 \\ \epsilon = 0,9004 \end{array} \right.$$

$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = 79,55 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b = 137 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{M_a}{\epsilon h \bar{\sigma}_a} = \frac{100500}{0,9004 \times 2800 \times 25} = 1,60 \text{ cm}^2 \quad A = 2712 = 2,26 \text{ cm}^2$$

Vérifications:

$$\text{contraintes: } \bar{\omega} = \frac{100A}{b h} = \frac{2,26 \cdot 10^2}{15 \times 25} = 0,6027 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K = 28,6 \\ \epsilon = 0,8853 \end{array} \right.$$

$$\bar{\sigma}_a = \frac{100500 \times}{2,26 \times 0,8853 \times 25} = 2009,22 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{K} = 97,90 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

En travée : $M_t = 284750 \text{ Kg}\cdot\text{m}$.

$$M_{nb} < M_t \rightarrow A' \neq 0$$

$$A' = \frac{\Delta M}{(h-d')\bar{\sigma}_a} = 2,46 \text{ cm}^2 \quad A' = 4T12 = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{M_{nb}}{\bar{\sigma}_a} + \frac{\Delta M}{(h-d')\bar{\sigma}_a} = 4,73 \text{ cm}^2 \quad A = 2T20 = 6,28 \text{ cm}^2$$

Condition de non fissuration :

travée : $\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K_n}{\phi} \bar{\sigma}_b} = 2840 \text{ Kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$

$$\sigma_1 = \frac{K_n}{\phi} \frac{\bar{\omega}_p}{1+10\bar{\omega}_p} = 4932 \text{ " } > \bar{\sigma}_a$$

appui $\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K_n}{\phi} \bar{\sigma}_b} = 2840 \text{ Kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$

Armatures transversales :

$$T = q \frac{l}{2} = 4,184 \text{ t}$$

$$\tau_d = \frac{T}{b_3} = \frac{4,184}{b_3} = 12,75 \text{ Kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 3,5 \bar{\sigma}_b = 24,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$t = \frac{A_t \bar{\sigma}_{at}}{T} = 1,13 \times \frac{7}{8} \frac{25 \times 1600}{4200} = 9,42 \text{ cm}$$

$$t < \bar{t} = h \left(1 - \frac{0,3 \tau_b}{\bar{\sigma}_b} \right) = 11,34 \text{ cm} \quad t = 10 \text{ cm}$$

$$\bar{\sigma}_{at} = \frac{2}{3} \times 2400 = 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

Les planchers des étages courants sont à corps creux.
 Le plancher à usage commercial en dalle pleine.
 le calcul de plancher se fera sous les sollicitations du 1^{er} genre
 G+1,2P.

Plancher dalle

Panneau 1 :

on choisira le panneau de dalle rectangulaire ayant les dimensions les plus grandes, les autres panneaux seront ferrailés identiquement. les dalles sont supposées simplement appuyées sur leurs côtés.

la liaison poutre-plancher est en fait un encastrement partiel. les moments en travées et sur appuis seront réduits conformément aux règles CCBA 68 (art 57.2)

dimensions du panneau :

$$l_y = 3,90 \text{ m.}$$

$$l_x = 2,85 \text{ m.}$$

$$\frac{l_x}{l_y} = \frac{2,85}{3,90} = 0,730$$

panneau appuyé sur 4 côtés.

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

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

$$T_x = q \frac{l_x}{2} \frac{1}{1 + \beta/2} = \frac{q l_x l_y}{2 l_y + l_x}$$

$$T_y = q \frac{l_x}{3}$$

$$j = 0,730 \quad \left\{ \begin{array}{l} \mu_x = 0,0692 \\ \mu_y = 0,586 \end{array} \right.$$

Evaluation des charges : $G = 0,621 \text{ t/m}^2$ $S = 0,400 \text{ t/m}^2$
 $G + 1,2S = 1,101 \text{ t/m}^2$

$$M_{0x} = 0,0692 \times 1,101 \times (2,85)^2 = 0,619 \text{ t.m}$$

$$M_{0y} = 0,363 \text{ t.m}$$

$$T_x = 1,101 \times \frac{2,85 \times 3,90}{2 \times 3,90 + 2,85} = 1,149 \text{ t.}$$

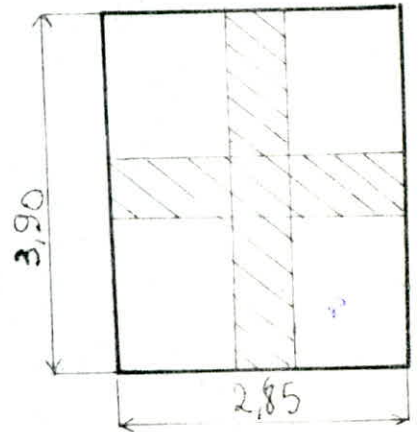
$$T_y = q \frac{l_x}{3} = \frac{1,101 \times 2,85}{3} = 1,045 \text{ t.}$$

on applique la 3^e méthode forfaitaire.

Répartition des moments hyperstatiques :

En travée : $M_{xt} = M_{yt} = 0,85 M_{x0} = 0,526 \text{ t.m}$

En appui : $M_{xa} = M_{ya} = 0,50 M_{y0} = 0,181 \text{ t.m}$



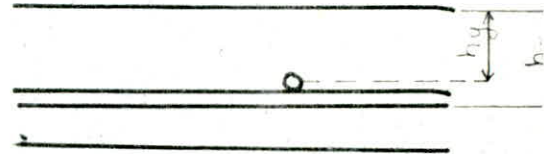
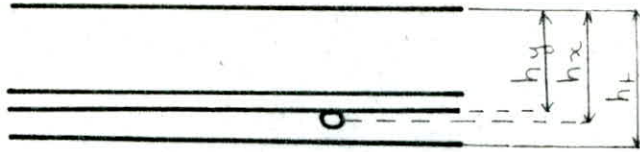
Détermination des armatures:

$$h_f = 20 \text{ cm.}$$

$$\varnothing \leq \frac{h_f}{10} = \frac{20}{10} = 2 \text{ cm} = 20 \text{ mm.}$$

choix des armatures : T 8.

Hauteurs utiles:



On prendra une bande de 1m, dont la section à calculer sera

$$b \times h_f = 100 \times 20$$

enrobage : 2 cm.

$$h_x = h_f - \frac{\varnothing}{2} - 2 = 20 - \frac{0,8}{2} - 2 = 17,6 \text{ cm.}$$

$$h_y = h_x - \varnothing = 16,8 \text{ cm.}$$

Calcul des armatures:

Suivant l_x - En travée :

$$M_{xt} = 0,526 \text{ t.m.}$$

$$h_x = 17,6 \text{ cm.}$$

$$\mu = \frac{15 M_{xt}}{\bar{\sigma}_a b h_x^2} = \frac{15 \times 0,526 \cdot 10^5}{2800 \times 100 (17,6)^2} = 0,00624 \quad \left. \begin{array}{l} K = 124 \\ \varepsilon = 0,964 \end{array} \right\}$$

$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{124} = 22,5 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b.$$

$$A = \frac{M_{xt}}{\bar{\sigma}_a \varepsilon h_x} = \frac{0,526 \cdot 10^5}{2800 \times 0,964 \times 17,6} = 1,10 \text{ cm}^2 \rightarrow 5T8 = 2,51 \text{ cm}^2$$

$t = 20 \text{ cm.}$

on prendra

Sur appuis : $M_{xa} = 0,212 \text{ t.m.}$

$$h_x = 17,6 \text{ cm.}$$

$$\mu = \frac{15 M_{xa}}{\bar{\sigma}_a b h_x^2} = \frac{15 \times 0,212 \cdot 10^5}{2800 \times 100 (17,6)^2} = 0,00366 \quad \left. \begin{array}{l} K = 166 \\ \varepsilon = 0,9724 \end{array} \right\}$$

$$\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} = \frac{2800}{166} = 16,87 < \bar{\sigma}'_b \quad \text{aciers comprimés} = 0$$

$$A = \frac{M_{xa}}{\bar{\sigma}_a \varepsilon h_x} = \frac{0,212 \cdot 10^5}{2800 \times 0,9724 \times 17,6} = 0,44 \text{ cm}^2 \rightarrow 3T8/ml = 1,50 \text{ cm}^2$$

$t = 33 \text{ cm.}$

Panneau 2:

$$P_x = 1,50$$

$$P_y = 2,90$$

$$\frac{P_x}{P_y} = \frac{1,50}{2,90} = 0,517 \rightarrow \begin{cases} \mu_x = 0,0947 \\ \mu_y = 0,347 \end{cases}$$

panneau appuyé sur 4 côtés:

$$M_{0x} = 0,0947 \times 0,756 \times (1,5)^2 = 0,161 \text{ t.m}$$

$$M_{0y} = 0,347 M_{0x} = 0,056 \text{ t.m}$$

calcul du ferrailage:En travées:

- sens P_x : $M_{xt} = 0,85 M_{0x} = 0,136 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{15 M_{xt}}{\bar{\sigma}_a b h_x^2} = \frac{15 \times 0,136 \cdot 10^5}{2800 \times 100 \times (17,6)^2} = 0,0023$$

$$\begin{cases} K = 210 \\ \varepsilon = 0,9778 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{210} = 13,33 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{M_{xt}}{\bar{\sigma}_a \varepsilon h_x} = \frac{0,136 \cdot 10^5}{2800 \times 0,9778 \times 17,6} = 0,28 \text{ cm}^2 \rightarrow 5T8 = 2,50 \text{ cm}^2 \quad t = 20 \text{ cm}$$

Sens P_y : $M_{yt} = 0,85 M_{0y} = 0,85 \times 0,056 = 0,0476 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{15 \times 0,047 \cdot 10^5}{2800 \times 100 \times (16,8)^2} = 0,00089 \rightarrow \begin{cases} K = 340 \\ \varepsilon = 0,9859 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{340} = 8,2 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b$$

$$A = \frac{0,047 \cdot 10^5}{2800 \times 16,8 \times 0,9859} = 0,10 \text{ cm}^2 \rightarrow 3T8/ml = 1,5 \text{ cm}^2 \quad t = 33 \text{ cm}$$

Sur appuis:

Sens P_x : $M_{xa} = 0,5 M_{0x} = 0,08 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{15 \times 0,08 \cdot 10^5}{2800 \times 100 \times (17,6)^2} = 0,0013 \rightarrow \begin{cases} K = 290 \\ \varepsilon = 0,9836 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{290} < \bar{\sigma}'_b \rightarrow A' = 0$$

$$A_{xa} = \frac{M_{xa}}{\bar{\sigma}_a \varepsilon h_x} = \frac{0,08 \cdot 10^5}{2800 \times 0,9836 \times 17,6} = 0,165 \text{ cm}^2 \rightarrow 3T8 = 1,5 \text{ cm}^2/ml \quad t = 33 \text{ cm}$$

Sens P_y : $M_{ya} = 0,5 M_{0y} = 0,028 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{15 \times 0,028 \cdot 10^5}{2800 \times 100 \times (16,8)^2} = 0,00053 \rightarrow \begin{cases} K = 480 \\ \varepsilon = 0,9899 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{480} < \bar{\sigma}'_b \rightarrow A' = 0$$

$$A_{ya} = \frac{0,028 \cdot 10^5}{2800 \times 16,8 \times 0,9899} = 0,06 \text{ cm}^2 \rightarrow 3T8 = 1,50 \text{ cm}^2/ml \quad t = 33 \text{ cm}$$

Vérfications diverses :

a. Contraintes :

$$\omega = \frac{100 A}{b h} = \frac{100 \times 1,50}{100 \times 16,8} = 0,089 \rightarrow \begin{cases} K = 84,5 \\ \varepsilon = 0,9498 \end{cases}$$

$$\sigma_a = \frac{0,136 \cdot 10^5}{17,8 \times 0,9498 \times 1,5} = 536,2 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a$$

$$\sigma'_b = \frac{536}{84,5} < \bar{\sigma}'_b$$

Condition de non fragilité :

$$\text{sens } R_x : A_x \geq 0,69 b h_x \frac{\bar{\sigma}_b}{\sigma_{an}} \frac{2-f}{2} = 1,79 \text{ cm}^2 \text{ vérifié}$$

$$\text{Fissuration : } \sigma_1 = \frac{K \eta}{\phi} \frac{\bar{\omega}_p}{1+10 \bar{\omega}_p} \quad \bar{\omega}_p = \frac{A}{2bd} = \frac{2,51}{2 \times 100 \times 2} = 0,006$$

$$\sigma_1 = 1429 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K \eta}{\phi} \bar{\sigma}_b} = 3193 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max(\sigma_1, \sigma_2) = 3193 \text{ kg/cm}^2 > \frac{2}{3} \sigma_{en} = 2800 \text{ kg/cm}^2 \text{ vérifié}$$

Effort tranchant :

$$T_x = 9 \frac{P_x l_y}{2l_y + l_x} = 1,66 \text{ t} \quad T_y = 9 \frac{P_x}{3} = 1,44 \text{ t}$$

$$\tau_{bx} = \frac{T_x}{b_z} = \frac{1,66 \cdot 10^3}{100 \times \frac{7}{3} \times 17,6} = 1,08 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 1,15 \bar{\sigma}_b = 6,79 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{by} = \frac{T_y}{b_z} = \frac{1,44 \cdot 10^3}{100 \times \frac{7}{3} \times 16,8} = 0,98 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 6,79 \text{ kg/cm}^2$$

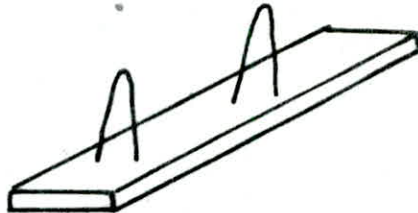
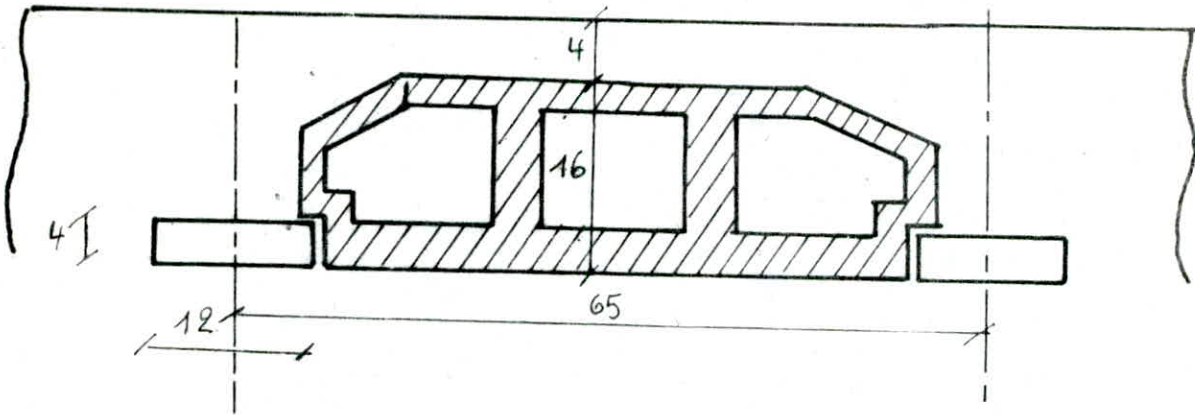
Vérfication de la flèche :

$$\frac{h_b}{l_x} \geq \frac{1}{20} \frac{M_{ox}}{M_{ox}} \frac{20}{150} \geq \frac{1}{20} \frac{0,136}{0,161} = 0,04$$

$$\frac{A}{b h_x} < \frac{20}{\sigma_{an}} \quad \frac{2,51}{100 \times 17,6} = 0,001 < 0,007 \text{ vérifié}$$

Planchers à corps creux : les planchers des étages courants sont à corps creux de type (16+4)

les poutrelles préfabriquées possèdent des armatures en attente permettant une bonne liaison avec le béton de la table de compression. Elles seront calculées sous la sollicitation du 1^{er} genre (G+1,2P) et disposées suivant le sens longitudinal du bâtiment.



le calcul se fait en 2 étapes :

1^{ère} étape : Avant le coulage du béton, la poutrelle est considérée comme simplement appuyée. Elle supporte son poids propre, celui de l'hourdis et la surcharge de l'ouvrier.

1) Charges et surcharges :

poids propre	$0,04 \times 0,12 \times 2,5 = 0,012 \text{ t/m}$
corps creux	$0,65 \times 0,11 = 0,071 \text{ t/m}$
surcharge pondérée	$1,2 \times 0,65 \times 0,1 = 0,078 \text{ t/m}$
	<hr/>
	$q = 0,161 \text{ t/ml}$

2) Schéma statique : Moment en travée $M_0 = q \frac{l^2}{8} = 0,161 \times \frac{3,2^2}{8} = 0,206 \text{ t.m}$
Effort tranchant en appui $T = q \frac{l}{2} = 0,161 \times \frac{3,2}{2} = 0,257 \text{ t.m}$

3) Armatures longitudinales :

M_{nb} = Moment résistant du béton = $K b h^2 = 24,9 \times 0,12 (0,02)^2 = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ t.m}$
 $M_0 = 0,206 \text{ t.m}$

On remarque que M_0 est très supérieur à M_{nb} , cela équivaut à dire que le béton ne suffit pas pour la résistance à la compression de la poutrelle. Les armatures de compression sont donc nécessaires, ce qui va alors surcharger la poutrelle qui est relativement très réduite.

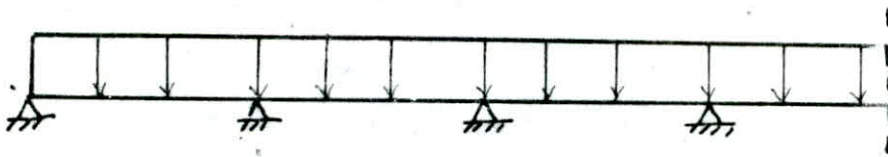
Pour lever cette ambiguïté, on prévoit des échafaudages pour aider les poutrelles à supporter les sollicitations avant le coulage du béton.

2^e étape: Après le coulage de la table de compression, la poutrelle est considérée comme une poutre continue sur plusieurs appuis et semi-encastree aux extrémités.

charges et surcharges: charges permanentes
surcharge pondérée

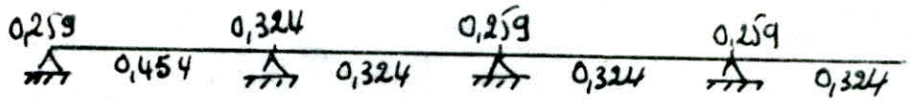
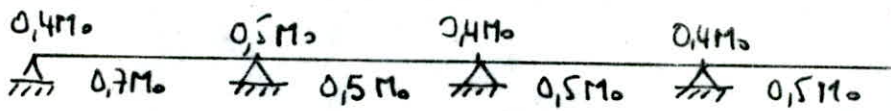
$$\frac{661 \text{ kg/m} + 1,2 \times 100 = 120 \text{ kg/m}}{q = 781 \text{ kg/m}^2}$$

en t/ml $q = 0,781 \times 0,65 = \boxed{0,507 \text{ t/ml} = q}$



Évaluation des éléments de réduction M et T: notre plancher est à surcharge modérée, donc on applique la méthode forfaitaire.

$$M_0 = \frac{q l^2}{8} = 0,507 \times \frac{3,2^2}{8} = 0,648 \text{ t.m}$$

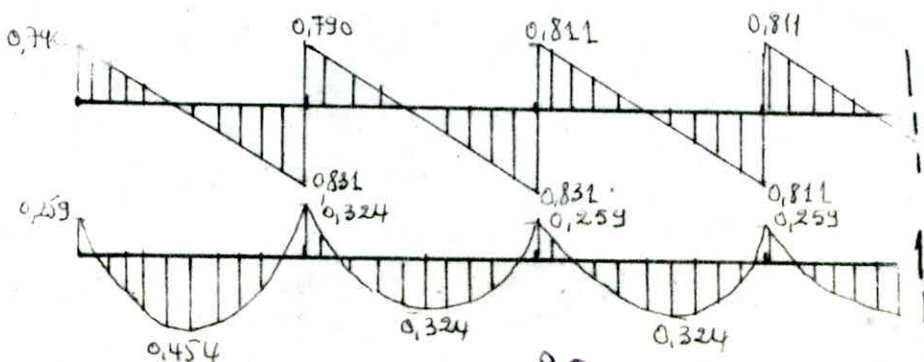
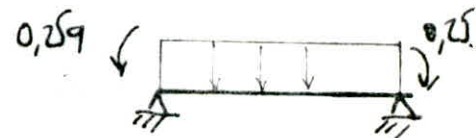
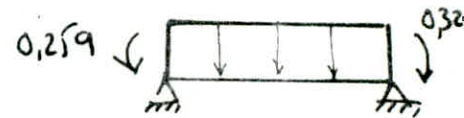


calcul des réactions d'appuis:

Travée 1: $R_1^1 + R_2^1 = 1,622 \text{ t}$
 $\sum M/1 = 0$ $R_2^1 = 0,831 \text{ t}$
 $\sum M/2 = 0$ $R_1^1 = 0,790 \text{ t}$

Travée 2: $R_1^2 + R_2^2 = 1,622 \text{ t}$
 $\sum M/1 = 0$ $R_2^2 = 0,790 \text{ t}$
 $R_1^2 = 0,831 \text{ t}$

Travée 3: $R_3^1 + R_3^2 = 1,622 \text{ t}$
 $\sum M/1 = 0$ $R_3^1 = 0,811 \text{ t}$
 $\sum M/2 = 0$ $R_3^2 = 0,811 \text{ t}$

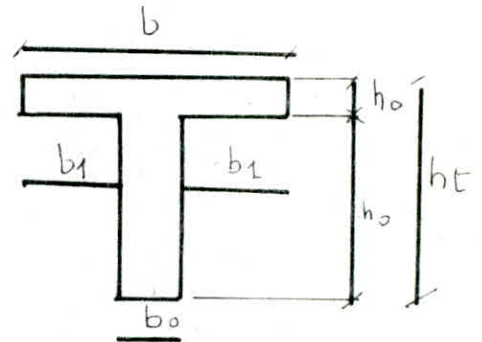
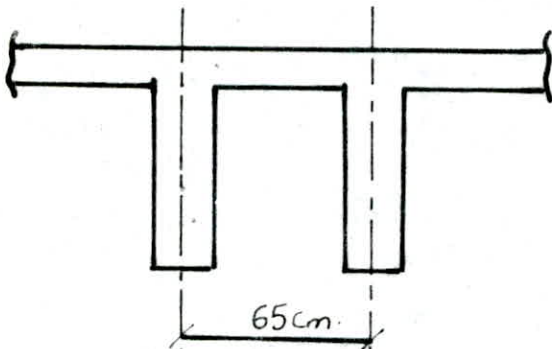


Efforts de calcul: $M_a = 0,324 \text{ t.m}$
 $M_t = 0,454 \text{ t.m}$
 $T = 0,831$

calcul des armatures longitudinales:

En travée:

calcul de la table de compression (CCBA 68, Art 55)



b_1 doit vérifier les conditions ci dessus :

1. $b_1 \leq l_0/2 = 26,5 \text{ cm}$ l_0 : distance entre 2 nervures consécutives
 2. $b_1 \leq L/10 = 32 \text{ cm}$ L : portée libre de la poutre entre axes d'appuis
 3. $6h_0 \leq b_1 \leq 8h_0$ h_0 : hauteur de la table de compression.
- $b_1 = 26 \text{ cm}$ $b = 64 \text{ cm}$

$M_t = 0,454 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{15 M}{\sqrt{a} b h^2} = \frac{15 \times 0,454 \cdot 10^5}{2800 \times 64 \times 18^2} = 0,0078 \quad \left\{ \begin{array}{l} K = 110 \\ \epsilon = 0,9600 \\ \alpha = 0,1200 \end{array} \right.$$

$$A = \frac{M}{\sqrt{a} \epsilon h} = \frac{0,454 \cdot 10^5}{2800 \times 0,9600 \times 18} = 0,76 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow 3 \text{ T } 10 = 2,35 \text{ cm}^2$$

Aux appuis: c'est une section rectangulaire dont les dimensions sont:

$b \times h = (12 \times 18) \text{ cm}^2$

$M_a = 0,324 \text{ t.m}$

$$\mu = \frac{15 \times 0,324 \cdot 10^5}{2800 \times 12 \times 18^2} = 0,0298 \quad \left\{ \begin{array}{l} K = 52 \\ \epsilon = 0,9254 \end{array} \right.$$

$\sigma'_b = \frac{\sqrt{a}}{K} = 53,8 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \rightarrow A' = 0$

$A = \frac{0,324 \cdot 10^5}{2800 \times 0,9254 \times 18} = 0,56 \text{ cm}^2 \rightarrow 3 \text{ T } 10 = 2,35 \text{ cm}^2$

Vérifications:

contraintes:

En travées: $w = \frac{100 A}{b h} = \frac{1,57}{18 \times 12} = 0,594 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K = 28,8 \\ \epsilon = 0,8858 \end{array} \right.$

$\sigma_a^x = \frac{M}{A \epsilon h} = \frac{0,454 \cdot 10^5}{1,57 \times 0,8858 \times 18} = 1483 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_a$

$\sigma_s = \frac{1483}{28,8} = 51,49 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_s$

condition de non fragilité:

a- En travée: $A_{min} = 0,69 b h \frac{5,9}{4200} = 0,69 \times 18 \times 64 \times \frac{5,9}{4200} = 1,36 \text{ cm}^2 < A_t$

b) Aux appuis: $A_{min} = 0,69 b h \frac{5,9}{4200} = 0,26 \text{ cm}^2 < A_n$

Conditions aux appuis: $T + \frac{M}{3} = 0,831 \times \frac{0,324}{7/8 \times 18} \times 10^5 < 0$

Les armatures en appuis doivent résister à l'effort $T + M/3$.

$A_a \bar{\sigma}_a > T + M/3$

Vérfications à la fissuration:

a- En travée: $\bar{\omega}_p = \frac{A}{2bd} = \frac{1,57}{2 \times 64 \times 3} = 4,08 \times 10^{-3}$

$\sigma_1 = \frac{k_m \bar{\omega}_p}{\phi (1 + 10 \bar{\omega}_p)}$

$\sigma_1 = \frac{1,5 \times 10^6 \times 1,6}{10} \times \frac{4,08 \times 10^{-3}}{1 + 4,08 \times 10^{-2}} = 340,8 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{1,5 \times 10^6 \times 1,6 \times 5,9}{10}} = 2856$

$\max \left\{ \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \right\} = \sigma_2 > \bar{\sigma}_a$

Vérfication de l'adhérence: $\tau_d \leq \bar{\tau}_d$

$\tau_d = \frac{T_{max}}{\rho P z} = \frac{0,831 \times 10^5}{2 \times 3,14 \times 7/8 \times 18} = 6,87 \text{ kg/cm}^2$

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

$\tau_d < \bar{\tau}_d$

Vérfication de la flèche (Art 5.8.4 CBA 68)

- * $h_t/l \geq 1/22,5$ $h_t/l = 25/320 = 0,078 \geq 1/22,5$
- * $h_t/l \geq \frac{1}{15} M_t/M_0$ $0,078 \geq \frac{1}{15} \frac{0,459}{0,448} = 0,046$
- * $A \leq 36 b h / \sigma_{cn}$ $1,57 < \frac{36 \times 64 \times 20}{4200} = 10,971 \text{ cm}^2$

Calcul des armatures transversales:

contrainte de cisaillement: $\tau_b = \frac{T}{b_0 z} = \frac{0,831 \times 10^3}{12 \times 7/8 \times 18} = 3,59 \text{ kg/cm}^2$

on suppose qu'il y a reprise du bétonnage

les armatures transversales droites sont suffisantes pour reprendre T.

on prévoit des cadres $\phi 8$ ($A_t = 0,10 \text{ cm}^2$) acier doux.

Ecartement: $t = A_t z \bar{\sigma}_{at} / T$

$A_t = 5^{\text{cm}}$ des armatures transversales dans une 5^{cm} droite = $0,10 \text{ cm}^2$

$\bar{\sigma}_{at} = \sigma_{ta}$ admissible des armatures transversales = $\frac{2}{3} \sigma_{cn}(AD) = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$t = \frac{2 \times 0,10 \times 7 \times 18 \times 1600}{0,831 \times 10^3 \times 8} = 7,7 \text{ cm}$

espacement admissible: $\bar{t} = \max \left\{ \begin{array}{l} h(1 - \frac{0,3 \tau_b}{\sigma_b}) \\ 0,2h. \end{array} \right. \leq h \Rightarrow \bar{t} = \max \left\{ \begin{array}{l} 14,5 \text{ cm} \\ 14,4 \text{ cm} \end{array} \right. < 2h$

$t = 15 \text{ cm}$

le 1^{er} cadre se situe à $t/2 = 7,5 \text{ cm}$ du env d'appui

Table de compression :

l'épaisseur de la table de compression étant faible (5cm); on utilise donc du treillis soudé ($\bar{\sigma}_a = 3533 \text{ kg/cm}^2$)

les dimensions des mailles ne doivent pas dépasser 20 cm (5 p.m.)
pour les armatures \perp aux nervures.

33 cm (3 p.m.)

pour les armatures \perp aux nervures.

l'écartement entre axes des nervures étant égal à 65 cm = e_n
 $50 < e_n < 80 \text{ cm}$.

donc $A_{\perp r} \geq 43 e_n / \bar{\sigma}_a = 43 \times 65 / 3533 = 0,79 \text{ cm}^2 \rightarrow 5T6 \text{ p.m}$

$$A_{//r} \geq \frac{A_{\perp r}}{2} = 0,79 / 2 = 0,395 \text{ cm}^2 \rightarrow 3T6 \text{ p.m}$$

par conséquent $A_{\perp r} = 1,41 \text{ cm}^2$ 5T6
 $A_{//r} = 0,84 \text{ cm}^2$ 3T6

la table de compression sera armée d'un quadrillage de barres dont les dimensions en mailles sont 20 cm pour les armatures \perp nervures et 33 cm pour les armatures $//$ nervures.

CALCUL
DES
RIGIDITES

calcul des rigidités

le calcul des rigidités se que le calcul des effets sous les charges horizontales se fera suivant la méthode de "MUTO", cette méthode est basée sur la rigidité relative de niveaux d'un portique dont "MUTO" suggère comme valeur de la rigidité aux poteaux parfaitement encastres, multipliés par un coefficient "a" correcteur, tenant compte de la flexibilité des poutres arrivant aux nœuds

R^{∞} : rigidité relative de niveaux d'un portique aux poteaux parfaitement encastres.

$R = a R^{\infty}$: rigidité relative de niveaux d'un portique corrigée au sens de "MUTO"

Exposé de la méthode :

c'est une méthode approchée nous permettant d'analyser une structure constituée de portiques sollicités par des efforts horizontaux (séisme, vent), basée sur les rigidités de niveaux, des étages dont "MUTO" propose des formules approchées

Conditions d'application :

- la méthode est applicable pour les bâtiments à étages rigides dans leurs plans, ayant une ossature composée de portiques recevant la totalité des charges verticales et horizontales.
- les charges sont supposées concentrées au niveau des planchers.
- le diagramme de répartition des charges en élévation doit être rectangulaire (cas du vent) ou triangulaire (séisme)
- pour obtenir une précision convenable, il faut que la raideur (I/E) des poutres ne soit pas trop faible devant celle des poteaux (I/E_c) on doit avoir $K \geq 0,2$ pour tous les nœuds de l'ossature
- si $K < 0,2$ les poteaux doivent être considérés comme ne faisant pas partie de la structure résistante aux charges horizontales.
- les raideurs (I/E) des travées adjacentes d'une même poutre ne doivent pas être trop différentes (le rapport doit être compris entre 0,5 et 2)
- la raideur (I/E_c) d'un poteau ne doit pas trop varier entre deux étages adjacents (rapport compris entre 0,5 et 2)
- On ne doit pas avoir une variation brusque de rigidité entre deux niveaux successifs.

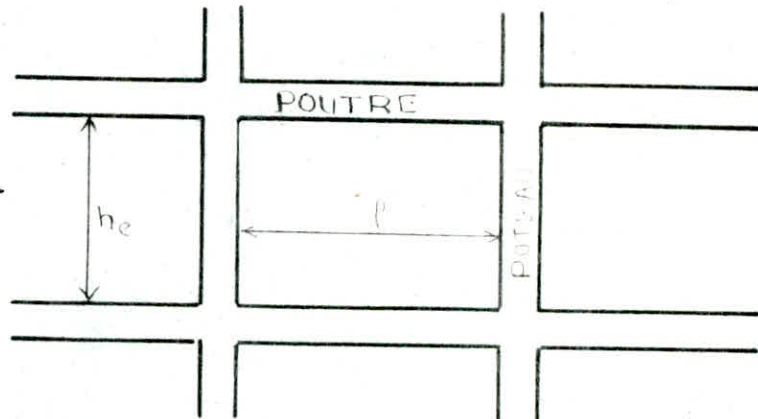
Etapes de calcul :

calcul des raideurs des poteaux et des poutres :

$$K_{\text{poteau}} = I/h_e$$

$$K_{\text{poutre}} = I/l$$

I : inertie du poteau ou de la poutre considérée.



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

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

calcul des rigidités corrigées d'un poteau (i) du niveau (j)

$$r_j^{(i)} = \frac{12E}{h_j^3} a_j^{(i)} K_j^{(i)}$$

Rigidités relatives de niveau corrigées d'un portique :

$$R_j = \sum_{i=1}^m r_j^{(i)} = \sum_{i=1}^m \frac{12E}{h_j^3} a_j^{(i)} K_j^{(i)}$$

pour le même étage $h_j = cte$

$$R_j = \frac{12E}{h_j^3} D_j$$

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

Calcul des rigidités :
sens transversal :

Niveau	Poteau	\bar{K}	a_j	K_p (cm^3)	$a_j K_p$ (cm^3)	D_j (cm^3)	$R_j \cdot 10^{-5}$ kg/cm^2
7	1	0,230	0,105	1567	165	1635	0,41891
6	2	0,450	0,184	1567	288		
5	3	0,450	0,184	1567	288		
4	4	0,220	0,315	1567	496		
3	5	0,680	0,254	1567	398		
1	1	0,040	0,263	1418	344	2270	0,4884
	2	0,184	0,314	1418	446		
	3	0,184	0,314	1418	446		
	4	0,520	0,405	1418	574		
	5	0,220	0,324	1418	460		

Niveau	Poteau	\bar{K}	a_j	K_p (cm^3)	$a_j K_p$ (cm^3)	D_j (cm^3)	$R_j \cdot 10^{-5}$ kg/cm^2
7	A	0,92	0,314	984	309	1905	0,4882
6	B	2,36	0,511	984	532		
5	C	2,36	0,541	984	532		
4	D	2,36	0,541	984	532		
1	A	0,56	0,415	892	370	2488	0,53518
	B	1,11	0,791	892	706		
	C	1,11	0,791	892	706		
	D	1,11	0,791	892	706		

calcul des centres de masse et torsion:

le centre de masse:

$$x_G = \frac{\sum W_i x_i}{\sum W_i} \quad y_G = \frac{\sum W_i y_i}{\sum W_i}$$

le centre de masse est à la même position pour tous les niveaux

$$W'' = W_{\text{poutre}} + W_{\text{poteau}} + W_{\text{remplissage}}$$

$$W' = W_{\text{plancher}} = 3 \times 3,2 \times 14,75 \times 0,546 = 75,217 \text{ t}$$

$$W''' = (3,2 \times 14,75 - 2,4^2) \times 0,546 = 22,626 \text{ t}$$

$$W'''' = 0,17 \times 2,6^2 = 2,929 \text{ t}$$

$$W' x_1 + W'' x_2 + W''' x_3 + W'''' x_4 = 75,217(4,8 + 18) + (22,626 + 2,929) \times 11,4$$

$$= 2054,086 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$W' = 75,217 \text{ t} \quad W' + W'' = 180,199 \text{ t}$$

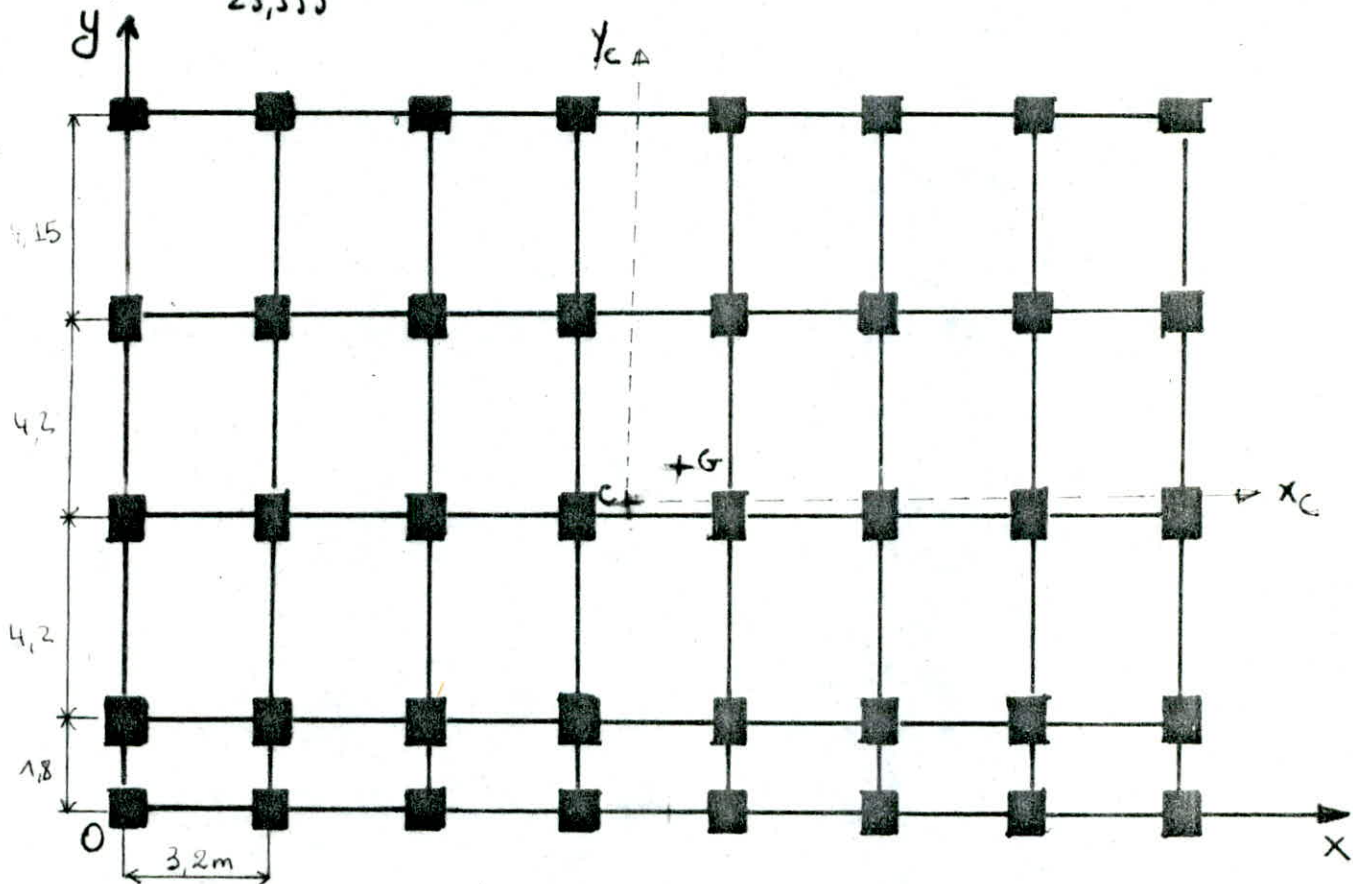
$$W'' = 104,982 \text{ t}$$

$$x_G = \frac{2054,086 \text{ t} \cdot \text{m}}{W' + W''} = \boxed{11,399 \text{ m} = x_G}$$

$$W_1 = (3,20 \times 14,75 - 2,4^2) \times 0,546 + 2,929 \text{ t} = 25,555 \text{ t}$$

$$W_1 y_1 = (3,20 \times \frac{14,75^2}{2} - 2,4^2 \times 3) \times 0,546 + 2,929 \times (1,8 + \frac{2,4}{2}) = 189,415 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$y_G = \frac{189,415 \text{ t} \cdot \text{m}}{25,555} = \boxed{7,41 \text{ m} = y_G}$$



Centre de Torsion: $x_{c_j} = \frac{\sum R_d^+(H) \times x_d}{\sum R_d^+(H)}$

$$y_{c_j} = \frac{\sum R_d^e y_d}{\sum R_d^e}$$

$$x_{c_j} = 11,20$$

$$\boxed{x_c = 11,20}$$

$$\boxed{y_c = 6,47}$$

$$y_{c_j} = 6,47$$

Calcul des excentricités entre C et G :

d'après le RPA, la résultante des forces horizontales avec une excentricité par rapport au centre de Torsion égale à la plus grande des 2 valeurs suivantes :

- 5% de la plus grande dimension du bâtiment (excentricité accidentelle)
- excentricité théorique résultante du calcul.

$$\text{Max} [5\% l_x, 5\% l_y] = 5\% P_x = 5\% \times 22,8 = 1,14 \text{ m.}$$

$$e_{\text{théorique}} = 0,94 \text{ m.}$$

on prendra donc $e_{\text{accidentelle}} = 1,14 \text{ m.}$

$$e_x = e_y = 1,14 \text{ m}$$

ETUDE
AU
SEISME

Le bâtiment est implanté à Alger, zone II

Le bâtiment étudié est de forme régulière sans décrochements horizontaux et verticaux, d'une hauteur moyenne - on peut appliquer.

la prescription de RPA 83. et d'appliquer la méthode statique. avec toutefois pour compléter notre étude et comparer les résultats, nous avons fait un calcul pseudo dynamique pour déterminer la période -

Détermination des charges sismiques:

les charges sismiques sont supposées concentrées au niveau des planchers

D'après le R.P.A (Art 3.3.15 page 40)

Etage à usage d'habitation: on ne tient pas compte d'un pourcentage des surcharges d'exploitation:

Procédé de la méthode
HOLZBER.

calculer $R_1 \dots R_n$
 $W_1 \dots W_n$

on se donne
 ω

calculer la forme propre associée à cette valeur ω par la relation:
 $x_n = 1$
 $x_j = x_{j+1} - \frac{\omega^2}{R_j} \sum_{k=j+1}^n W_k x_k$

oui

Faire le test
 $x_0 = 0$

Non.

STOP
 ω : pulsation recherchée
 $\{x_i\}$: formes propres

Essayer avec une autre valeur ω .

Niveau terrasse

plancher	140,62.
poutres	58
1 poteaux	21,4
2 Remplissage :	43,616
	<hr/> 263,636 t

Niveau 2, 3, 4, 5, 6

plancher	140,62
poutres	58
poteaux	42,8
Remplissage	43,248
	<hr/> 284,668 t.

Niveau 1 :

plancher	140,62 t
poutres	58 t.
poteaux	44,8 t
Remplissage	43,216 t
	<hr/> 286,636 t.

Evaluation des pulsations et des périodes T_i :

La méthode utilisée est celle de HÖLZER, c'est une méthode itérative basée sur le notion de rigidité relative de niveau. Elle se prête bien pour les structures en portiques.

CALCUL DE LA PERIODE

SENS LONGITUDINAL.

1^{er} MODE : $\omega_1^2 = 73,94 \text{ (nd/s)}^2$

K	W_K kg	$W_K \omega^2 10^4$	X_K	$W_K \omega^2 X_K$ 10^4	$\sum W_K \omega^2 X_K$ 10^4	$R_K 10^7$	Σ / R_K
7	263 678	2393	1	2393	2393.	4,88	0,049
6	284 668	2104	0,951	2000,9	4393,9.	4,88	0,090
5	284 668	2104	0,861	1811,5	6205,4	4,88	0,127
4	284 668	2104	0,734	1544,3	7749,7	4,88	0,158
3	284 668	2104	0,575	1209,8	8959,5	4,88	0,183
2	284 668	2104	0,391	822,6	9782,1	4,88	0,200
1	286 636	2104	0,191	404,7	10186,8	5,344	0,190

Test $x_1 = 0,191$ et $\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K} = 0,190$

$$x_0 = x_1 - \frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K} = 0,001$$

$$\omega_1^2 = 73,94 \text{ (nd/s)}^2$$

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 0,73 \text{ s}$$

Formes propres.

$$x_7 = 1$$

$$x_6 = 0,951.$$

$$x_5 = 0,861.$$

$$x_4 = 0,734$$

$$x_3 = 0,575$$

$$x_2 = 0,391$$

$$x_1 = 0,191.$$

2^e MODE: $\omega_2^2 = 647,35 \text{ (rad/s)}^2$

K	$W_K \text{ (Kg)}$	$W_K \omega^2 10^{-4}$	X_K	$W_K X_K \omega^2 10^{-4}$	$\sum W_K X_K \omega^2 10^{-4}$	$R_K 10^{-7}$	$\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K}$
7	263 678	20 953	1	20 953	20 953	4,88	0,429
6	284 668	18 428	0,571	10 522,3	31 475,3	4,88	0,644
5	284 668	18 428	-0,074	-1363,6	30 111,7	4,88	0,617
4	284 668	18 428	-0,691	-12 733,7	17 378	4,88	0,356
3	284 668	18 428	-1,047	-19 294,1	-1916,1	4,88	-0,039
2	284 668	18 428	-1,007	-18 556,9	-20 473	4,88	-0,419
1	286 636	18 556	-0,588	-10 910,9	-31 383,9	5,344	-0,643

Test: $x_1 = -0,588$ et $\frac{\sum W_K \omega^2 X_K}{R_K} = -0,643$

$x_0 = x_1 - \frac{\sum W_K \omega^2 X_K}{R_K} = -0,588 + 0,643 = 0,055$

$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = 0,247 \text{ s}$

Formes propres:

$x_7 = 1$

$x_6 = 0,571$

$x_5 = -0,074$

$x_4 = -0,691$

$x_3 = -1,047$

$x_2 = -1,007$

$x_1 = -0,588$

3^e MODE : $\omega_3^2 = 1699,41 \text{ (rad/s)}^2$

K	$W_K \text{ (Kg)}$	$W_K \omega^2 10^{-4}$	X_K	$W_K \omega^2 X_K 10^{-4}$	$\sum W_K \omega^2 X_K 10^{-4}$	$R_K 10^{-7}$	Σ / R_K
7	263 678	55 006	1	55 006	55 006	4,88	1,127
6	284 668	48 376	-0,127	-6143,7	48 862,3	4,88	1,001
5	284 668	48 376	-1,128	-54 568,1	5705,8	4,88	-0,116
4	284 668	48 376	-1,011	-48 908,1	54 613,9	4,88	-1,119
3	284 668	48 376	0,109	52 72,9	-49 341	4,88	-1,011
2	284 668	48 376	1,120	54 181,1	48 40,1	4,88	0,099
1	286 636	48 711	1,022	49 782,6	54 622,7	5,344	1,022

Test:

$$x_1 = 1,022 \quad \text{et} \quad \sum \frac{W_K X_K \omega^2}{R_K} = 1,022$$

$$x_0 = x_1 - \frac{1}{R_K} \sum W_K X_K \omega^2 = 0 \quad x_0 = 0$$

$$\omega_3^2 = 1699,41 \text{ (rad/s)}^2$$

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_3} = 0,153 \text{ s}$$

les formes propres:

$$x_7 = 1$$

$$x_6 = -0,127$$

$$x_5 = -1,128$$

$$x_4 = -1,011$$

$$x_3 = 0,109$$

$$x_2 = 1,120$$

$$x_1 = 1,022$$

SENS TRANSVERSAL:

1^{er} MODE: $\omega_1^2 = 51,51 \text{ (nd/s)}^2$

K	W _K (Kg)	W _K ω ² 10 ⁴	X _K	W _K X _K ω ² 10 ⁴	Σ W _K X _K ω ² 10 ⁴	R _K 10 ⁻⁸	$\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K}$
7	263 678	1667	1	1667	1667	3,35	0,049
6	284 668	1466	0,950	1392,7	2785,4	3,35	0,083
5	284 668	1466	0,859	1259,2	4044,6	3,35	0,120
4	284 668	1466	0,730	1070,1	5114,7	3,35	0,152
3	284 668	1466	0,569	834,1	5948,8	3,35	0,177
2	284 668	1466	0,383	561,4	6510,2	3,35	0,194
1	286 636	1476	0,181	267,1	6777,3	3,905	0,202

Test: $X_1 = 0,181$ et $\frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K} = 0,202$

$X_0 = X_1 - \frac{\sum W_K X_K \omega^2}{R_K} = -0,02$

$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 0,875 \text{ s}$

Formes propres : $X_7 = 1$

$X_3 = 0,569$

$X_6 = 0,950$

$X_2 = 0,383$

$X_5 = 0,859$

$X_1 = 0,181$

$X_4 = 0,730$

2° MODE

$$\omega_2^2 = 450,62$$

K	W _K (kg)	W _K ω ² 10 ⁻⁴	X _K	W _K ω ² X _K 10 ⁻⁴	Σ W _K ω ² X _K 10 ⁻⁴	R _K 10 ⁻⁷	Σ/R _K
7	263 678	14 585	1	14 585	14 588	3,35	0,435
6	284 668	12 827	0,565	7 247,2	21 832,2	3,35	0,651
5	284 668	12 827	-0,086	-1 103,1	20 729,1	3,35	0,618
4	284 668	12 827	-0,705	-9 043,0	11 686,1	3,35	0,348
3	284 668	12 827	-1,053	-13 506,8	-1 820,7	3,35	-0,054
2	284 668	12 827	-0,998	-12 801,3	-14 622	3,35	-0,436
1	286 636	12 916	-0,561	-7 246	-21 868	3,905	-0,562

$$\text{Test: } x_1 = -0,651 \quad \text{et} \quad \frac{\sum W_K x_K \omega^2}{R_K} = -0,560$$

$$x_0 = x_1 - \frac{\sum W_K x_K \omega^2}{R_K} = 0,001$$

$$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = 0,296 \text{ s}$$

Formes propres :

$$x_7 = 1$$

$$x_6 = 0,565$$

$$x_5 = -0,086$$

$$x_4 = -0,705$$

$$x_3 = -1,053$$

$$x_2 = -0,998$$

$$x_1 = -0,561$$

$$\omega_3 = 1182,18 \text{ (rad/s)}$$

35

K	$w_k \text{ (Kg)}$	$w_k w^2 10^4$	x_k	$w_k w^2 x_k 10^4$	$\sum w_k w^2 x_k 10^4$	$R_k 10^7$	Σ / R_k
7	263678	38232	1	38232	38232	3,35	1,141
6	284668	33624	-0,141	-4740,9	33491,1	3,35	0,999
5	284668	33624	-1,141	-38364,9	-4873,8	3,35	-0,145
4	284668	33624	-0,995	-33455,8	-38329,6	3,35	-1,144
3	284668	33624	0,149	5009,9	-33319,7	3,35	-0,994
2	284668	33624	1,144	38465,8	5146,1	3,35	0,153
1	286636	33856	0,990	33518	38664,1	3,905	0,990

Test: $x_1 = 0,990$ et $\frac{\sum w_k x_k w^2}{R_k} = 0,990$

$$T_3 = \frac{2\pi}{\omega_3} = 0,183 \text{ s}$$

Formes propres :

$$x_7 = 1$$

$$x_6 = -0,141$$

$$x_5 = -1,141$$

$$x_4 = -0,995$$

$$x_3 = 0,149$$

$$x_2 = 1,144$$

$$x_1 = 0,990$$

Evaluation des forces sismiques (Calcul des différents coef. A, B, Q)

A = 0,15 (groupe d'usage 2 - zone 2)

B = 1/4 = 0,25 (structure en portiques autostables)

Q = 1,4 avec Q = 1 + $\sum P_n$ (P_n : pénalités)

Calcul du coef. D_i : (facteur d'amplification dynamique)

sol meuble : $D = 2 \sqrt{\frac{0,5}{T}}$

$$T_1 = 0,73 \text{ s} \quad D_1 = 2 \sqrt{0,5/0,73} = 1,655 \quad (1^{\text{er}} \text{ mode})$$

$$T_2 = 0,247 \text{ s} \quad D_2 = 2 \quad (T < 0,5 \text{ s}) \quad (2^{\text{e}} \text{ mode})$$

$$T_3 = 0,153 \text{ s} \quad D_3 = 2 \quad (T < 0,5 \text{ s}) \quad (3^{\text{e}} \text{ mode})$$

Calcul du facteur de contribution Γ_i : ($\Gamma_i = \frac{\sum_{k=1}^n w_k x_{ki}^2}{\sum_{k=1}^n w_k x_k^2}$)

36

1 ^{er} MODE				
$w_k(t)$	x_{k1}	x_{k1}^2	$w_k x_{k1}$	$w_k x_{k1}^2$
263,678	1	1	323,678	323,678
284,668	0,950	0,902	270,434	256,912
284,668	0,859	0,737	244,529	210,051
284,668	0,730	0,532	207,807	151,699
284,668	0,569	0,323	161,976	92,164
284,668	0,383	0,146	109,027	41,757
286,636	0,181	0,032	51,881	9,390
		Σ	1369,332	1085,651

2 ^e MODE			
x_{k2}	x_{k2}^2	$w_k x_{k2}$	$w_k x_{k2}^2$
1	1	323,678	323,678
0,565	0,319	160,837	90,873
-0,086	0,007	-24,481	2,105
-0,705	0,497	-200,69	141,487
-1,053	1,108	-299,755	315,642
-0,998	0,996	-284,098	283,53
-0,561	0,314	-160,802	90,210
		Σ	-485,311
			1247,525

3 ^e MODE			
x_{k3}	x_{k3}^2	$w_k x_{k3}$	$w_k x_{k3}^2$
1	1	323,678	323,678
-0,141	0,019	-40,138	5,659
-1,141	1,301	-324,806	370,603
-0,995	0,990	-283,244	281,828
0,149	0,022	42,415	6,319
1,144	1,308	325,66	372,555
0,990	0,980	283,769	280,931
		Σ	327,334
			1641,573

b) SENS TRANV:

1) Calcul des coef:
 $A = 0,15$
 $B = 0,25$
 $Q = 1,4$

2) Calcul du coef D:
 $T_1^+ = 0,875A$
 $T_2^+ = 2,599A$
 $T_3^+ = 3,305A$

$D_1 = 1,511$
 $D_2 = 2,599$
 $D_3 = 3,305$

3) Calcul du facteur de contribution Π :

$\Pi_1^+ = 1,261$
 $\Pi_2^+ = -0,389$
 $\Pi_3^+ = 0,199$

37

1 ^{re} MODE				
$w_k(t)$	x_{k1}	x_{k1}^2	$w_k x_{k1}$	$w_k x_{k1}^2$
263,678	1	1	323,678	323,678
284,668	0,951	0,904	270,719	257,454
284,668	0,861	0,741	245,099	211,030
284,668	0,734	0,538	208,946	153,366
284,668	0,575	0,330	163,684	94,118
284,668	0,391	0,152	111,305	43,520
286,636	0,191	0,036	54,74	10,456
			Σ 1378,171	1093,622

2 ^e MODE			
x_{k2}	x_{k2}^2	$w_k x_{k2}$	$w_k x_{k2}^2$
1	1	323,678	323,678
0,571	0,326	162,545	92,813
-0,074	0,005	-21,065	1,558
-0,691	0,477	-196,705	135,923
-1,047	1,096	-298,047	312,055
-1,007	1,014	-286,660	288,667
-0,588	0,345	-168,541	99,102
		Σ -484,795	1253,796

3 ^e MODE			
x_{k3}	x_{k3}^2	$w_k x_{k3}$	$w_k x_{k3}^2$
1	1	323,678	323,678
-0,127	0,016	-36,152	4,591
-1,128	1,272	-321,105	362,207
-1,011	1,022	-287,759	290,965
0,109	0,011	31,028	3,382
1,120	1,254	318,828	357,087
1,022	1,044	292,941	299,386
		Σ 321,419	1641,296

1^{re} MODE $\Gamma_1 = 1,260$

2^e MODE $\Gamma_2 = -0,386$

3^e MODE $\Gamma_3 = 0,195$

Calcul des forces F_{K1} , F_{K2} , F_{K3}

K	Γ_{ABDQWK}	X_{K1}	$F_{K1}(t)$
7	35,435	1	35,435
6	31,164	0,951	29,636
5	31,164	0,861	26,832
4	31,164	0,734	22,874
3	31,164	0,575	17,919
2	31,164	0,391	12,185
1	31,380	0,191	5,993

Γ_{ABDQWK}	X_{K2}	$F_{K2}(t)$
-18,661	1	-18,661
-16,412	0,571	-9,371
-16,412	-0,074	1,214
-16,412	-0,691	11,340
-16,412	-1,047	17,183
-16,412	-1,007	16,526
-16,525	-0,588	9,7167

Γ_{ABDQWK}	X_{K3}	$F_{K3}(t)$
11,978	1	11,978
10,535	-0,127	-1,337
10,535	-1,128	-11,883
10,535	-1,011	-10,650
10,535	0,109	1,148
10,535	1,120	11,799
10,607	1,022	10,840

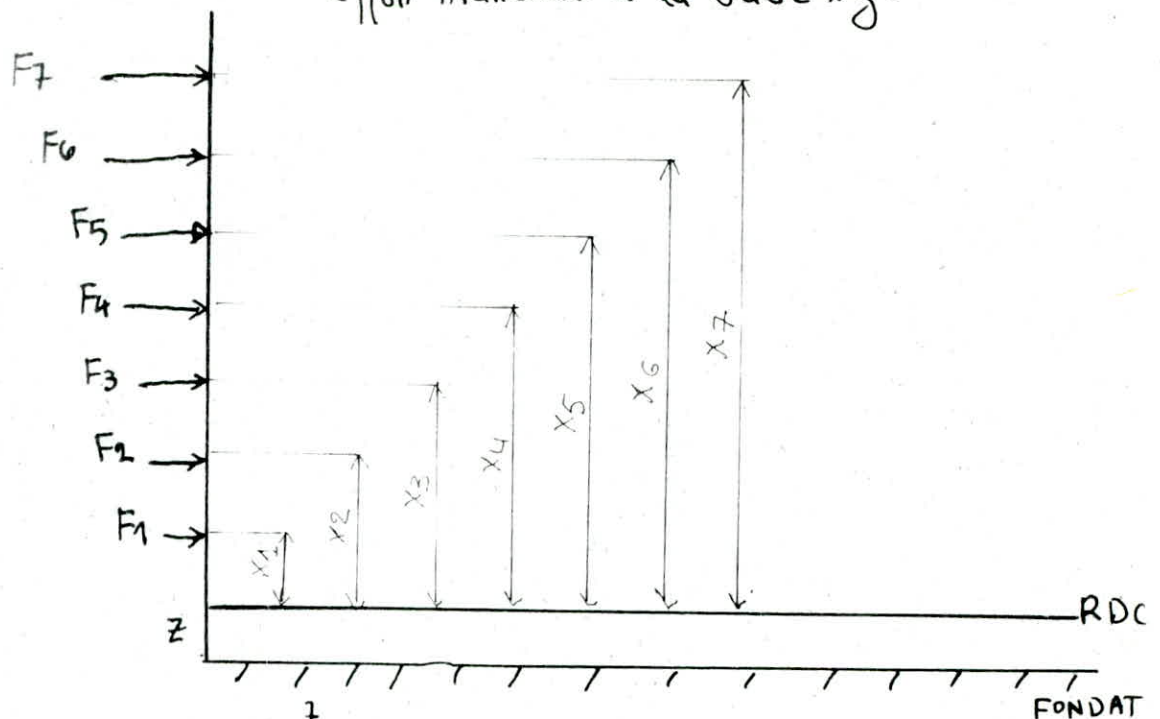
NIVEAUX FORCES	7	6	5	4	3	2	1
$F_{K1}(t)$	35,435	29,636	26,832	22,874	17,919	12,185	5,993
$F_{K2}(t)$	-18,661	-9,371	1,214	11,340	17,183	16,526	9,7167
$F_{K3}(t)$	11,978	-1,337	-11,883	-10,650	1,148	11,799	10,840
$F_K = \sqrt{F_{K1}^2 + F_{K2}^2 + F_{K3}^2}$	41,801	31,111	29,370	27,662	24,852	23,681	15,7424

	T_K (t)	$R_j \times 10^5$ (kg/m)	δ_j (mm)	$\bar{\delta}_j$ (mm)
7	41,801	4,88	0,17	2,30
6	72,91	4,88	0,30	2,30
5	102,28	4,88	0,42	2,30
4	129,94	4,88	0,53	2,30
3	154,79	4,88	0,63	2,30
2	178,46	4,88	0,73	2,30
1	194,21	5,344	0,73	2,51

K	T_K (t)	$R_{jy} 10^5$ (kg/m)	δ_j (mm)	$\bar{\delta}_j$ (mm)
7	38,32	3,35	0,23	2,30
6	56,21	3,35	0,34	2,30
5	74,32	3,35	0,44	2,30
4	93,14	3,35	0,56	2,30
3	111,66	3,35	0,67	2,30
2	131,50	3,35	0,79	2,30
1	145,49	3,905	0,75	2,51

chaque structure doit être calculée afin de résister aux effets de renversement qui peuvent être causés par les efforts du séisme

Moment de renversement = Moment extérieur en console (RDC) + effort tranchant à la base $\times z$.



$$\text{Moment en console (RDC)} = \sum_{i=1}^7 F_i x_i$$

$$\text{Effort tranchant à la base} = \sum_{i=1}^7 F_i = F_1 + F_2 + \dots + F_7$$

$$\text{Moment résistant } M = b \sum_{i=1}^7 W_i \quad \text{avec } b = L/2$$

- Sens longitudinal: $L = 22,80 \text{ m}$. $b = 11,40$ $z = 2,02 \text{ m}$.

$$\text{Moment en console: } \sum F_i x_i = 2730,12 \text{ t.m}$$

$$H Z = 194,21 \times 2,02 = 392,30 \text{ t.m}$$

$$\text{Moment résistant} = b \sum_{i=1}^7 W_i = 23183,656 \text{ t.m}$$

Pour que le bâtiment soit stable vis à vis du renversement il faut que :

$$\frac{\text{Moment résistant}}{M^{\ddagger} \text{ de renversement}} > 1,5$$

$$\frac{23.183,656}{2730,12 + 392,30} > 1,5$$

- Sens transversal: $L = 14,75 \text{ m}$ $b = 7,375 \text{ m}$.

$$M^{\ddagger} \text{ résistant} = b \sum_{i=1}^7 W_i = 14998,19 \text{ t.m}$$

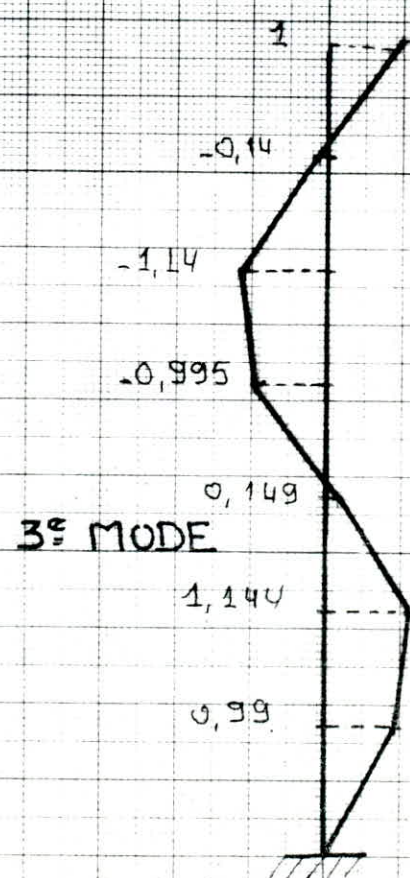
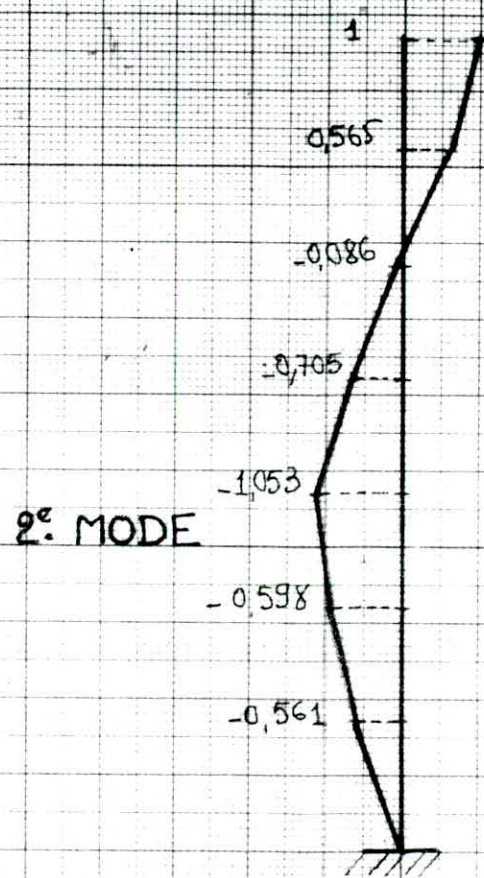
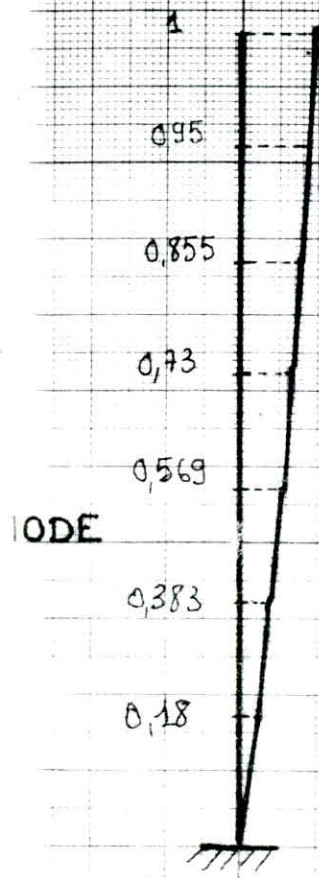
$$M^{\ddagger} \text{ en console: } \sum_{i=1}^7 F_i x_i = 2031,72 \text{ t.m}$$

$$H Z = 145,49 \times 2,02 = 293,88 \text{ t.m}$$

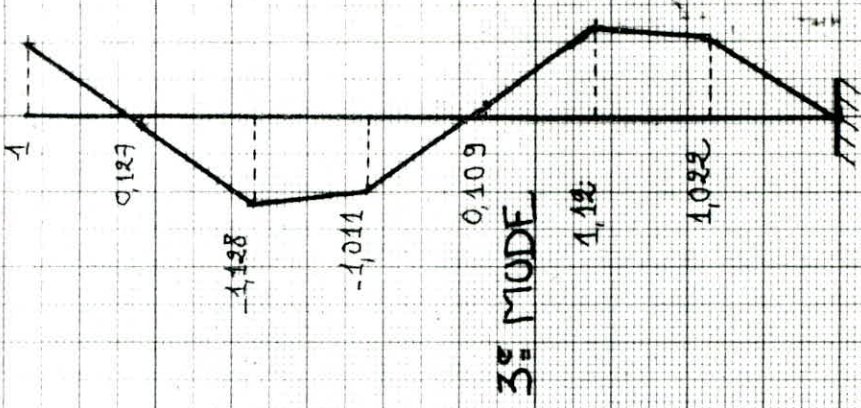
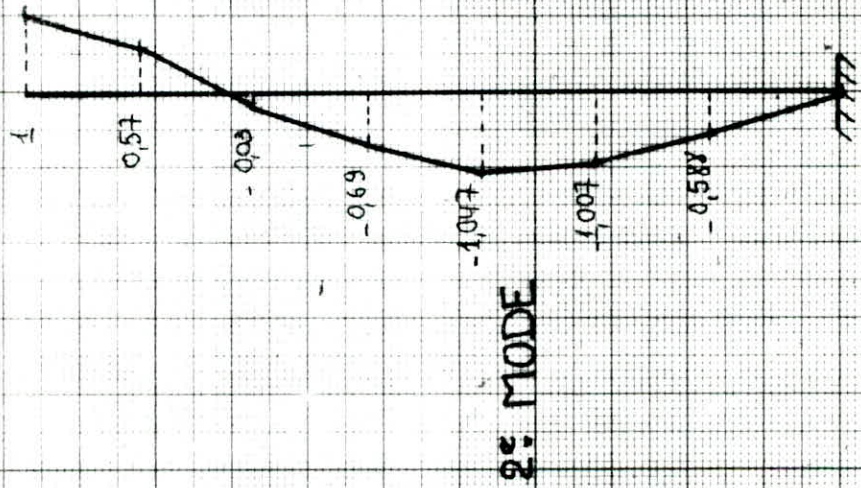
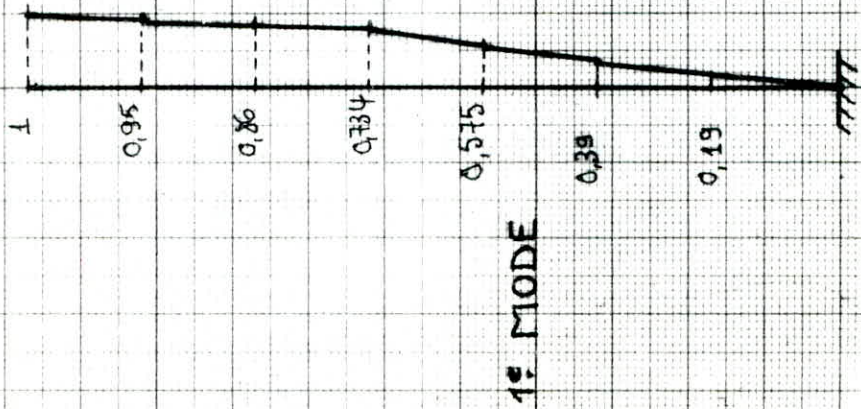
$$\text{Vérification: } \frac{14998,19}{2031,72 + 293,88} > 1,5$$

le renversement est donc vérifié dans les deux sens -

DEFORMEE : Sens transversal



DEFORMEE : Sens Longitudinal



ETUDE
DES
PORTIQUES

Calcul des portiques sous les charges horizontales.

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

Etapes à suivre :

Répartition des efforts tranchants de niveaux pour les différents portiques

- Portiques longitudinaux :

$$T_{jx} = T_{jx} \frac{R_j^l}{\sum_{j=1}^n R_j^l} + T_{jx} e_{Gx} \frac{R_j^l}{R_j^{\theta}} y.$$

- Portiques transversaux :

$$T_{jy} = T_{jy} \frac{R_j^t}{\sum_{j=1}^n R_j^t} + T_{jy} e_{Gy} \frac{R_j^t}{R_j^{\theta}} x$$

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

R_j^t = " " " " " " transversal.

R_j^{θ} = " " " à la torsion.

e_{Gx} : Distance du centre de masse au centre de torsion = e_{Gy} (excentricité accidentelle)

x : distance d'un portique transversal. au centre de Torsion.

y : " " " Longitudinal " " "

T_{jx} : effort tranchant de niveau dans le sens longitudinal

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

Calcul de l'effort tranchant revenant à chaque poteau :

l'effort tranchant revenant à chaque poteau. est donné par :

$$t_j^i = \frac{a_j^i K_j^i}{D_j} T_j$$

a_j = coef. de correction. donné selon "MUTO"

$$D_j = \sum a_j^i K_j^i$$

K_j^i = Raideur du poteau i au niveau j

T_j^d = effort tranchant revenant au portique considéré au niveau j

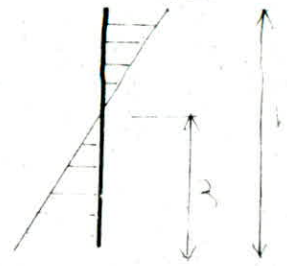
calcul des moments fléchissants dans les poteaux :

la position du point d'inflexion est calculée en fonction des caractéristiques du portique.

$$M^{inf} = t_i^i z$$

$$M^{sup} = t_j^i (h - z)$$

la position du point de moment nul est donnée par $z = y \cdot h$.



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

y_0 : coef donné en $f(x)$ de \bar{K} , du nombre total de niveaux du bâtiment et du numéro du niveau considéré.

y_1 : terme de correction, en $f(x)$ de α_1 et \bar{K}

$$\alpha_1 = \frac{K_1 + K_2}{K_3 + K_4}$$

← poutres supérieures
← poutres inférieures

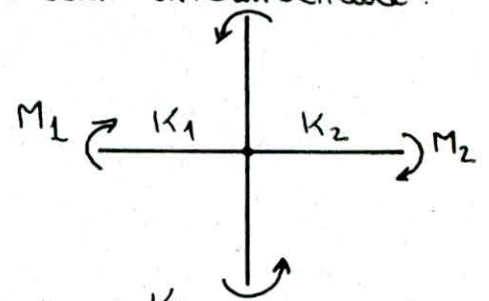
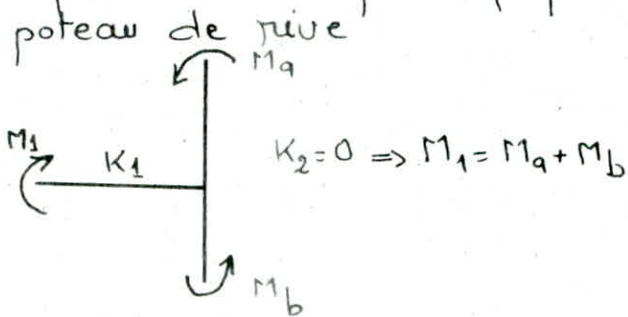
y_2 : terme de correction ; dû à la variation de la hauteur d'étage en $f(x)$ de α_2 et \bar{K} $\alpha_2 = \frac{h_s}{h}$

y_3 : en $f(x)$ de α_3 et \bar{K} avec $\alpha_3 = \frac{h_i}{h}$

les valeurs de tous ces coefficients sont h. données par les tableaux du bulletin CTC N°6 (année 80), ainsi que dans l'ouvrage de "conception et calcul des structures soumises au séisme"

Calcul des moments fléchissants dans les poutres :

les moments résultants des poteaux aboutissant à des nœuds sont répartis entre les poutres proportionnellement à leur rigidité linéaire poteau de rive poteau intermédiaire.

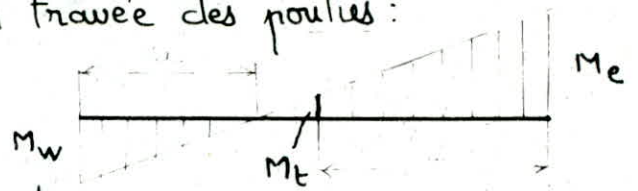


$$M_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} (M_a + M_b)$$

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

calcul des moments fléchissants en travée des poutres :

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



calcul des efforts tranchants dans les poutres
à partir des moments dans les poutres, on
peut calculer les efforts tranchants

$$T_e + M_w + M_e = 0 \quad T = - \frac{M_w + M_e}{L}$$

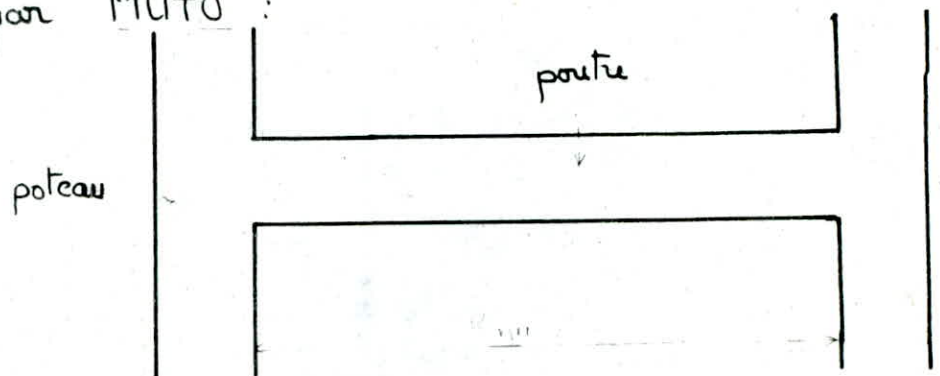


Efforts normaux dans les poteaux :

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

$$N = T_e - T_w$$

Complément donné par MUTO :



La longueur de la poutre prise en considération sera l

$$l = l_{nu} + 2 \times \frac{1}{4} e_p = l_{nu} + \frac{1}{2} e_p$$

l_{nu} : longueur de la poutre entre nus des poteaux

e_p : épaisseur de la poutre e

$l \ll$ longueur entre axes des poteaux.

La hauteur du poteau utilisée dans les calculs est égale à la distance entre face supérieure de la poutre inférieure de la poutre supérieure + $\frac{1}{2}$ de la dimension du poteau dans le plan.

Répartition des effets tranchants

Portiques transversaux :

Niveau	$T_{ij}(t)$	$R_i^D \cdot 10^{-20}$ (kg/m)	$\sum R_i^L \cdot 10^{-5}$ (kg/m)	portique	y (mm)	$R_i^L \cdot 10^{-5}$ (kg/m)	$T_{ij} R_i^L / \sum R_i^L$	$T_{ij} R_i^L c_{ij} y$ $\sum R_i^L y$	$T_{ij}(t)$
7	41,8	35,42	3,35	1-1	-643	0,67	8,36	-0,58	8,36
				2-2	-463	0,67	8,36	-0,42	8,36
				3-3	-43	0,67	8,36	-0,04	8,36
				4-5	377	0,67	8,36	0,34	8,70
				5-5	792	0,67	8,36	0,71	9,07
6	72,91	35,42	3,35	1-1	-643	0,67	14,58	-1,01	14,58
				2-2	-463	0,67	14,58	-0,73	14,58
				3-3	-43	0,67	14,58	0,06	14,64
				4-4	377	0,67	14,58	0,59	15,17
				5-5	792	0,67	14,58	1,24	15,82
5	102,28	35,42	3,35	1-1	-643	0,67	20,45	-1,42	20,45
				2-2	-463	0,67	20,45	-1,02	20,45
				3-3	-43	0,67	20,45	-0,09	20,45
				4-4	377	0,67	20,45	0,83	21,28
				5-5	792	0,67	20,45	1,74	22,19
4	129,94	35,42	3,35	1-1	-643	0,67	25,98	-1,80	25,98
				2-2	-463	0,67	25,98	-1,29	25,98
				3-3	-43	0,67	25,98	-0,12	25,98
				4-4	377	0,67	25,98	1,05	27,03
				5-5	792	0,67	25,98	2,22	28,20
3	154,79	35,42	3,35	1-1	-643	0,67	30,95	-2,14	30,95
				2-2	-463	0,67	30,95	-1,54	30,95
				3-3	-43	0,67	30,95	-0,14	30,95
				4-4	377	0,67	30,95	1,26	32,25
				5-5	792	0,67	30,95	2,64	33,59
2	178,46	35,42	3,35	1-1	-643	0,67	35,69	-2,47	35,69
				2-2	-463	0,67	35,69	-1,78	35,69
				3-3	-43	0,67	35,69	-0,16	35,69
				4-4	377	0,67	35,69	1,45	37,14
				5-5	792	0,67	35,69	3,05	38,74
1	194,21	39,46	3,35	1-1	-643	0,78	38,84	-2,69	38,84
				2-2	-463	0,78	38,84	-1,93	38,84
				3-3	-43	0,78	38,84	-0,18	38,84
				4-4	377	0,78	38,84	1,57	40,41
				5-5	792	0,78	38,84	3,31	42,15

Portiques Longitudinaux:

Niveau	T_{ij}	R_{ij}	$\sum R_{ij}^t$	Portique	X (mm)	R_{ij}^t kg/mm	$\frac{T_{ij} R_{ij}^t}{\sum R_{ij}^t}$	$\frac{T_{ij} R_{ij}^t \times X}{\sum R_{ij}^t}$	$\sum (X/E)$
7	38,32	35,42	$4,88 \cdot 10^5$	A-A	-1120	$0,61 \cdot 10^5$	4,79	-0,843	4,79
				B-B	-800			-0,602	4,79
				C-C	-480			-0,361	4,79
				D-D	-160			-0,121	4,79
				E-E	+160			0,121	4,911
				F-F	+480			0,361	5,151
				G-G	+800			0,602	5,392
				H-H	+1120			0,843	5,633
				A-A	-1120			-1,238	7,03
6	56,21	35,42	$4,88 \cdot 10^5$	B-B	-800	$0,61 \cdot 10^5$	7,03	-0,883	7,03
				C-C	-480			-0,530	7,03
				D-D	-160			-0,177	7,03
				E-E	+160			0,177	7,207
				F-F	+480			0,530	7,56
				G-G	+800			0,883	7,913
				H-H	+1120			1,236	8,266
				A-A	-1120			-5,260	9,29
				B-B	-800			-3,757	9,29
5	74,32	35,42	$4,88 \cdot 10^5$	C-C	-480	$0,61 \cdot 10^5$	9,29	-0,901	9,29
				D-D	-160			-0,234	9,29
				E-E	+160			0,234	9,524
				F-F	+480			0,701	9,991
				G-G	+800			1,167	10,457
				H-H	+1120			1,634	10,924
				A-A	-1120			-2,542	11,64
				B-B	-800			-1,463	11,64
				C-C	-480			-0,875	11,64
4	93,14	35,42	$4,88 \cdot 10^5$	D-D	-160	$0,61 \cdot 10^5$	11,64	-0,243	11,64
				E-E	+160			0,293	11,933
				F-F	+480			0,878	12,518
				G-G	+800			1,463	13,103
				H-H	+1120			2,048	13,688
				A-A	-1120			2,455	13,96
				B-B	-800			1,754	13,96
				C-C	-480			-1,053	13,96
				D-D	-160			-0,351	13,96
3	111,66	35,42	$4,88 \cdot 10^5$	E-E	+160	$0,61 \cdot 10^5$	13,96	+0,351	14,311
				F-F	+480			1,053	15,013
				G-G	+800			1,754	15,714
				H-H	+1120			2,455	16,415
				A-A	-1120			2,892	16,56
				B-B	-800			-2,065	16,56
				C-C	-480			-1,239	16,56
				D-D	-160			-0,413	16,56
				E-E	+160			0,413	16,273
2	131,50	35,42	$4,88 \cdot 10^5$	F-F	+480	$0,61 \cdot 10^5$	16,56	1,239	17,799
				G-G	+800			2,045	18,625
				H-H	+1120			2,892	19,452
				A-A	-1120			-3,164	18,17
				B-B	-800			-2,253	18,17
				C-C	-480			-1,352	18,17
				D-D	-160			-0,451	18,17
				E-E	+160			1,478	18,621
				F-F	+480			1,352	19,522
1	145,49	39,46	$5,36 \cdot 10^5$	G-G	+800	$0,67 \cdot 10^5$	18,17	2,253	20,423
				H-H	+1120			3,154	21,324

calcul de l'effort tranchant revenant à poteau des ±0 niveaux
SENS TRANSVERSAL

portique H-H

niveau	$z_j(t)$	$D_j(\text{m}^2)$	poteau					
			$a_j K_j (\text{cm}^2)$	1	2	3	4	5
			$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65		246,13
7	5,633	1129,24	$t_j (t)$	0,663	1,113	1,106	1,524	1,228
6	8,266	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	0,972	1,633	1,623	2,237	1,802
5		1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	1,285	2,158	2,144	2,956	2,381
4	13,688	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	1,610	2,704	2,687	3,704	2,983
3	16,415	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	1,931	3,242	3,222	4,442	3,578
2	19,452	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	2,288	3,842	3,818	5,264	4,240
1	21,324	1608,20	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	255,5	320,12			
			$t_j (t)$	3,389	4,245	4,236	5,0	4,454

portique G-G

niveau	$z_j(t)$	$D_j(\text{m}^2)$	poteau					
			$a_j K_j (\text{cm}^2)$	1	2	3	4	5
			$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
7	5,394	1129,24	$t_j (t)$	0,635	1,065	1,059	1,460	1,176
6	9,871	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	1,161	1,950	1,936	2,671	2,152
5	13,047	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	1,535	2,577	2,561	3,530	2,844
4	16,343	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	1,923	3,228	3,208	4,422	3,562
3	19,605	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	2,306	3,872	3,848	5,305	4,273
2	23,208	1129,24	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	132,85	223,05	221,65	305,56	246,13
			$t_j (t)$	2,720	4,584	4,555	6,280	5,058
1	25,525	1608,2	$a_j K_j (\text{cm}^2)$	255,59	320,12	319,49	377,06	355,94
			$t_j (t)$	4,057	5,081	5,071	5,985	5,332

Calcul de l'effort tranchant nevenant à chaque poteau

Portique longitudinal

Portique 4-4

			poteaux				
			A	B	C	D	
Niveau	$z_j (t)$	$D_j (m^2)$	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
7	8,70	1028,07	t_j	1,502	2,400	2,400	2,400
6	15,17	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	2,620	4,183	4,183	4,183
5	21,28	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	3,675	5,868	5,868	5,868
4	27,03	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	4,668	7,454	7,454	7,454
3	32,21	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	5,562	8,883	8,883	8,883
2	37,14	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	6,474	10,242	10,242	10,242
1	40,41	1376,75	$a_j K_j (cm^3)$	288,94	362,60	362,60	362,60
			$t_j (t)$	8,481	10,643	10,643	10,643

Portique 5-5

			poteaux				
			A	B	C	D	
Niveau	$z_j (t)$	$D_j (m^2)$	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
7	9,07	1028,07	t_j	1,566	2,501	2,501	2,501
6	15,82	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	2,732	4,363	4,363	4,363
5	22,19	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	3,832	6,119	6,119	6,119
4	28,20	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	4,87	7,777	7,777	7,777
3	33,59	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	5,801	9,263	9,263	9,263
2	38,74	1028,07	$a_j K_j (cm^3)$	177,54	283,51	283,51	283,51
			$t_j (t)$	6,69	10,683	10,683	10,683
1	42,15	1376,75	$a_j K_j (cm^3)$	288,94	362,60	362,60	362,60
			$t_j (t)$	8,846	11,101	11,101	11,101

Moments fléchissants dans les poteaux
partielle Transversal H-H:

Niveau	Poteau	y	$z = y \cdot h$ (m)	θ (°)	Min f (t.m)	Min p (t.m)	Msup (t.m)
7	1	0,25	0,665	1,995	0,663	0,4409	1,3227
	2	0,35	0,931	1,729	1,113	1,0362	1,9244
	3	0,35	0,931	1,729	1,106	1,0297	1,9123
	4	0,45	1,197	1,463	1,524	1,8242	2,2296
	5	0,45	0,931	1,729	1,228	1,1433	2,1232
6	1	0,35	0,931	1,729	0,972	0,9049	1,6906
	2	0,40	1,064	1,596	1,633	1,7375	2,6063
	3	0,40	1,064	1,596	1,623	1,7269	2,5903
	4	0,45	1,197	1,463	2,237	2,6777	3,2727
	5	0,45	1,197	1,463	1,802	2,1570	2,6363
5	1	0,40	1,064	1,596	1,285	1,3672	2,0509
	2	0,45	1,197	1,463	2,158	2,5831	3,1571
	3	0,45	1,197	1,463	2,144	2,5664	3,1367
	4	0,50	1,33	1,33	2,956	3,9315	3,9315
	5	0,45	1,197	1,463	2,381	2,8501	3,4834
4	1	0,45	1,197	1,463	1,61	1,9272	2,3554
	2	0,45	1,197	1,463	2,704	3,2367	3,9559
	3	0,45	1,197	1,463	2,687	3,2163	3,9311
	4	0,50	1,33	1,33	3,704	4,9263	4,9263
	5	0,45	1,197	1,463	2,983	3,5706	4,3641
3	1	0,50	1,33	1,33	1,931	2,5682	2,5682
	2	0,50	1,33	1,33	3,242	4,3119	4,3119
	3	0,50	1,33	1,33	3,222	4,2853	4,2853
	4	0,50	1,33	1,33	4,442	5,9079	5,9079
	5	0,50	1,33	1,33	3,578	4,7587	4,7587
2	1	0,55	1,463	1,197	2,288	-3,3473	2,7387
	2	0,50	1,33	1,33	3,842	5,1099	5,1099
	3	0,50	1,33	1,33	3,818	5,0779	5,0779
	4	0,50	1,33	1,33	5,264	7,0011	7,0011
	5	0,50	1,33	1,33	4,24	5,6392	5,6392
1	1	0,75	2,205	0,735	3,389	-7,4727	2,4909
	2	0,65	1,911	1,029	4,245	-8,1122	4,3681
	3	0,65	1,911	1,029	4,236	-8,095	4,3588
	4	0,60	1,764	1,176	5,000	-8,820	5,880
	5	0,65	1,911	1,029	4,454	-8,5116	4,5831

Portique Transversal G.G:

Niveau	poteaux	$y=y_0$	$g=yh(m)$	$h-g(m)$	$t_j(t)$	$M_{int}(tm)$	$M_{sup}(tm)$
7	1	0,25	0,665	1,995	0,635	0,42228	1,26683
	2	0,35	0,931	1,725	1,065	0,99452	1,84139
	3	0,35	0,931	1,725	1,059	0,98593	1,8310
	4	0,45	1,197	1,463	1,466	1,7476	2,1360
	5	0,35	0,931	1,729	1,176	1,0950	2,0333
6	1	0,35	0,931	1,729	1,161	1,08089	2,00737
	2	0,40	1,064	1,596	1,950	2,0750	3,1122
	3	0,40	1,064	1,596	1,950	2,0750	2,5472
	4	0,45	1,197	1,463	2,671	3,19719	3,90767
	5	0,45	1,197	1,463	2,152	2,576	3,148
5	1	0,40	1,064	1,596	1,535	1,633	2,450
	2	0,45	1,197	1,463	2,571	3,085	3,770
	3	0,45	1,197	1,463	2,561	3,066	3,747
	4	0,50	1,33	1,33	3,53	4,695	4,695
	5	0,45	1,197	1,463	2,844	3,404	4,161
4	1	0,45	1,197	1,463	1,923	2,302	2,813
	2	0,45	1,197	1,463	3,228	3,864	4,723
	3	0,45	1,197	1,463	3,208	3,840	4,693
	4	0,50	1,33	1,33	4,422	5,881	5,881
	5	0,45	1,197	1,463	3,562	4,264	5,211
3	1	0,50	1,33	1,33	2,306	3,067	3,067
	2	0,50	1,33	1,33	3,872	5,150	5,150
	3	0,50	1,33	1,33	3,848	5,118	5,118
	4	0,50	1,33	1,33	5,305	7,056	7,056
	5	0,50	1,33	1,33	4,273	5,683	5,683
2	1	0,55	1,463	1,197	2,73	-3,994	3,268
	2	0,50	1,33	1,33	4,584	6,097	6,097
	3	0,50	1,33	1,33	4,555	6,058	6,058
	4	0,50	1,33	1,33	6,280	8,352	8,352
	5	0,50	1,33	1,33	5,058	6,727	6,727
1	1	0,75	2,205	0,735	4,057	-8,946	2,982
	2	0,65	1,911	1,029	5,081	-9,710	5,228
	3	0,65	1,911	1,029	5,071	-9,691	5,21806
	4	0,60	1,764	1,176	5,985	-10,558	7,03836
	5	0,65	1,911	1,029	5,332	-10,189	5,487

patique 5.5:

niveau	points	y	$g = y \cdot h (\text{mm})$	$t_j^2 (t)$	$h - g (m)$	$M_{int} (t \cdot m)$	$M_{sup} (t \cdot m)$
+	A	0,30	79,8	1,502	186,2	1,1986	2,7967
	B	0,35	93,1	2,4	172,9	2,2344	4,1496
	C	0,35	93,1	2,4	172,9	2,2344	4,1496
	D	0,35	93,1	2,4	172,9	2,2344	4,1496
6	A	0,40	106,4	2,62	159,6	2,7877	4,1815
	B	0,45	119,7	4,183	146,3	5,0071	6,1197
	C	0,45	119,7	4,183	146,3	5,0071	6,1197
	D	0,45	119,7	4,183	146,3	5,0071	6,1197
5	A	0,45	119,7	3,675	146,3	4,399	5,8653
	B	0,45	119,7	5,868	146,3	7,024	8,5849
	C	0,45	119,7	5,868	146,3	7,024	8,5849
	D	0,45	119,7	5,868	146,3	7,024	8,5849
4	A	0,45	119,7	4,668	146,3	5,5876	6,8793
	B	0,45	119,7	7,454	146,3	8,9224	10,9052
	C	0,45	119,7	7,454	146,3	8,9224	10,9052
	D	0,45	119,7	7,454	146,3	8,9224	10,9052
3	A	0,50	133	5,562	133	7,3975	7,3975
	B	0,50	133	8,883	133	11,8144	11,8144
	C	0,50	133	8,883	133	11,8144	11,8144
	D	0,50	133	8,883	133	11,8144	11,8144
2	A	0,50	133	6,414	133	8,5306	8,5306
	B	0,50	133	10,242	133	13,6219	13,6219
	C	0,50	133	10,242	133	13,6219	13,6219
	D	0,50	133	10,242	133	13,6219	13,6219
1	A	0,70	205,8	8,481	88,2	-17,4539	7,4802
	B	0,65	1,911	10,643	102,9	-20,3388	10,9516
	C	0,65	1,911	10,643	102,9	-20,3388	10,9516
	D	0,65	1,911	10,643	102,9	-20,3388	10,9516

patique 4.4:

7	A	0,30	0,798	1,566	1,861	1,250	2,916
	B	0,35	0,931	2,501	1,779	2,328	4,324
	C	0,35	0,931	2,501	1,779	2,328	4,324
	D	0,35	0,931	2,501	1,779	2,328	4,324
6	A	0,40	1,064	2,732	1,596	2,907	4,360
	B	0,45	1,197	4,363	1,463	5,226	6,383
	C	0,45	1,197	4,363	1,463	5,226	6,383
	D	0,45	1,197	4,363	1,463	5,226	6,383
5	A	0,45	1,197	3,832	1,463	4,587	5,606
	B	0,45	1,197	6,119	1,463	7,324	8,952
	C	0,45	1,197	6,119	1,463	7,324	8,952
	D	0,45	1,197	6,119	1,463	7,324	8,952
4	A	0,45	1,197	4,87	1,463	5,829	7,125
	B	0,45	1,197	7,777	1,463	9,309	11,378
	C	0,45	1,197	7,777	1,463	9,309	11,378
	D	0,45	1,197	7,777	1,463	9,309	11,378
3	A	0,50	1,33	5,801	1,33	7,715	7,715
	B	0,50	1,33	9,263	1,33	12,320	12,320
	C	0,50	1,33	9,263	1,33	12,320	12,320
	D	0,50	1,33	9,263	1,33	12,320	12,320
2	A	0,50	1,33	6,69	1,33	8,898	8,898
	B	0,50	1,33	10,683	1,33	14,208	14,208
	C	0,50	1,33	10,683	1,33	14,208	14,208
	D	0,50	1,33	10,683	1,33	14,208	14,208
1	A	0,70	2,058	8,846	0,882	18,205	7,802
	B	0,65	1,911	11,101	1,029	21,214	11,423
	C	0,65	1,911	11,101	1,029	21,214	11,423
	D	0,65	1,911	11,101	1,029	21,214	11,423

Moments fléchissants aux noeuds des poutres

Portiques Transversaux

Portique H-H

Niv	Noeud	M_a (t.m)	M_b (t.m)	M_1	M_2
7	1		1,3227		1,3227
	2		1,9244	0,9622	0,9622
	3		1,9123	0,95612	0,95612
	4		2,2296	1,1148	1,1148
	5		2,1232	2,1232	
6	1	0,4409	1,6806		2,1215
	2	1,0362	2,6063	1,8213	1,8213
	3	1,0297	2,5903	1,810	1,810
	4	1,8242	3,2727	2,5485	2,5485
	5	1,1433	2,6363	3,7796	
5	1	0,5049	2,0509		2,9558
	2	1,7375	3,1571	2,4473	2,4473
	3	1,7269	3,1367	2,4318	2,432
	4	2,6777	3,9315	2,907	2,907
	5	2,1570	3,4834	5,640	
4	1	1,3672	2,3554		3,722
	2	2,5831	3,9559	3,2695	3,2695
	3	2,5664	3,9311	3,2488	3,2488
	4	3,9315	4,9263	4,4289	4,4289
	5	2,8501	4,3641	7,2142	
3	1	1,9272	2,5682		4,4954
	2	3,2367	4,3119	3,7743	3,7743
	3	3,2163	4,2853	3,7508	3,7508
	4	4,9263	5,9079	5,4171	5,4171
	5	3,5706	4,7587	8,3293	

N	Noeud	M_a (t.m)	M_b (t.m)	M_1	M_2
2	1	2,5682	2,7387		5,3069
	2	4,3119	5,1099	4,7109	4,7109
	3	4,2853	5,0779	4,6816	4,6816
	4	5,9079	7,0011	6,4545	6,4545
	5	4,7587	5,6392	10,3979	
1	1	3,3473	2,4810		5,8383
	2	5,1099	4,3681	4,7390	4,7390
	3	5,077	4,358	4,718	4,718
	4	7,00	5,880	6,440	6,440
	5	5,639	4,583	10,222	

Moments fléchissants aux nœuds des poutres :

Portique longitudinal 4-4 :

Niveau	Nœud	M_a (t.m)	M_b (t.m)	M_1 (t.m)	M_2 (t.m)
7	A		2,916		2,916
	B		4,324	2,162	2,162
	C		4,324	2,162	2,162
	D		4,324	2,162	2,162
6	A	1,250	4,360		5,160
	B	2,328	6,383	4,3555	4,3555
	C	2,328	6,383	4,3555	4,3555
	D	2,328	6,383	4,3555	4,3555
5	A	2,907	5,606		8,513
	B	5,226	8,952	7,089.	7,089.
	C	5,226	8,952	7,089.	7,089
	D	5,226.	8,952	7,089.	7,089.
4	A	4,587	7,125		11,712
	B	7,324	11,378	9,351	9,351
	C	7,324	11,378	9,351	9,351
	D	7,324	11,378	9,351	9,351
3	A	5,829.	7,715		13,544
	B	9,309.	12,320	10,815	10,815
	C	9,309	12,320	10,815	10,815
	D	9,309.	12,320	10,815	10,815
2	A	7,715	8,898		16,613
	B	12,320	14,208	13,264	13,264
	C	12,320	14,208.	13,264	13,264
	D	12,320	14,208.	13,208	13,208.
1	A	8,898	7,802		16,698.
	B	14,208	11,423	12,816	12,816
	C	14,208.	11,423.	12,816	12,816
	D	14,208	11,423.	12,816	12,816

Niveau	Nord	M_a (t.m)	M_b (t.m)	M_c (t.m)	M_d (t.m)
7	1		1,267		1,267
	2		1,842	0,921	0,921
	3		1,831	0,916	0,916
	4		2,136	1,068	1,068
	5		2,034	1,034	
6	1	0,423	2,007		2,430
	2	0,991	3,112	2,052	2,052
	3	0,986	2,540	1,767	1,767
	4	1,748	3,908	2,828	2,828
	5	1,095	3,148	4,243	
5	1	1,081	2,450		3,531
	2	2,075	3,770	2,923	2,923
	3	2,060	3,747	2,904	2,904
	4	3,197	4,695	3,946	3,946
	5	2,576	4,161	6,737	
4	1	1,633	2,813		4,446
	2	3,085	4,723	3,904	3,904
	3	3,066	4,694	3,880	3,880
	4	4,695	5,881	5,288	5,288
	5	3,404	5,211	8,615	
3	1	2,302	3,067		5,369
	2	3,864	5,150	4,507	4,504
	3	3,840	5,118	4,479	4,479
	4	5,882	7,056	6,469	6,469
	5	4,264	5,683	9,947	
2	1	3,067	3,268		6,335
	2	5,150	6,098	5,624	5,624
	3	5,118	6,058	5,588	5,588
	4	7,056	8,352	7,704	7,704
	5	5,683	6,727	12,410	
1	1	3,994	2,982		6,976
	2	6,098	5,228	5,668	5,663
	3	6,058	5,218	5,638	5,638
	4	8,352	7,038	7,695	7,695
	5	6,727	5,487	12,214	

Portique longitudinal 5-5

Niveau	Nœud	M_a (t.m)	M_b (t.m)	M_1 (t.m)	M_2 (t.m)
7	A		2,797		2,797
	B		4,150	2,075	2,075
	C		4,150	2,075	2,075
	D		4,150	2,075	2,075
6	A	1,200	4,182		5,382
	B	2,234	6,120	4,177	4,177
	C	2,234	6,120	4,177	4,177
	D	2,234	6,120	4,177	4,177
5	A	2,788	5,866		8,654
	B	5,007	8,585	6,796	6,796
	C	5,007	8,585	6,796	6,796
	D	5,007	8,585	6,796	6,796
4	A	4,400	6,829		11,229
	B	7,024	10,905	8,965	8,965
	C	7,024	10,905	8,965	8,965
	D	7,024	10,905	8,965	8,965
3	A	5,587	7,400		12,987
	B	8,922	11,814	10,368	10,368
	C	8,922	11,814	10,368	10,368
	D	8,922	11,814	10,368	10,368
2	A	7,400	8,531		15,931
	B	11,814	13,620	12,717	12,717
	C	11,814	13,620	12,717	12,717
	D	11,814	13,620	12,717	12,717
1	A	8,531	7,480		16,011
	B	13,622	10,960	12,291	12,291
	C	13,622	10,960	12,291	12,291
	D	13,622	10,960	12,291	12,291

Portiques Transversaux :

Portique H-H

Niveau	Portre	M_e (t.m)	M_w (t.m)	M_t (t.m)	e (m)	T (t)
7	1-2	0,962	1,322	-0,18	1,80	-1,269.
	2-3	0,956	0,962	-0,003	4,20	-0,457
	3-4	1,115	0,956	0,080	4,20	-0,493
	4-5	2,123	1,115	0,504	4,15	-0,780
6	1-2	2,172	2,585	-0,207	1,8	-2,643
	2-3	2,159.	2,172	-0,007	4,2	-1,031
	3-4	2,975	2,159.	0,408	4,2	-1,222
	4-5	4,793	2,975	0,909.	4,15	-1,872
5	1-2	2,870	3,418	-0,274	1,8	-3,493
	2-3	2,852	2,870	-0,009.	4,2	-1,362.
	3-4	3,932	2,852	0,540	4,2.	-1,615
	4-5	6,333	3,932	1,201.	4,15	-2,474
4	1-2	3,596	4,283	-0,344	1,8	-4,377
	2-3	3,574	3,596	-0,011	4,2	-1,707
	3-4	4,926	3,574	0,665	4,2.	-2,024
	4-5	7,934	4,926.	1,504	4,15	-3,099.
3	1-2	4,312.	5,136	-0,412	1,8	-5,249.
	2-3	4,285	4,312.	-0,014	4,2	-2,047
	3-4	5,908	4,285	0,812	4,2.	-2,427
	4-5	9,518	5,908	1,805	4,15	-3,717.
2	1-2	5,110	6,086	-0,488	1,8	-6,22
	2-3	5,078	5,110	-0,016	4,2	-2,426
	3-4	7,001	5,078	0,962	4,2	-2,876
	4-5	11,278	7,001.	2,139.	4,15	-4,405
1	1-2	6,240	9,964	-1,862.	1,8	-9,002
	2-3	6,227	6,240	-0,007	4,2.	-2,968.
	3-4	7,350	6,227	0,562	4,2.	-3,233
	4-5	13,095	7,350	2,873	4,15	-4,927.

TABLEAUX RECAPITULATIFS.

Moments et efforts tranchants dans les poutres

Poutres longitudinales

Poutre 5-5:

Niveau	Poutre	M_c (t.m)	M_w (t.m)	M_r (t.m)	T (t)
7	AB	2,075	2,797	-0,361	-1,523
	BC	2,075	2,075	0	-1,297
	CD	2,075	2,075	0	-1,257
	DE	2,075	2,075	0	-1,257
6	AB	5,563	5,563	-0,703	-1,257
	BC	5,563	5,563	0	-3,916
	CD	5,563	5,563	0	-3,916
	DE	5,563	5,563	0	-3,916
5	AB	7,805	10,27	-1,232	-5,648
	BC	7,805	7,805	0	-4,878
	CD	7,805	7,805	0	-4,878
	DE	7,805	7,805	0	-4,878
4	AB	9,924	12,417	-1,247	-6,982
	BC	9,924	9,924	0	-6,203
	CD	9,924	9,924	0	-6,203
	DE	9,924	9,924	0	-6,203
3	AB	11,814	14,8	-1,493	-8,317
	BC	11,814	11,814	0	-7,384
	CD	11,814	11,814	0	-7,384
	DE	11,814	11,814	0	-7,384
2	AB	13,620	17,061	-1,721	-9,588
	BC	13,620	13,620	0	-8,513
	CD	13,620	13,620	0	-8,513
	DE	13,620	13,620	0	-8,513
1	AB	15,650	24,980	-4,64	-12,681
	BC	15,650	15,650	0	-9,781
	CD	15,650	15,650	0	-9,781
	DE	15,650	15,650	0	-9,781

Portique transversal GG:

Niveau	Poutre	M_e (t.m)	M_w (t.m)	M_t (t.m)	l (m)	T (t)
7	1-2	0,921	1,267	-0,173	1,80	-1,216
	2-3	0,916	0,921	-0,003	4,20	-0,437
	3-4	1,068	0,916	0,076	4,20	-0,472
	4-5	2,034	1,068	0,483	4,15	-0,745
6	1-2	2,052	2,43	-0,189	1,80	-2,490
	2-3	1,762	2,052	-0,142	4,20	-0,909
	3-4	2,828	1,767	0,531	4,20	-1,094
	4-5	4,243	2,828	0,708	4,15	-1,704
5	1-2	2,923	3,531	-0,304	1,80	-3,586
	2-3	2,904	2,923	-0,010	4,20	-1,387
	3-4	3,946	2,904	0,521	4,20	-1,631
	4-5	6,737	3,946	1,396	4,15	-2,574
4	1-2	3,904	4,446	-0,271	1,80	-4,639
	2-3	3,880	3,904	-0,012	4,20	-1,853
	3-4	5,288	3,880	0,704	4,20	-2,183
	4-5	8,615	5,288	1,664	4,15	-3,350
3	1-2	4,507	5,369	-0,431	1,80	-5,487
	2-3	4,479	4,507	-0,014	4,20	-2,140
	3-4	6,469	4,449	0,995	4,20	-2,607
	4-5	9,947	6,469	1,739	4,15	-3,956
2	1-2	5,624	6,336	-0,356	1,80	-6,644
	2-3	5,588	5,624	-0,018	4,20	-2,670
	3-4	7,704	5,588	1,058	4,20	-3,165
	4-5	12,41	7,704	2,353	4,15	-4,847
1	1-2	5,664	6,976	-0,656	1,80	-7,022
	2-3	5,638	5,664	-0,013	4,20	-2,691
	3-4	7,695	5,638	1,029	4,20	-3,175
	4-5	12,214	7,695	2,260	4,15	-4,797

Portique longitudinal 4-4 :

Niveau	poutre	M_e (t.m)	M_w (t.m)	M_t (t.m)	T (t)
7	AB	2,162	2,916	-0,377	-1,587
	BC	2,162	2,162	0	-1,351
	CD	2,162	2,162	0	-1,351
	DE	2,162	2,162	0	-1,351
6	AB	4,356	5,620	-0,632	-3,118
	BC	4,356	4,356	0	-2,723
	CD	4,356	4,356	0	-2,723
	DE	4,356	4,356	0	-2,723
5	AB	7,089	8,519	-0,712	-4,876
	BC	7,089	7,089	0	-4,431
	CD	7,089	7,089	0	-4,431
	DE	7,089	7,089	0	-4,431
4	AB	9,351	11,712	-1,181	-6,582
	BC	9,351	9,351	0	-5,844
	CD	9,351	9,351	0	-5,844
	DE	9,351	9,351	0	-5,844
3	AB	10,815	13,544	-1,365	-7,612
	BC	10,815	10,815	0	-6,759
	CD	10,815	10,815	0	-6,759
	DE	10,815	10,815	0	-6,759
2	AB	13,264	16,613	-1,675	-9,337
	BC	13,264	13,264	0	-8,290
	CD	13,264	13,264	0	-8,290
	DE	13,264	13,264	0	-8,290
1	AB	12,816	16,700	-1,949	-9,224
	BC	12,816	12,816	0	-8,010
	CD	12,816	12,816	0	-8,010
	DE	12,816	12,816	0	-8,010

SENS TRANSVERSAL.
portique H-H

Niveau	Poteau	N(t)	N _{cum} (t)
7	1	1,269	1,269.
	2	-0,812	-0,812
	3	0,036	0,036
	4	0,287	0,287.
	5	-0,780	-0,780
6	1	2,643	3,912.
	2	-1,612	-2,424
	3	0,191	0,227
	4	0,650	0,937.
	5	-1,872	-2,652
5	1	3,493	7,405
	2	-2,131	-4,555
	3	0,253	0,480
	4	0,859.	1,796
	5	-2,474	-5,126
4	1	4,377	11,782
	2	-2,670	-7,225
	3	0,317	0,797.
	4	1,075	2,871.
	5	-3,099.	-8,225.
3	1	5,249.	17,031
	2	-3,202.	-10,427.
	3	0,380	1,177.
	4	1,290	4,161.
	5	-3,717	-11,942
2	1	6,220	23,251
	2	-3,794	-14,221
	3	0,450	1,627.
	4	1,529.	5,690
	5	-4,405	-16,347.
1	1	9,002	32,253
	2	-6,034	-20,255
	3	0,265	1,892.
	4	1,694	7,384
	5	-4,927	-21,274

portique G-G

Niveau	Poteau	N(t)	N _{cum} (t)
7	1	1,216	1,216.
	2	-0,779.	-0,779.
	3	0,035	0,035
	4	0,273	0,273
	5	-0,745	-0,745.
6	1	2,490	3,706
	2	-1,581	-2,360
	3	0,185	0,220
	4	0,610	0,883.
	5	-1,704	-2,449.
5	1	3,586	7,292
	2	-2,199.	-4,559
	3	0,244	0,464
	4	0,943.	1,826
	5	-2,574	-5,023.
4	1	4,639.	11,931.
	2	-2,786	-7,345
	3	0,330	0,794
	4	1,167.	2,993.
	5	-3,350	-8,373.
3	1	5,487	17,418.
	2	-3,347.	-10,692
	3	0,467.	1,261
	4	1,349.	4,342
	5	-3,956	-12,329.
2	1	6,644	24,062
	2	-3,974	-14,656
	3	0,495	1,756
	4	1,682	6,024
	5	-4,847.	-17,176
1	1	7,022.	31,084
	2	-4,331	-18,987
	3	0,484	2,24
	4	1,622	7,646
	5	-4,797	-21,973

EFFORTS Normaux dans les poteaux :

SENS LONGITUDINAL

portique 4-4

Niveau	Poteau	N(T)	N _{cum} (T)
7	A	1,523	1,523
	B	-0,226	-0,226
	C	0	0
	D	0	0
6	A	3,916	5,439
	B	-0,439	-0,665
	C	0	0
	D	0	0
5	A	5,648	11,087
	B	-0,770	-1,435
	C	0	0
	D	0	0
4	A	6,982	18,069
	B	-0,779	-2,214
	C	0	0
	D	0	0
3	A	8,317	26,386
	B	-0,933	-3,147
	C	0	0
	D	0	0
2	A	9,588	35,974
	B	-1,075	-4,222
	C	0	0
	D	0	0
1	A	12,681	48,655
	B	-2,9	-7,122
	C	0	0
	D	0	0

portique 4-4

Niveau	Poteau	N(T)	N _{cum} (T)
7	A	1,587	1,587
	B	-0,236	-0,236
	C	0	0
	D	0	0
6	A	3,118	4,705
	B	-0,395	-0,631
	C	0	0
	D	0	0
5	A	4,876	9,581
	B	-0,445	-1,076
	C	0	0
	D	0	0
4	A	6,582	16,163
	B	-0,738	-1,814
	C	0	0
	D	0	0
3	A	7,612	23,775
	B	-0,853	2,667
	C	0	0
	D	0	0
2	A	9,337	33,112
	B	-1,047	-3,714
	C	0	0
	D	0	0
1	A	9,224	42,336
	B	-1,214	-4,928
	C	0	0
	D	0	0

Calcul des efforts sous les charges verticales.

Le calcul des portiques sous les charges verticales sera fait par la méthode de "Caquot" - Cette méthode concerne essentiellement les portées solidaires des poteaux qui les supportent. Les moments d'inertie sont supposés constants.

Exposé de la méthode:

calcul des hauteurs fictives : $h'_n = 0,9 h_n$.

si le nœud considéré est à l'avant dernier plancher

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

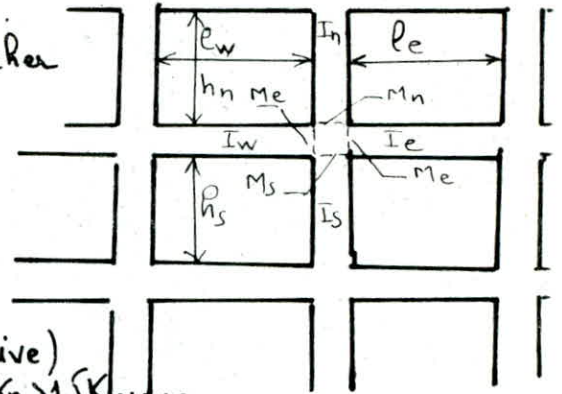
$h'_s = 0,8 h_s$

Travée intermédiaire :

$l'_w = 0,8 l_w$ $l'_e = 0,8 l_e$

Travée de rive : (nœud voisin du nœud de rive)

$l'_{w\text{ ou }e} = \chi l_{w\text{ ou }e}$ avec $\begin{cases} \chi = 0,8 & \text{si } K_s + K_n > 1,5 K_{w\text{ ou }e} \\ \chi = \frac{K_s + K_n}{1,5 K_{w\text{ ou }e}} \end{cases}$



calcul des moments fictifs:

$$M'_w = q_w \frac{l'^2_w}{8,5}$$

$$M'_e = q_e \frac{l'^2_e}{8,5}$$

q : charge unif. répartie

calcul des rigidités:

$$K_w = \frac{I_w}{l'_w}$$

$$K_e = \frac{I_e}{l'_e}$$

$$K_n = \frac{I_n}{h'_n}$$

$$K_s = \frac{I_s}{h'_s}$$

$$D = K_w + K_e + K_n + K_s$$

I_n, I_e, I_s, I_w : désignent les moments d'inertie respectifs des éléments for le nœud considéré.

Moments dans les sections dangereuses (mus d'appuis), sont donnés, par

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

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

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

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

Etapes à suivre:

- Calcul des caractéristiques de chaque portique c-à-d $l_w, l_e, \dots, I_w, I_e,$
- On détermine les charges revenant à chaque portique.
- On calcule les moments aux appuis sous G et P.
- " " les efforts tranchants et normaux sous G et P.
- " " moments en travées dans les portées sous G et P toute les valeurs sont résumées dans les tableaux.

remarque :

Les moments M_e et M_w sont négatifs pour les poutres, pour les poteaux la face tendue du tronçon supérieur est du côté correspondant à la plus grande des 2 valeurs absolues M_e et M_w

Calcul des efforts tranchants dans les poutres :

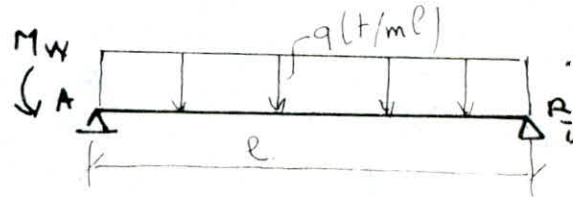
les efforts tranchants dans les poutres, se calculent conformément aux règles CCBA 68, en considérant la travée indépendante et en faisant état des moments de continuité et de la charge qui lui est appliquée q .

$$\sum M^T/B = 0 \Rightarrow M_w + R_A l - M_e - \frac{q l^2}{2} = 0$$

$$R_A = \frac{M_e - M_w}{2} + \frac{q l}{2}$$

$$T(x) = R_A - qx$$

$$T(x) = \frac{M_e - M_w}{2} + \frac{q l}{2} - qx$$



Efforts normaux dans les poteaux : pour les charges verticales provoquant des efforts tranchants aux appuis des poutres, on aura des réactions qui créent des efforts de compression dans les poteaux.

$$N_i = |T_{ic}| + |T_{iw}|$$



Moments en travées dans les poutres (Art 1.2. CCBA 68) : on trace la courbe des moments de la travée indépendante de portée l avec les charges permanentes, puis avec la combinaison des charges permanentes et surcharges, on aura 2 cas possibles

- Moments positifs : celle qui joint les moments d'appuis minimaux en valeur absolue
- Moments négatifs : celle qui joint les moments d'appuis maximaux en valeur absolue

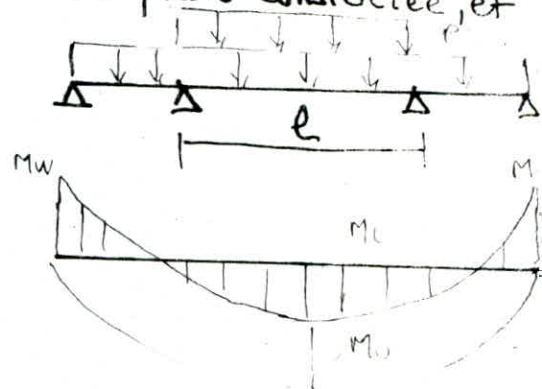
On remarque que les charges et surcharges donnent un moment positif en travée sera un cas défavorable - En considérant ce cas précis, les 3 cas de chargement de la travée considérée $(G+1,2P)$; $(G+P)$, $(0,8G)$ on décharge les poutres à gauche et à droite de la poutre considérée, et on aura les résultats suivants :

$$\begin{cases} M_{t1} = M_0(G+1,2P) - M_{a1} \\ M_{t2} = M_0(G+P) - M_{a2} \\ M_{t3} = M_0(0,8G) - M_{a3} \end{cases}$$

$$M_{a1} = \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2}$$

$$M_{a2} = \frac{M_e(G) + M_w(G)}{2}$$

$$M_{a3} = \frac{M_e(0,8G) + M_w(0,8G)}{2}$$



Caractéristiques Géométriques

Profil Longitudinal

Niveau	Noeud	Lw[m]	h _{elm}	h _n	h _s	Iw 10 ⁶	Ie 10 ⁶	I _n 10 ⁶	I _s 10 ⁶	L'w	I'e	h _n	h' _s	Kw 10 ⁻²	Ke 10 ⁻²	K _n 10 ⁻²	K _s 10 ⁻²	D 10 ⁻³
7	A		2,95		2,71		8,93		14,29		2,36		2,17		3,784		6,585	1,0369
	B	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	1,415
	C	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	1,415
	D	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	1,415
6	A		2,95		2,71		8,93		14,29		2,36		2,17		3,784		6,585	1,622
	B	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,001
	C	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,001
	D	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,001
5	A		2,95		2,71		8,93		14,29		2,36		2,17		3,784		6,585	1,695
	B	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	C	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	D	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
4	A		2,95		2,71		8,93		14,29		2,36		2,17		3,784		6,585	1,695
	B	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	C	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	D	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
3	A		2,95		2,71		8,93		14,29		2,36		2,17		3,784		6,585	1,695
	B	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	C	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	D	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
2	A		2,95		2,71		8,93		14,29		2,36		2,17		3,784		6,585	1,695
	B	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	C	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	D	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
1	A		2,95		2,71		8,93		14,29		2,36		2,17		3,784		6,585	1,695
	B	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	C	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074
	D	2,95	2,95		2,71	8,93	8,93		14,29	2,36	2,36		2,17	3,784	3,784		6,585	2,074

Moment sous G

65

Partique H-H.

N	Niveau	$q_w (t/m)$	$q_e (t/m)$	$M_w (t_m)$	$M_e (t_m)$	$M_w (t_m)$	$M_e (t_m)$	$M_n (t_m)$	$M_b (t_m)$
7	1	/	1,13	/	0,167	/	0,089	/	0,089
	2	1,13	1,13	0,187	1,375	0,646	1,206	/	0,559
	3	1,13	1,13	1,228	1,228	1,228	1,228	/	/
	4	1,13	1,13	1,228	1,196	1,222	1,203	/	-0,019
	5	1,13	/	1,196	/	0,905	/	/	-0,90
6	1	/	1,544	/	0,228	/	0,156	0,073	0,083
	2	1,544	1,544	0,228	1,679	0,637	1,528	0,419	0,471
	3	1,544	1,544	1,679	1,679	1,679	1,679	/	/
	4	1,544	1,544	1,679	1,635	1,673	1,640	-0,015	-0,0173
	5	1,544	/	1,635	/	1,395	/	-0,657	-0,739
5	1	/	1,544	/	0,228	/	0,159	0,079	0,079
	2	1,544	1,544	0,228	1,679	0,623	1,533	0,455	0,455
	3	1,544	1,544	1,679	1,679	1,679	1,679	/	/
	4	1,544	1,544	1,679	1,635	1,673	1,640	-0,016	-0,016
	5	1,544	/	1,635	/	1,407	/	-0,703	-0,703
4	1	/	1,544	/	0,228	/	0,159	0,079	0,079
	2	1,544	1,544	0,228	1,679	0,623	1,533	0,455	0,455
	3	1,544	1,544	1,679	1,679	1,679	1,679	/	/
	4	1,544	1,544	1,679	1,635	1,673	1,640	-1,659	-1,659
	5	1,544	/	1,635	/	1,407	/	-0,703	-0,703
3	1	/	1,544	/	0,228	/	0,159	0,079	0,079
	2	1,544	1,544	0,228	1,679	0,623	1,533	0,455	0,455
	3	1,544	1,544	1,679	1,679	1,679	1,679	/	/
	4	1,544	1,544	1,679	1,635	1,673	1,640	-1,659	-1,659
	5	1,544	/	1,635	/	1,407	/	-0,703	-0,703
2	1	/	1,544	/	0,228	/	0,159	0,079	0,079
	2	1,544	1,544	0,228	1,679	0,623	1,533	0,455	0,455
	3	1,544	1,544	1,679	1,679	1,679	1,679	/	/
	4	1,544	1,544	1,679	1,635	1,673	1,640	-0,016	-0,016
	5	1,544	/	1,635	/	1,407	/	-0,703	-0,703
1	1	/	1,544	/	0,228	/	0,156	0,082	0,074
	2	1,544	1,544	0,228	1,679	0,635	1,528	0,469	0,424
	3	1,544	1,544	1,679	1,679	1,679	1,679	/	/
	4	1,544	1,544	1,679	1,635	1,673	1,640	-0,017	-0,015
	5	1,544	/	1,635	/	/	/	-0,783	-0,663

Portique G G:

N	Nœud	q_w (t/m)	q_e (t/m)	M_w (t/m)	M_e (t/m)	M_w (t/m)	M_e (t/m)	M_n (t/m)	M_s (t/m)
7	1	/	2,115	/	0,312	/	0,132	/	0,132
	2	2,115	2,115	0,396	2,921	1,545	2,498	/	0,954
	3	2,115	2,115	2,299	2,299	2,299	2,299	/	/
	4	2,115	2,115	2,299	2,239	2,284	2,464	/	2,996
	5	2,115	2,115	2,239	/	1,486	/	/	1,486
6	1	/	1,539	/	0,227	/	0,732	0,062	0,069
	2	1,539	1,539	0,235	1,734	0,773	1,536	0,359	0,404
	3	1,539	1,539	1,673	1,673	1,673	1,673	/	/
	4	1,539	1,539	1,673	1,629	1,666	1,637	0,013	-0,016
	5	1,539	1,539	1,629	/	1,285	/	-0,605	-0,680
5	1	/	1,539	/	0,227	/	0,735	0,068	0,068
	2	1,539	1,539	0,229	1,688	0,741	1,499	0,379	0,379
	3	1,539	1,539	1,673	1,673	1,673	1,673	/	/
	4	1,539	1,539	1,673	1,629	1,666	1,637	-0,014	-0,014
	5	1,539	1,539	1,629	/	1,300	/	-0,650	-0,650
4	1	/	1,539	/	0,227	/	0,735	0,068	0,068
	2	1,539	1,539	0,229	1,688	0,741	1,499	0,379	0,379
	3	1,539	1,539	1,673	1,673	1,673	1,673	/	/
	4	1,539	1,539	1,673	1,629	1,666	1,637	-0,014	-0,014
	5	1,539	1,539	1,629	/	1,300	/	-0,650	-0,650
3	1	/	1,539	/	0,227	/	0,735	0,068	0,068
	2	1,539	1,539	0,229	1,688	0,741	1,499	0,379	0,379
	3	1,539	1,539	1,673	1,673	1,673	1,673	/	/
	4	1,539	1,539	1,673	1,629	1,666	1,637	0,014	0,014
	5	1,539	1,539	1,629	/	1,300	/	0,650	0,650
2	1	/	1,539	/	0,227	/	0,735	0,067	0,067
	2	1,539	1,539	0,229	1,688	0,741	1,499	0,379	0,379
	3	1,539	1,539	1,673	1,673	1,673	1,673	/	/
	4	1,539	1,539	1,673	1,629	1,666	1,637	-0,014	-0,014
	5	1,539	1,539	1,629	/	1,300	/	-0,650	-0,650
1	1	/	1,539	/	0,227	/	0,733	0,069	0,063
	2	1,539	1,539	0,234	1,727	0,769	1,530	0,400	0,362
	3	1,539	1,539	1,673	1,673	1,673	1,673	/	/
	4	1,539	1,539	1,673	1,629	1,666	1,637	-0,015	-0,012
	5	1,539	1,539	1,629	/	1,287	/	-0,670	-0,61

Moment sous P
Portique H-H

67

N	Nœud	q_w (t/m)	q_0 (t/m)	M'_y (tm)	M_a (tm)	M'_y (tm)	M_a (tm)	M_n (tm)	M_s (tm)
7	1		0,16		0,024		0,014		0,014
	2	0,16	0,16	0,024	0,177	0,078	0,157		0,079
	3	0,16	0,16	0,174	0,174	0,174	0,174		
	4	0,16	0,16	0,174	0,164	0,173	0,170		-0,003
	5	0,16		0,169		0,134			-0,134
6	1		0,28		0,041		0,030	0,014	0,016
	2	0,28	0,28	0,041	0,304	0,106	0,261	0,082	0,093
	3	0,28	0,28	0,304	0,304	0,304	0,304		
	4	0,28	0,28	0,304	0,296	0,304	0,297	-0,003	-0,003
	5	0,28		0,296		0,262		-0,123	-0,138
5	1		0,28		0,041		0,031	0,015	0,015
	2	0,28	0,28	0,041	0,304	0,103	0,282	0,089	0,089
	3	0,28	0,28	0,304	0,304	0,304	0,304		
	4	0,28	0,28	0,304	0,296	0,304	0,297	-0,003	-0,003
	5	0,28		0,296		0,262		-0,131	-0,131
4	1		0,28		0,041		0,030	0,015	0,015
	2	0,28	0,28	0,041	0,304	0,103	0,282	0,089	0,089
	3	0,28	0,28	0,304	0,304	0,304	0,304		
	4	0,28	0,28	0,304	0,296	0,304	0,297	-0,003	-0,003
	5	0,28		0,296		0,262		-0,131	-0,131
3	1		0,28		0,041		0,031	0,015	0,015
	2	0,28	0,28	0,041	0,304	0,103	0,282	0,089	0,089
	3	0,28	0,28	0,304	0,304	0,304	0,304		
	4	0,28	0,28	0,304	0,296	0,304	0,297	-0,003	-0,003
	5	0,28		0,296		0,262		-0,131	-0,131
2	1		0,28		0,041		0,031	0,015	0,015
	2	0,28	0,28	0,041	0,304	0,103	0,282	0,089	0,089
	3	0,28	0,28	0,304	0,304	0,304	0,304		
	4	0,28	0,28	0,304	0,296	0,304	0,297	-0,003	-0,003
	5	0,28		0,296		0,262		-0,131	-0,131
1	1		0,28		0,041		0,030	0,016	0,014
	2	0,28	0,28	0,041	0,304	0,105	0,281	0,092	0,083
	3	0,28	0,28	0,304	0,304	0,304	0,304		
	4	0,28	0,28	0,304	0,296	0,304	0,297	-0,003	-0,002
	5	0,28		0,296		0,261		-0,137	-0,139

Portique G-G

N	Nœud	q_w (t/m)	q_e (t/m)	M'_N (t-m)	M'_A (t-m)	M_w (t-m)	M_A (t-m)	M_B (t-m)	M_S (t-m)
7	1	/	0,32	/	0,047	/	0,023	/	0,023
	2	0,32	0,32	0,057	0,418	0,109	0,362	/	0,153
	3	0,32	0,32	0,348	0,348	0,348	0,348	/	/
	4	0,32	0,32	0,348	0,339	0,346	0,341	/	-0,005
	5	0,32	/	0,339	/	0,211	/	/	-0,241
6	1	/	0,56	/	0,083	/	0,052	0,026	0,028
	2	0,56	0,56	0,028	0,609	0,252	0,546	0,139	0,156
	3	0,56	0,56	0,609	0,609	0,609	0,609	/	/
	4	0,56	0,56	0,609	0,593	0,606	0,595	-0,005	-0,005
	5	0,56	/	0,593	/	0,488	/	-0,229	-0,258
5	1	/	0,56	/	0,083	/	0,053	0,027	0,027
	2	0,56	0,56	0,083	0,609	0,246	0,548	0,161	0,151
	3	0,56	0,56	0,609	0,609	0,609	0,609	/	/
	4	0,56	0,56	0,609	0,593	0,606	0,595	-0,006	-0,006
	5	0,56	/	0,593	/	0,493	/	-0,246	-0,246
4	1	/	0,56	/	0,083	/	0,053	0,027	0,027
	2	0,56	0,56	0,027	0,609	0,246	0,548	0,151	0,151
	3	0,56	0,56	0,609	0,609	0,609	0,609	/	/
	4	0,56	0,56	0,609	0,593	0,606	0,595	-0,006	-0,006
	5	0,56	/	0,593	/	0,493	/	-0,246	-0,246
3	1	/	0,56	/	0,083	/	0,053	0,027	0,027
	2	0,56	0,56	0,083	0,609	0,246	0,548	0,161	0,151
	3	0,56	0,56	0,609	0,609	0,609	0,609	/	/
	4	0,56	0,56	0,609	0,593	0,606	0,595	-0,006	-0,006
	5	0,56	/	0,593	/	0,493	/	-0,246	-0,246
2	1	/	0,56	/	0,083	/	0,053	0,027	0,027
	2	0,56	0,56	0,083	0,609	0,246	0,548	0,161	0,151
	3	0,56	0,56	0,609	0,609	0,609	0,609	/	/
	4	0,56	0,56	0,609	0,593	0,606	0,595	-0,006	-0,006
	5	0,56	/	0,593	/	0,493	/	-0,246	-0,246
1	1	/	0,56	/	0,083	/	0,053	0,028	0,026
	2	0,56	0,56	0,083	0,608	0,261	0,547	0,155	0,140
	3	0,56	0,56	0,609	0,609	0,609	0,609	/	/
	4	0,56	0,56	0,609	0,593	0,606	0,595	-0,006	-0,006
	5	0,56	/	0,593	/	0,485	/	-0,257	-0,258

Moments aux appuis des portiques Longitudinaux

Moment sous G

Portique 5.5

Niveau	Noeud	q_w	q_e	M'_w	M'_e	M_w	M_e	M_n	M_s
7	A		0,215		0,131		0,095		0,095
	B	0,215	0,215	0,131	0,131	0,131	0,131		
	C	0,215	0,215	0,131	0,131	0,131	0,131		
	D	0,215	0,215	0,131	0,131	0,131	0,131		
6	A		0,931		0,569		0,474	0,223	0,251
	B	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	C	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	D	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
5	A		0,931		0,569		0,478	0,239	0,239
	B	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	C	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	D	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
4	A		0,931		0,569		0,478	0,239	0,239
	B	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	C	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	D	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
3	A		0,931		0,569		0,478	0,239	0,239
	B	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	C	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	D	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
2	A		0,931		0,569		0,478	0,239	0,239
	B	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	C	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	D	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
1	A		0,931		0,569		0,474	0,249	0,225
	B	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	C	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		
	D	0,931	0,931	0,569	0,569	0,569	0,569		

Portique 4-4 :

Niveau	Nœud	q_w	q_e	M'_w	M'_e	M_w	M_e	M_n	M_G
7	A		0,43		0,263		0,165		0,165
	B	0,43	0,43	0,263	0,263	0,263	0,263		
	C	0,43	0,43	0,263	0,263	0,263	0,263		
	D	0,43	0,43	0,263	0,263	0,263	0,263		
6	A		0,313	0	0,191	0	0,145	0,068	0,077
	B	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	C	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	D	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
5	A		0,313	0	0,191	0	0,147	0,073	0,073
	B	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	C	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	D	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
4	A		0,313	0	0,191	0	0,147	0,073	0,073
	B	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	C	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	D	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
3	A		0,313	0	0,191	0	0,147	0,073	0,073
	B	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	C	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	D	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
2	A		0,313	0	0,191	0	0,147	0,073	0,073
	B	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	C	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	D	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
1	A		0,313	0	0,191	0	0,145	0,076	0,069
	B	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	C	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0
	D	0,313	0,313	0,191	0,191	0,191	0,191	0	0

Moments aux appuis
des portiques Longitudinaux
Moment sous P

Portique 5.5 :

Niveau	Noeud	q_w	q_e	M'_w	M'_e	M_w	M_e	M_n	M_s
7	A		0,033		0,020		0,015		0,015
	B	0,033	0,033	0,020	0,020	0,020	0,020		
	C	0,033	0,033	0,020	0,020	0,020	0,020		
	D	0,033	0,033	0,020	0,020	0,020	0,020		
6	A		0,057		0,035		0,030	0,014	0,016
	B	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	C	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	D	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
5	A		0,057		0,035		0,030	0,015	0,015
	B	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	C	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	D	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
4	A		0,057		0,035		0,030	0,015	0,015
	B	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	C	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	D	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
3	A		0,057		0,035		0,030	0,015	0,015
	B	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,030		
	C	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	D	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
2	A		0,057		0,035		0,030	0,015	0,015
	B	0,057	0,057	0,034	0,035	0,035	0,035		
	C	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	D	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
1	A		0,057		0,035		0,030	0,016	0,014
	B	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	C	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		
	D	0,057	0,057	0,035	0,035	0,035	0,035		

Portique 4-4

Niveau	Noeud	q_w (t/m)	q_e (t/m)	M'_w (t.m)	M'_e (t.m)	M_w (t.m)	M_e (t.m)	M_n (t.m)	M_s (t.m)
7	A		0,065		0,039		0,027		0,027
	B	0,065	0,065	0,039	0,039	0,039	0,039		
	C	0,065	0,065	0,039	0,039	0,039	0,039		
	D	0,065	0,065	0,039	0,039	0,039	0,039		
6	A		0,114		0,069		0,056	0,026	0,029
	B	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	C	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	D	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
5	A		0,114		0,069		0,056	0,028	0,028
	B	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	C	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	D	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
4	A		0,114		0,069		0,056	0,029	0,028
	B	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	C	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	D	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
3	A		0,114		0,069		0,056	0,029	0,028
	B	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	C	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	D	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
2	A		0,114		0,069		0,056	0,029	0,028
	B	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	C	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	D	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
1	A		0,114		0,069		0,056	0,029	0,026
	B	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	C	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		
	D	0,114	0,114	0,069	0,069	0,069	0,069		

Moments et efforts tranchants

dans les poutres

sens transversal

portique H-H.

Niveau	Poutre	L (m)	Sous charge permanente G					Sous surcharge P				
			q (t/m)	M _n (t.m)	Me (t.m)	T _w (t)	Te (t)	q (t/m)	M _w (t.m)	Me (t.m)	T _w (t)	Te (t)
7	1-2	1,55	1,13	0,089	0,646	1,235	-0,516	0,16	0,014	0,079	0,166	-0,083
	2-3	3,95	1,13	1,206	1,229	2,238	-2,226	0,16	0,158	0,174	0,320	-0,312
	3-4	3,95	1,13	1,229	1,222	2,230	-2,234	0,16	0,134	0,173	0,316	-0,316
	4-5	3,90	1,13	1,203	0,904	2,127	-2,280	0,16	0,170	0,135	0,289	-0,335
6	1-2	1,55	1,544	0,156	0,637	1,507	-0,886	0,28	0,030	0,106	0,266	-0,168
	2-3	3,95	1,544	1,528	1,679	3,088	-3,012	0,28	0,281	0,305	0,559	-0,547
	3-4	3,95	1,544	1,679	1,673	3,048	-3,051	0,28	0,305	0,304	0,553	-0,553
	4-5	3,90	1,544	1,641	1,396	2,948	-3,074	0,28	0,298	0,261	0,537	-0,556
5	1-2	1,55	1,544	0,159	0,623	1,496	-0,897	0,28	0,031	0,103	0,263	-0,171
	2-3	3,95	1,544	1,533	1,679	3,086	-3,013	0,28	0,281	0,305	0,559	-0,547
	3-4	3,95	1,544	1,679	1,674	3,048	-3,051	0,28	0,305	0,304	0,553	-0,553
	4-5	3,90	1,544	1,640	1,407	2,951	-3,071	0,28	0,208	0,262	0,537	-0,556
4	1-2	1,55	1,544	0,159	0,623	1,496	-0,897	0,28	0,031	0,103	0,263	-0,171
	2-3	3,95	1,544	1,533	1,679	3,086	-3,013	0,28	0,282	0,305	0,559	-0,547
	3-4	3,95	1,544	1,679	1,674	3,048	-3,051	0,28	0,305	0,304	0,553	-0,533
	4-5	3,90	1,544	1,640	1,407	2,951	-3,071	0,28	0,298	0,262	0,537	-0,556
3	1-2	1,55	1,544	0,159	0,623	1,496	-0,897	0,28	0,031	0,103	0,263	-0,171
	2-3	3,95	1,544	1,533	1,679	3,086	-3,013	0,28	0,182	0,305	0,559	-0,547
	3-4	3,95	1,544	1,679	1,674	3,048	-3,051	0,28	0,305	0,304	0,553	-0,553
	4-5	3,90	1,544	1,640	1,407	2,951	-3,071	0,28	0,298	0,262	0,537	-0,556
2	1-2	1,55	1,544	0,159	0,623	1,496	-0,897	0,28	0,031	0,103	0,263	-0,171
	2-3	3,95	1,544	1,533	1,679	3,086	-3,013	0,28	0,282	0,305	0,559	-0,547
	3-4	3,95	1,544	1,679	1,674	3,048	-3,051	0,28	0,305	0,304	0,553	-0,553
	4-5	3,90	1,544	1,640	1,407	2,951	-3,071	0,28	0,298	0,262	0,537	-0,556
1	1-2	1,55	1,544	0,157	0,635	1,505	-0,888	0,28	0,030	0,105	0,266	-0,168
	2-3	3,95	1,544	1,529	1,675	3,088	-3,012	0,28	0,281	0,305	0,559	-0,547
	3-4	3,95	1,544	1,679	1,673	3,048	-3,051	0,28	0,305	0,304	0,553	-0,553
	4-5	3,90	1,544	1,641	1,397	2,948	-3,074	0,28	0,298	0,261	0,537	-0,555

Partique G. G.

74

Niveau	Échelle	Sous charge permanente G						Sous surcharge P					
		l(m)	q(t/m)	Mw(t.m)	Me(t.m)	Tw(t)	Te(t)	q(t/m)	Mw(t.m)	Me(t.m)	Tw(t)	Te(t)	
7	1-2	1,55	2,115	0,132	1,545	2,551	-0,728	0,32	0,023	0,209	0,368	-0,128	
	2-3	3,95	2,115	2,499	2,300	4,127	-4,228	0,32	0,362	0,348	0,629	-0,636	
	3-4	3,95	2,115	2,300	2,285	4,173	-4,181	0,32	0,348	0,346	0,632	-0,633	
	4-5	3,90	2,115	2,255	1,487	3,927	-4,321	0,32	0,341	0,241	0,599	-0,650	
6	1-2	1,55	1,539	0,133	0,773	1,666	-0,779	0,56	0,053	0,252	0,563	-0,306	
	2-3	3,95	1,539	1,536	1,673	3,074	-3,005	0,56	0,547	0,609	1,122	-1,091	
	3-4	3,95	1,539	1,673	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,809	0,607	1,105	-1,107	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,285	2,912	-3,092	0,56	0,596	0,483	1,065	-1,120	
5	1-2	1,55	1,539	0,135	0,741	1,584	-0,802	0,56	0,054	0,247	0,559	-0,310	
	2-3	3,95	1,539	1,499	1,673	3,084	-2,996	0,56	0,549	0,609	1,122	-1,091	
	3-4	3,95	1,539	1,673	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,609	0,607	1,105	-1,107	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,300	2,915	-3,088	0,56	0,596	0,493	1,066	-1,119	
4	1-2	1,55	1,539	0,135	0,741	1,594	-0,802	0,56	0,054	0,247	0,559	-0,310	
	2-3	3,95	1,539	1,499	1,673	3,084	-2,996	0,56	0,543	0,609	1,122	-1,091	
	3-4	3,95	1,539	1,673	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,609	0,607	1,105	-1,107	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,300	2,915	-3,088	0,56	0,596	0,493	1,066	-1,119	
3	1-2	1,55	1,539	0,135	0,741	1,584	-0,802	0,56	0,054	0,247	0,559	-0,310	
	2-3	3,95	1,539	1,499	1,673	3,084	-2,996	0,56	0,549	0,609	1,122	-1,091	
	3-4	3,95	1,539	1,673	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,609	0,607	1,105	-1,107	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,300	2,915	-3,088	0,56	0,596	0,493	1,066	-1,119	
2	1-2	1,55	1,539	0,135	0,741	1,584	-0,802	0,56	0,054	0,247	0,559	-0,310	
	2-3	3,95	1,539	1,499	1,673	3,084	-2,996	0,56	0,549	0,603	1,122	-1,091	
	3-4	3,95	1,539	1,673	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,609	0,607	1,105	-1,107	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,300	2,915	-3,088	0,56	0,596	0,493	1,066	-1,119	
1	1-2	1,55	1,539	0,135	0,741	1,584	-0,802	0,56	0,054	0,247	0,559	-0,310	
	2-3	3,95	1,539	1,499	1,673	3,084	-2,996	0,56	0,549	0,603	1,122	-1,091	
	3-4	3,95	1,539	1,673	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,609	0,607	1,105	-1,107	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,300	2,915	-3,088	0,56	0,596	0,493	1,066	-1,119	
	1-2	1,55	1,539	0,133	0,769	1,603	-0,783	0,56	0,058	0,252	0,563	-0,306	
	2-3	3,95	1,539	1,531	1,673	3,076	-3,004	0,56	0,547	0,609	1,122	-1,091	
	3-4	3,95	1,539	1,673	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,609	0,607	1,105	-1,107	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,666	3,038	-3,042	0,56	0,609	0,607	1,105	-1,107	
	1-2	1,55	1,539	1,637	1,287	2,912	-3,092	0,56	0,596	0,489	1,065	-1,120	
	4-5	3,90	1,539	1,637	1,287	2,912	-3,092	0,56	0,596	0,489	1,065	-1,120	

Moments et efforts tranchants dans les poutres
sens longitudinal

potique 5-5:

Niveau	Poutres	Sous charge permanente G						Sous surcharge P.					
		ℓ(m)	q(t/m)	M _w (t.m)	M _e (t.m)	T _w (t)	T _e (t)	ℓ(m)	q(t/m)	M _w (t.m)	M _e (t.m)	T _w (t)	T _e (t)
7	AB	2,95	0,215	0,055	0,131	0,330	-0,3	2,95	0,033	0,015	0,020	0,051	-0,047
	BC	2,95	0,215	0,131	0,131	0,330	-0,317	2,95	0,033	0,020	0,020	0,049	-0,049
	CD	2,95	0,215	0,131	0,131	0,317	-0,317	2,95	0,033	0,020	0,020	0,049	-0,049
	DE	2,95	0,215	0,131	0,131	0,317	-0,317	2,95	0,033	0,020	0,020	0,049	-0,049
6	AB	2,95	0,931	0,474	+0,569	1,089	-1,658	2,95	0,057	0,030	0,035	0,086	-0,083
	BC	2,95	0,931	0,569	+0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	CD	2,95	0,931	0,669	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	DE	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
5	AB	2,95	0,931	0,478	0,569	1,404	-1,343	2,95	0,057	0,030	0,035	0,088	-0,083
	BC	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	CD	2,95	0,931	0,569	0,569	1,37	-1,37	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	DE	2,95	0,931	0,569	0,569	1,377	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
4	AB	2,95	0,931	0,478	0,569	1,404	-1,343	2,95	0,057	0,030	0,035	0,088	-0,083
	BC	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	CD	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	DE	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
3	AB	2,95	0,931	0,478	0,569	1,404	-1,343	2,95	0,057	0,030	0,035	0,088	-0,083
	BC	2,95	0,931	0,569	0,569	1,273	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,081	-0,084
	CD	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,081	-0,084
	DE	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,081	-0,084
2	AB	2,95	0,931	0,478	0,569	1,404	-1,343	2,95	0,057	0,030	0,035	0,088	-0,083
	BC	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	CD	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	DE	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
1	AB	2,95	0,931	0,474	0,569	1,089	-1,658	2,95	0,057	0,030	0,035	0,086	-0,083
	BC	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	CD	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084
	DE	2,95	0,931	0,569	0,569	1,373	-1,373	2,95	0,057	0,035	0,035	0,084	-0,084

Patique 4-4

Niveau	Poutres	Sous charge permanente G						Sous surcharge P					
		ℓ(m)	q(t/m)	Mw(t.m)	Mc(t.m)	Tw(t)	Tc(t)	ℓ(m)	q(t/m)	Mw(t.m)	Mc(t.m)	Tw(t)	Tc(t)
7	AB	2,95	0,43	0,165	0,263	0,667	-0,667	2,95	0,065	0,027	0,039	0,100	-0,092
	BC	2,95	0,43	0,163	0,263	0,634	-0,634	2,95	0,065	0,039	0,039	0,096	-0,096
	CD	2,95	0,43	0,263	0,263	0,634	-0,634	2,95	0,065	0,039	0,039	0,096	-0,096
	DE	2,95	0,43	0,263	0,263	0,634	-0,634	2,95	0,065	0,039	0,039	0,096	-0,096
6	AB	2,95	0,313	0,145	0,191	0,478	-0,446	2,95	0,114	0,056	0,069	0,173	-0,164
	BC	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	CD	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	DE	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
5	AB	2,95	0,313	0,147	0,191	0,477	-0,447	2,95	0,114	0,056	0,069	0,173	-0,164
	BC	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,089	0,069	0,168	-0,168
	CD	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,089	0,069	0,168	-0,168
	DE	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,089	0,069	0,168	-0,168
4	AB	2,95	0,313	0,147	0,191	0,4	-0,447	2,95	0,114	0,056	0,069	0,177	-0,164
	BC	2,95	0,313	0,191	0,191	0,42	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,162	-0,162
	CD	2,95	0,313	0,191	0,191	0,460	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	DE	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,162
3	AB	2,95	0,313	0,147	0,191	0,477	-0,447	2,95	0,114	0,056	0,069	0,173	-0,164
	BC	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	CD	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	DE	2,95	0,313	0,191	0,191	0,460	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
2	AB	2,95	0,313	0,147	0,191	0,477	-0,447	2,95	0,114	0,056	0,069	0,173	-0,164
	BC	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	CD	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	DE	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
1	AB	2,95	0,313	0,145	0,191	0,478	-0,446	2,95	0,114	0,056	0,069	0,173	-0,164
	BC	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	CD	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168
	DE	2,95	0,313	0,191	0,191	0,462	-0,462	2,95	0,114	0,069	0,069	0,168	-0,168

Moments en travée dans les poutres

poutres transversaux

poutre H-H

Niveau Poutres	Mw (t.m) "Sous G"	Ma (t.m) "Sous G"	MOT (t.m)		MG (t.m)		0,8 G	
			G+P	0,8 G	G+1,2P	G+P		
6	1 2	0,089	0,646	0,387	0,272	0,030	0,020	-0,022
	2 3	1,106	1,229	2,516	1,763	1,361	1,299	0,789
	3 4	1,229	0,904	2,578	1,763	1,361	1,291	0,783
	4 5	1,203	0,637	2,512	1,719	1,461	1,400	0,876
	1 2	0,156	1,679	0,548	0,371	0,169	0,152	0,054
5	2 3	1,528	1,679	3,557	2,409	2,064	1,954	1,126
	3 4	1,679	1,673	3,557	2,409	1,991	1,881	1,068
	4 5	1,641	1,396	3,468	2,349	2,056	1,950	1,134
	1-2	0,159	0,623	0,548	0,371	0,174	0,197	0,058
	2 3	1,533	1,679	3,557	2,409	2,061	1,954	1,124
4	3 4	1,679	1,674	3,557	2,409	1,991	1,881	1,068
	4 5	1,640	1,407	3,468	2,349	2,051	1,945	1,130
	1 2	0,159	0,623	0,548	0,371	0,174	0,157	0,058
	2 3	1,533	1,679	3,557	2,409	2,061	1,954	1,124
	3 4	1,679	1,674	3,557	2,409	1,991	1,881	1,068
3	4 5	1,640	1,407	3,468	2,349	2,051	1,945	1,130
	1 2	0,159	0,623	0,548	0,371	0,174	0,157	0,058
	2 3	1,533	1,679	3,557	2,409	2,061	1,954	1,124
	3 4	1,679	1,674	3,557	2,409	1,991	1,881	1,068
	4 5	1,640	1,407	3,468	2,349	2,051	1,945	1,130
2	1 2	0,159	0,623	0,548	0,371	0,174	0,157	0,058
	2 3	1,533	1,679	3,557	2,409	2,061	1,954	1,124
	3 4	1,679	1,674	3,557	2,409	1,991	1,881	1,068
	4 5	1,640	1,407	3,468	2,349	2,051	1,945	1,130
	1 2	0,159	0,623	0,548	0,371	0,174	0,157	0,058
1	2 3	1,533	1,679	3,557	2,409	2,061	1,954	1,124
	3 4	1,679	1,674	3,557	2,409	1,991	1,881	1,068
	4 5	1,640	1,407	3,468	2,349	2,051	1,945	1,130
	1 2	0,157	0,623	0,548	0,371	0,169	0,162	0,063
	2 3	1,529	1,679	3,557	2,409	2,065	1,954	1,126
1	3 4	1,679	1,673	3,557	2,409	1,991	1,881	1,068
	4 5	1,641	1,397	3,468	2,349	2,055	1,949	1,134

patique G.G:

Niveau	Butres	Mw (t.m) "Sous G"	Ma (t.m) "Sous G"	MOT (t.m)			Mt (t.m)		
				G+1,1P	G+P	0,8G	G+1,2P	G+P	0,8G
7	1 2	0,132	1,545	0,751	0,731	0,508	-0,088	-0,108	0,8G
	2 3	2,499	2,300	4,874	4,749	0,3299	2,475	2,350	-0,163
	3 4	2,300	2,285	4,874	4,749	3,299	2,582	2,457	1,379
	4 5	2,255	1,407	4,752	4,629	3,217	2,881	2,758	1,465
	1 2	0,132	0,773	0,664	0,630	0,369	0,213	0,178	1,720
6	2 3	1,536	1,673	1,312	4,044	2,401	2,708	2,490	0,007
	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,426	1,118
	4 5	1,637	1,285	4,204	3,991	2,341	2,530	0,880	1,066
	1 2	0,135	0,741	0,664	0,630	0,369	0,226	0,192	1,173
	2 3	1,499	1,673	4,312	4,094	1,939	2,726	2,508	0,019
5	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,425	0,071
	4 5	1,637	1,300	4,204	3,991	2,341	2,736	2,626	1,066
	1 2	0,135	0,741	0,664	0,630	0,369	0,226	0,192	1,167
	2 3	1,499	1,673	4,312	4,094	1,939	2,726	2,508	0,019
	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,425	0,671
4	4 5	1,637	1,300	4,204	3,991	2,341	2,736	2,626	1,066
	1 2	0,135	0,741	0,664	0,630	0,369	0,226	0,192	1,167
	2 3	1,499	1,673	4,312	4,094	1,939	2,726	2,508	0,019
	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,425	0,671
	4 5	1,637	1,300	4,204	3,991	2,341	2,736	2,626	1,066
3	1 2	0,135	0,741	0,664	0,630	0,369	0,226	0,192	0,019
	2 3	1,499	1,673	4,312	4,094	1,939	2,726	2,508	0,071
	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,425	1,066
	4 5	1,637	1,300	4,204	3,991	2,341	2,736	2,626	1,167
	1 2	0,135	0,741	0,664	0,630	0,369	0,226	0,192	0,019
2	2 3	1,499	1,673	4,312	4,094	1,939	2,726	2,508	0,071
	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,425	1,066
	4 5	1,637	1,300	4,204	3,991	2,341	2,736	2,626	1,167
	1 2	0,135	0,741	0,664	0,630	0,369	0,226	0,192	0,019
	2 3	1,499	1,673	4,312	4,094	1,939	2,726	2,508	0,071
1	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,425	1,066
	4 5	1,637	1,300	4,204	3,991	2,341	2,736	2,626	1,167
	1 2	0,133	0,769	0,664	0,630	0,369	0,226	0,192	0,019
	2 3	1,531	1,673	4,312	4,094	1,939	2,710	2,492	0,021
	3 4	1,673	1,666	4,312	4,094	2,401	2,643	2,425	0,658
4 5	1,637	1,287	4,204	3,991	2,341	2,742	2,629	1,066	

Moments en travée dans les poutres

portiques longitudinaux :

portique 5-5

Niveau	Poutres	M ₀ (L.m) "Sans G"	M ₀₂ (L.m)			M ₀₃ (L.m)		
			G + A,2P	G + P	0,8G	G + A,2P	G + P	0,8G
7	AB	+0,096	0,277	0,270	0,187	0,164	0,157	0,097
	BC	+0,131	0,277	0,270	0,187	0,146	0,139	0,083
	CD	+0,131	0,277	0,270	0,187	0,146	0,139	0,083
	DE	+0,131	0,277	0,270	0,187	0,146	0,139	0,083
6	AB	+0,474	1,087	1,075	0,811	0,566	0,554	0,394
	BC	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,606	0,366
	CD	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
	DE	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
5	AB	+0,478	1,087	1,075	0,811	0,564	0,554	0,393
	BC	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,546	0,356
	CD	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,606	0,366
	DE	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
4	AB	+0,478	1,087	1,075	0,811	0,564	0,594	0,393
	BC	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
	CD	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
	DE	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
3	AB	+0,478	1,087	1,075	0,811	0,564	0,599	0,399
	BC	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,606	0,356
	CD	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,606	0,356
	DE	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
2	AB	+0,478	1,087	1,075	0,811	0,564	0,553	0,393
	BC	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,606	0,366
	CD	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
	DE	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
1	AB	+0,474	1,087	1,075	0,811	0,566	0,554	0,394
	BC	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,644	0,356
	CD	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356
	DE	+0,569	1,087	1,075	0,811	0,518	0,506	0,356

pontique 4-4:

NIV	Plaqueux	M ₀ (t.m) "Sous G"	M ₀ (t.m) "Avec G"	M ₀ t G+P	(t.m)	G+1,2P	Mt G+P	(t.m)	G+1,2P	Mt G+P	(t.m)
7	A.B	0,165	0,263	0,553	0,539	0,375	0,325	0,8 G	0,339	0,276	0,204
	B.C	0,263	0,263	0,539	0,539	0,375	0,276	0,165	0,290	0,165	0,165
	C.D	0,263	0,263	0,539	0,539	0,375	0,276	0,165	0,290	0,276	0,165
	D.E	0,263	0,263	0,539	0,539	0,375	0,276	0,165	0,290	0,276	0,165
6	A.B	0,145	0,191	0,490	0,465	0,273	0,297	0,139	0,322	0,274	0,121
	B.C	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	C.D	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	D.E	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
5	A.B	0,147	0,191	0,490	0,465	0,273	0,296	0,158	0,321	0,274	0,121
	B.C	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	C.D	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	D.E	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
4	A.B	0,147	0,191	0,490	0,465	0,273	0,296	0,158	0,321	0,274	0,121
	B.C	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	C.D	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	D.E	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
3	A.B	0,147	0,191	0,490	0,465	0,273	0,296	0,158	0,321	0,274	0,121
	B.C	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	C.D	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	D.E	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
2	A.B	0,147	0,191	0,490	0,465	0,273	0,296	0,158	0,321	0,274	0,121
	B.C	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	C.D	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	D.E	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
1	A.B	0,145	0,191	0,490	0,465	0,273	0,297	0,159	0,322	0,274	0,121
	B.C	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	C.D	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121
	D.E	0,191	0,191	0,465	0,465	0,273	0,274	0,121	0,299	0,274	0,121

Efforts Normaux dans les poteaux

Poutique H-H

Niveaux	Poteaux	$T_w^{(t)}$	$T_e^{(t)}$	$N^{(t)}$	$N_e^{(t)}$	$T_w^{(t)}$	$T_e^{(t)}$	$N^{(t)}$	$N_c^{(t)}$
7	1	/	0,516	0,516	0,516	/	0,083	0,083	0,083
	2	1,235	2,226	3,461	3,461	0,166	0,312	0,478	0,478
	3	2,238	2,234	4,472	4,472	0,320	0,316	0,636	0,636
	4	2,230	2,280	4,510	4,510	0,316	0,335	0,651	0,651
	5	2,127	/	2,127	2,127	0,289	/	0,284	0,289
6	1	/	0,886	0,886	1,402	/	0,168	0,168	0,251
	2	1,507	3,012	4,519	7,980	0,266	0,547	0,813	1,291
	3	3,088	3,051	6,139	10,611	0,553	0,553	1,112	1,748
	4	3,048	3,074	6,122	10,632	0,553	0,556	1,109	1,760
	5	2,948	/	2,948	6,075	0,537	/	0,537	0,826
5	1	/	0,897	0,897	2,299	/	0,171	0,171	0,422
	2	1,496	3,019	4,509	12,489	0,263	0,547	0,810	2,101
	3	3,086	3,051	6,137	16,748	0,559	0,553	1,112	2,860
	4	3,048	3,071	6,119	16,751	0,553	0,556	1,109	2,869
	5	2,951	/	2,951	8,026	0,517	/	0,537	1,263
4	1	/	0,897	0,897	3,196	/	0,171	0,171	0,593
	2	1,496	3,013	4,509	16,098	0,269	0,547	0,810	2,911
	3	3,086	3,051	6,137	22,885	0,559	0,553	1,112	3,972
	4	3,048	3,071	6,119	22,870	0,553	0,556	1,109	3,978
	5	2,951	/	2,951	10,977	0,537	/	0,537	1,900
3	1	/	0,897	0,897	4,093	/	0,171	0,171	0,764
	2	1,496	3,013	4,509	21,507	0,263	0,547	0,810	3,721
	3	3,086	3,051	6,137	28,022	0,559	0,553	1,112	5,084
	4	3,048	3,071	6,119	28,989	0,553	0,556	1,109	5,087
	5	2,951	/	2,951	13,928	0,537	/	0,537	2,437
2	1	/	0,897	0,897	4,990	/	0,171	0,171	0,925
	2	1,496	3,013	4,509	26,016	0,263	0,517	0,810	4,631
	3	3,086	3,051	6,137	25,199	0,559	0,553	1,112	6,796
	4	3,048	3,071	6,119	25,108	0,553	0,556	1,109	6,796
	5	2,961	/	2,951	16,879	0,537	/	0,537	2,974
1	1	/	0,888	0,888	5,878	/	0,168	0,168	1,103
	2	1,505	3,012	4,517	30,533	0,266	0,547	0,813	5,264
	3	3,087	3,051	6,138	41,297	0,559	0,553	1,112	7,308
	4	3,048	3,074	6,122	41,230	0,553	0,556	1,109	7,305

Pontique GG

Sous G

82

Sous P

Niveaux	Poteaux	T _w (t)	T _e (t)	N _e (t)	N _c (t)	T _w (t)	T _e (t)	N(t)	N _G (t)
7	1	/	0,728	0,728	0,728	/	0,128	0,128	0,128
	2	2,551	4,228	6,779	6,779	0,368	0,636	1,004	1,004
	3	4,127	4,187	8,308	8,308	0,629	0,633	1,262	1,262
	4	4,173	4,321	8,494	8,494	0,632	0,650	1,282	1,282
	5	3,927	/	3,927	3,927	0,599	/	0,599	0,699
6	1	/	0,779	0,779	1,507	/	0,306	0,306	0,434
	2	1,606	3,005	4,611	11,390	0,563	1,091	1,654	2,658
	3	3,074	3,042	6,116	14,424	1,122	1,107	2,229	3,491
	4	3,038	3,092	6,13	14,624	1,105	1,120	2,228	3,507
	5	2,911	/	2,911	6,838	1,065	/	1,065	1,664
5	1	/	0,802	0,802	2,309	/	0,310	0,310	0,744
	2	1,584	2,996	4,58	15,97	0,559	1,091	1,650	4,308
	3	3,084	3,042	6,126	20,55	1,122	1,107	2,229	5,720
	4	3,038	3,088	6,126	20,75	1,105	1,119	2,224	5,731
	5	2,915	/	2,915	9,753	1,066	/	1,066	2,730
4	1	/	0,802	0,802	3,111	/	0,310	0,310	1,054
	2	1,584	2,996	4,58	20,65	0,559	1,091	1,650	5,958
	3	3,084	3,042	6,126	26,676	1,122	1,107	2,229	7,949
	4	3,038	3,088	6,126	26,876	1,105	1,119	2,224	7,955
	5	2,915	/	2,915	12,668	1,066	/	1,066	3,796
3	1	/	0,802	0,802	3,913	/	0,310	0,310	1,364
	2	1,584	2,996	4,58	25,13	0,559	1,091	1,650	7,608
	3	3,084	3,042	6,126	32,802	1,122	1,107	2,229	10,178
	4	3,038	3,088	6,126	33,002	1,105	1,119	2,224	10,179
	5	2,915	/	2,915	15,683	1,066	/	1,066	4,862
2	1	/	0,802	0,802	4,715	/	0,310	0,310	1,674
	2	1,584	2,996	4,58	29,71	0,558	1,091	1,650	9,258
	3	3,084	3,042	6,126	38,928	1,122	1,107	2,229	12,407
	4	3,038	3,088	6,126	39,128	1,105	1,119	2,224	12,403
	5	2,925	/	2,915	18,498	1,066	/	1,066	5,928
1	1	/	0,783	0,783	5,498	/	0,306	0,306	1,980
	2	1,603	3,004	4,607	34,317	0,563	1,091	1,654	10,912
	3	3,076	3,042	6,118	45,046	1,122	1,107	2,229	14,636
	4	3,038	3,091	6,125	45,257	1,105	1,120	2,226	14,628
	5	2,912	/	2,912	21,41	1,066	/	1,065	6,993

Efforts Normaux dans les poteaux

portique 5-5 :

NIVEAU	Poteaux	$T_w^{(4)}$	$T_e^{(4)}$	$N^{(L)}$	$N_e^{(L)}$	$T_w^{(L)}$	$T_e^{(L)}$	$N^{(L)}$	$N_e^{(L)}$
7	A	/	0,305	0,305	0,305	/	0,047	0,047	0,047
	B	0,330	0,317	0,647	0,647	0,061	0,049	0,100	0,100
	C	0,317	0,317	0,634	0,634	0,049	0,049	0,098	0,098
	D	0,317	0,317	0,634	0,634	0,049	0,049	0,098	0,098
6	A	/	1,658	1,668	1,963	/	0,083	0,083	0,130
	B	1,089	1,373	2,462	3,109	0,086	0,084	0,170	0,270
	C	1,373	1,373	2,746	3,380	0,084	0,084	0,168	0,266
	D	1,373	1,373	2,746	3,380	0,084	0,084	0,168	0,266
5	A	/	1,343	1,343	3,306	/	0,083	0,083	0,213
	B	1,404	1,373	2,777	5,886	0,086	0,084	0,170	0,440
	C	1,373	1,373	2,746	6,126	0,084	0,084	0,168	0,434
	D	1,373	1,373	2,746	6,126	0,084	0,084	0,168	0,434
4	A	/	1,343	1,343	4,649	/	0,083	0,083	0,296
	B	1,404	1,373	2,777	8,663	0,086	0,084	0,170	0,610
	C	1,373	1,373	2,746	8,872	0,084	0,084	0,168	0,602
	D	1,373	1,373	2,746	8,872	0,084	0,084	0,168	0,602
3	A	/	1,343	1,343	5,292	/	0,083	0,083	0,379
	B	1,404	1,373	2,777	11,440	0,086	0,084	0,170	0,780
	C	1,373	1,373	2,746	11,618	0,084	0,084	0,168	0,770
	D	1,373	1,373	2,746	11,618	0,084	0,084	0,168	0,770
2	A	/	1,343	1,343	7,335	/	0,083	0,083	0,462
	B	1,404	1,373	2,777	14,217	0,086	0,084	0,170	0,950
	C	1,373	1,373	2,746	14,364	0,084	0,084	0,168	0,938
	D	1,373	1,373	2,746	14,364	0,084	0,084	0,168	0,938
1	A	/	1,658	1,658	8,993	/	0,083	0,083	0,545
	B	1,089	1,373	2,462	16,679	0,086	0,084	0,170	1,120
	C	1,373	1,373	2,746	17,110	0,084	0,084	0,168	1,106
	D	1,373	1,373	2,746	17,110	0,084	0,084	0,168	1,106

Portique 4-4

Niveau	Potency	$T_n^{(E)}$	$T_e^{(E)}$	$N^{(E)}$	$N_C^{(E)}$	$T_w^{(H)}$	$T_e^{(E)}$	$N^{(E)}$	$N_C^{(E)}$
7	A	/	0,601	0,601	0,601	/	0,092	0,092	0,092
	B	0,667	0,634	1,301	1,301	0,100	0,096	0,196	0,196
	C	0,634	0,634	1,268	1,268	0,096	0,096	0,192	0,192
	D	0,634	0,634	1,268	1,268	0,096	0,096	0,192	0,192
6	A	/	0,446	0,446	1,047	/	0,164	0,164	0,256
	B	0,478	0,462	0,940	2,241	0,173	0,168	0,341	0,537
	C	0,462	0,462	0,924	2,192	0,168	0,168	0,336	0,528
	D	0,462	0,462	0,924	2,192	0,168	0,168	0,336	0,528
5	A	/	0,447	0,447	1,494	/	0,164	0,164	0,420
	B	0,477	0,462	0,939	3,180	0,173	0,168	0,341	0,878
	C	0,462	0,462	0,924	3,116	0,168	0,168	0,336	0,864
	D	0,462	0,462	0,924	3,116	0,168	0,168	0,336	0,864
4	A	/	0,447	0,447	1,941	/	0,164	0,164	0,584
	B	0,477	0,462	0,939	4,119	0,173	0,168	0,341	1,219
	C	0,462	0,462	0,924	4,040	0,168	0,168	0,336	1,200
	D	0,462	0,462	0,924	4,040	0,168	0,168	0,336	1,200
3	A	/	0,447	0,447	2,388	/	0,164	0,164	0,748
	B	0,477	0,462	0,939	5,068	0,173	0,168	0,341	1,560
	C	0,462	0,462	0,924	4,969	0,168	0,168	0,336	1,536
	D	0,462	0,462	0,924	4,964	0,168	0,168	0,336	1,536
2	A	/	0,447	0,447	2,835	/	0,164	0,164	0,912
	B	0,477	0,462	0,939	5,997	0,173	0,168	0,341	1,901
	C	0,462	0,462	0,924	5,888	0,168	0,168	0,331	1,872
	D	0,462	0,462	0,924	5,888	0,168	0,168	0,336	1,872
1	A	/	0,446	0,446	3,281	/	0,164	0,164	1,076
	B	0,478	0,462	0,940	6,937	0,173	0,168	0,341	2,242
	C	0,462	0,462	0,924	6,812	0,168	0,168	0,334	2,208
	D	0,462	0,462	0,924	6,812	0,168	0,168	0,336	2,208

SUPERPOSITION
DES
SOLLICITATIONS

Les éléments structuraux doivent être dimensionnés pour les combinaisons sur la base des règlements de béton en vigueur (RPA 81)

Poutres =

Sollicitations du 1^{er} genre : (CCBA 68) $G + 1,2 P$
 " " 2^e genre : (RPA 81) $G + P \pm E$
 $0,8 G \pm E$

Poteaux :

Sollicitations du 1^{er} genre (CCBA 68) $G + 1,2 P$
 " " 2^e genre (RPA 81) $G + P \pm 1,2 E$
 $0,8 G \pm E$

" $\pm E$ " le seisme peut agir dans un sens comme dans l'autre

Moments en travées dans les poutres =

sous $G + 1,2 P \rightarrow M_t = M_0 (G + 1,2 P) - \frac{M_w(G) + M_e(G)}{2}$

sous $G + P \pm E \rightarrow M_t = M_0 (G + P) - \frac{M_w(G) + M_e(G)}{2}$

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

Moments aux appuis dans les poutres =

sous $G + 1,2 P \rightarrow M_a = M_a(G) + 1,2 M_a(P)$

sous $G + P \pm E \rightarrow M_a = M_a(G) + M_a(P) \pm M_a(E)$

sous $0,8 G \pm E \rightarrow M_a = 0,8 M_a(G) \pm M_a(E)$ avec $M_a = M_w$ ou M_e

Efforts tranchants dans les poutres :

sous $G + 1,2 P \rightarrow T = T(G) + 1,2 T(P)$

sous $G + P \pm E \rightarrow T = T(G) + T(P) \pm T(E)$

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

tous les détails de calcul sont donnés sous forme de Tableaux

Sens transversal.

Moments fléchissants dans les poutres

Poutique H-11

Niveau	Travées	G + 1/2 P			G + P + E			G + P - E			0,8 G + E			0,8 G - E		
		M _w	M _E	M _{ca}	M _w	M _E	M _{ca}	M _w	M _E	M _{ca}	M _w	M _E	M _{ca}	M _w	M _E	M _{ca}
7	1-2	0,106	0,030	-0,741	1,428	-0,160	1,687	-0,255	+0,200	-0,237	1,393	-0,496	1,479	-1,151	-0,136	-0,445
	2-3	-1,396	1,361	-1,430	2,326	1,295	2,359	0,001	1,301	0,447	1,927	-0,168	1,939	0,003	-0,162	0,027
	3-4	-1,430	1,353	-1,430	2,369	1,371	2,610	0,447	1,131	0,980	1,939	0,833	2,093	0,017	-0,278	-0,132
	4-5	-1,407	1,461	-1,066	2,488	1,967	3,162	0,258	0,269	-1,084	2,078	1,380	2,846	-0,153	0,372	-1,460
	1-2	-0,192	0,169	-0,764	2,721	-0,096	2,945	-2,399	0,358	-1,419	2,898	-0,153	2,900	-2,272	0,261	-2,244
6	2-3	-1,865	2,064	-2,045	3,981	1,247	4,143	-0,363	1,961	-0,179	3,560	-0,464	3,286	-0,985	-0,150	-1,092
	3-4	-2,046	1,991	-2,038	4,143	2,289	4,852	-0,428	1,473	-0,938	3,226	-0,265	4,046	-1,092	-0,681	-1,904
	4-5	-1,999	2,056	-1,709	4,814	2,948	6,450	-1,036	1,130	-3,136	4,011	1,739	6,025	-1,939	-0,079	-3,161
	1-2	-0,196	0,174	-0,747	3,608	-0,117	3,596	-3,228	0,431	-2,144	3,769	-0,226	2,810	-3,067	0,332	-2,931
	2-3	-1,872	2,061	-2,046	4,685	1,943	4,836	-1,055	1,961	-0,868	4,035	-0,170	3,919	-2,669	0,152	-1,785
5	3-4	-2,045	1,991	-2,039	4,836	2,421	5,911	-1,878	2,341	-1,263	3,919	1,608	5,002	-1,785	0,528	-2,862
	4-5	-1,998	2,061	-1,722	5,870	3,225	8,002	-1,934	-0,833	-4,664	4,968	2,031	7,556	-2,896	-0,371	-5,110
	1-2	-0,196	0,174	-0,747	4,472	-0,187	4,322	-4,093	0,501	-2,878	4,594	-0,286	3,535	-3,972	0,402	-3,667
	2-3	-1,872	2,061	-2,046	5,411	1,941	5,258	-1,781	1,963	-1,590	4,779	-0,172	4,641	-2,413	-0,160	-2,507
	3-4	-2,045	1,991	-2,039	5,558	2,546	6,904	-1,590	1,216	-2,448	4,641	1,733	5,996	-2,507	0,403	-3,856
4	4-5	-1,998	2,051	-1,721	6,864	3,538	9,603	-2,988	0,530	-1,265	5,962	2,334	9,157	-3,890	-0,674	-6,711
	1-2	-0,196	0,174	-0,747	6,325	-0,255	5,030	-4,976	0,569	-3,586	5,447	-0,354	4,251	-4,825	0,470	-4,373
	2-3	-1,872	2,061	-2,046	5,127	1,938	6,269	-2,497	1,966	-2,301	5,496	-0,175	5,350	-3,429	-0,167	-3,218
	3-4	-2,045	1,991	-2,039	6,269	2,693	7,886	-2,301	1,089	-3,230	5,350	1,880	6,974	-3,228	0,256	-4,842
	4-5	-1,998	2,051	-1,721	7,886	3,839	11,127	-3,930	0,219	-7,819	6,944	2,635	10,741	-4,872	-0,975	-8,209
3	1-2	-0,196	0,174	-0,747	6,276	-0,331	6,848	-5,896	0,645	-4,372	6,397	-0,460	5,049	-5,775	0,546	-5,177
	2-3	-1,872	2,061	-2,046	6,925	1,936	7,062	-3,295	1,968	-3,094	6,293	-0,177	6,147	-3,927	-0,145	-4,041
	3-4	-2,045	1,991	-2,039	7,062	2,843	8,979	-3,094	0,919	-5,026	6,147	2,050	8,067	-4,011	0,106	-5,935
	4-5	-1,998	2,051	-1,722	8,039	4,173	11,047	-5,063	-0,105	-9,609	8,037	2,969	12,501	-5,965	-1,309	-10,005
	1-2	-0,193	0,169	-0,762	10,151	-1,705	6,981	-2,777	2,019	-5,499	10,275	-1,808	6,179	-9,653	1,916	-6,801
2	2-3	-1,866	2,063	-2,045	8,060	1,945	8,211	-4,430	1,969	-4,249	7,426	-0,166	7,294	-5,054	-0,162	-5,160
	3-4	-2,045	1,991	-2,038	8,211	2,443	9,327	-4,233	1,313	-6,873	7,194	1,630	8,416	-5,160	0,506	-6,284
	4-5	-1,999	2,055	-1,709	9,289	4,907	14,753	-5,411	-0,820	-11,487	8,326	4,006	14,327	-6,314	-1,740	-11,863
	1-2	-0,193	0,169	-0,762	14,753	-0,207	14,753	-11,487	0,820	-11,487	14,326	4,006	14,327	-6,314	-1,740	-11,863
	2-3	-1,866	2,063	-2,045	14,753	0,207	14,753	-11,487	0,820	-11,487	14,326	4,006	14,327	-6,314	-1,740	-11,863

19 gti. que 6.6.

Nivel	Través	G + 1, 2 P			G + P + E			G + P - E			0,8 G + E			0,8 G - E		
		Mw (t-m)	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me	Mw	Mt	Me
7	1-2	0,160	-0,088	1,796	1,422	1,422	2,675	-1,142	0,065	0,833	1,391	-0,336	2,324	-1,143	0,010	0,482
	2-3	2,933	2,475	2,718	3,782	3,782	3,564	1,94	2,353	1,732	3,210	1,376	3,034	1,368	1,382	1,202
	3-4	2,718	2,582	2,700	3,564	3,564	3,699	1,730	2,381	1,563	3,034	1,541	3,173	1,202	1,389	1,037
	4-5	2,664	2,881	1,776	3,664	3,664	3,762	1,528	2,275	-0,306	3,169	2,203	3,147	1,033	1,237	-0,651
6	1-2	0,197	0,213	1,075	2,316	2,316	3,077	-2,244	0,367	-1,02	2,579	-0,182	2,872	-2,281	0,196	-1,272
	2-3	2,193	2,708	2,404	4,135	4,135	4,049	0,031	2,632	0,515	3,718	0,976	3,593	-0,386	1,260	0,059
	3-4	2,404	2,643	2,395	4,049	4,049	5,101	0,515	1,894	-0,555	3,593	1,597	4,646	0,059	0,535	-1,040
	4-5	2,352	2,530	1,872	5,061	5,061	6,011	-0,595	0,172	-2,475	4,615	1,881	5,662	-1,041	0,465	-2,814
5	1-2	0,200	0,226	1,038	3,72	-0,112	3,911	-3,342	0,496	-1,935	3,682	-0,285	3,714	-3,380	0,323	-2,132
	2-3	2,158	2,726	2,404	4,971	2,498	5,186	-0,875	2,518	-0,622	4,561	0,661	4,730	-1,285	0,681	-1,078
	3-4	2,404	2,643	2,395	5,186	2,946	6,219	-0,622	1,904	-1,673	4,730	1,587	5,764	-1,078	0,545	-2,128
	4-5	2,352	2,736	1,892	6,179	4,022	8,53	-1,713	1,23	-4,944	5,732	2,563	8,172	-2,160	-0,229	-5,302
4	1-2	0,200	0,226	1,038	4,635	-0,079	4,892	-4,257	0,463	-2,916	4,597	-0,272	4,695	-4,295	0,290	-3,113
	2-3	2,158	2,726	2,404	5,952	2,496	6,162	-1,856	2,52	-1,598	5,542	0,659	5,706	-2,266	0,683	-3,502
	3-4	2,404	2,643	2,395	6,162	3,129	7,561	-1,598	1,721	-3,015	5,706	1,770	7,106	-2,054	0,362	-3,47
	4-5	2,352	2,736	1,892	7,521	4,29	10,408	-3,055	0,962	-6,822	7,074	2,831	10,05	-3,502	-0,497	-7,181
3	1-2	0,200	0,226	1,038	5,558	-0,239	5,495	-5,18	0,623	-3,519	5,520	-0,412	5,298	-5,218	0,145	-3,716
	2-3	2,158	2,726	2,404	6,555	2,494	6,761	-2,459	2,522	-2,191	6,145	0,657	6,305	-2,869	0,685	-2,653
	3-4	2,404	2,643	2,395	6,731	3,42	8,742	-2,167	1,43	-4,196	6,305	2,061	8,287	-2,653	0,071	-4,651
	4-5	2,352	2,736	1,892	8,702	4,365	11,74	-4,236	0,887	-8,154	8,255	2,906	11,382	-4,683	-0,572	-8,512
2	1-2	0,200	0,226	1,038	6,525	-0,164	6,612	-6,447	0,548	-4,636	6,487	-0,337	6,415	-6,185	-0,375	-4,833
	2-3	2,158	2,726	2,404	7,672	2,49	7,864	-3,576	2,526	-3,312	7,262	0,653	7,414	-3,986	0,689	-3,762
	3-4	2,404	2,643	2,395	7,87	3,483	9,977	-3,306	1,367	-5,431	7,414	2,124	9,522	-3,762	0,008	-5,886
	4-5	2,352	2,736	1,892	9,937	4,979	14,203	-5,471	0,273	-10,617	9,49	-3,52	13,845	-5,918	-1,186	-1,097
1	1-2	0,197	0,213	1,072	7,162	-0,477	6,685	-6,79	0,835	-4,643	7,125	-0,635	6,481	-6,827	0,677	-4,847
	2-3	2,188	2,710	2,404	7,742	2,479	7,920	-3,586	2,505	-3,356	7,326	0,645	7,464	-4,002	0,671	-3,812
	3-4	2,404	2,643	2,395	7,92	3,454	9,968	-3,356	1,396	-5,422	7,464	2,095	9,513	-3,812	0,037	-5,877
	4-5	2,352	2,742	1,874	9,928	4,789	13,99	-5,462	0,269	-10,438	9,481	3,432	13,635	-5,909	-1,088	-10,793

Moment flechissants dans les poutres:

Sens longitudinal.
portique 5-5:

Niveau	Portique	G + 1,2P			G + P + E			G + P - E			0,8G + E			0,8G - E		
		M _w (t.m)	M _t (t.m)	M _e (t.m)	M _w (t.m)	M _t (t.m)	M _e	M _w (t.m)	M _t	M _e	M _w (t.m)	M _t (t.m)	M _e (t.m)	M _w (t.m)	M _t (t.m)	M _e (t.m)
7	A-A	-0,113	0,164	-0,155	2,907	-0,204	2,226	-2,687	0,518	-1,924	2,873	0,458	2,180	-2,721	-0,264	-1,970
	B-B	-0,155	0,146	-0,155	2,226	0,139	2,226	-1,924	0,139	-1,924	2,180	0,083	2,180	-1,970	0,083	-1,970
	C-C	-0,155	0,146	-0,155	2,226	0,139	2,226	-1,924	0,139	-1,924	2,180	0,083	2,180	-1,970	0,083	-1,970
	D-E	-0,155	0,146	-0,155	2,226	0,139	2,226	-1,924	0,139	-1,924	2,180	0,083	2,180	-1,970	0,083	-1,970
6	A-B	-0,510	0,566	-0,611	7,473	1,257	6,167	-6,465	-0,149	-4,959	7,348	1,097	6,018	-6,590	-0,309	-5,108
	B-C	-0,611	0,518	-0,611	6,167	0,506	6,167	-4,959	0,506	-4,959	6,018	0,356	6,018	-5,108	0,356	-5,108
	C-D	-0,611	0,518	-0,611	6,167	0,506	6,167	-4,959	0,506	-4,959	6,018	0,356	6,018	-5,108	0,356	-5,108
	D-E	-0,611	0,518	-0,611	6,167	0,506	6,167	-4,959	0,506	-4,959	6,018	0,356	6,018	-5,108	0,356	-5,108
5	A-B	-0,510	0,564	-0,611	10,778	1,775	8,409	-9,762	-0,681	-7,201	10,653	1,626	8,260	-9,888	-0,840	-7,350
	B-C	-0,611	0,518	-0,611	8,409	0,506	8,409	-7,201	0,506	-7,201	8,260	0,356	8,260	-7,350	0,356	-7,350
	C-D	-0,611	0,518	-0,611	8,409	0,506	8,409	-7,201	0,506	-7,201	8,260	0,356	8,260	-7,350	0,356	-7,350
	D-E	-0,611	0,518	-0,611	8,409	0,506	8,409	-7,201	0,506	-7,201	8,260	0,356	8,260	-7,350	0,356	-7,350
4	A-B	-0,510	0,564	-0,611	12,925	1,799	10,528	-11,909	-0,695	-9,320	12,799	1,640	10,379	-12,035	-0,854	-9,469
	B-C	-0,611	0,518	-0,611	10,528	0,506	10,528	-9,320	0,506	-9,320	10,379	0,356	10,379	-9,469	0,356	-9,469
	C-D	-0,611	0,518	-0,611	10,528	0,506	10,528	-9,320	0,506	-9,320	10,379	0,356	10,379	-9,469	0,356	-9,469
	D-E	-0,611	0,518	-0,611	10,528	0,506	10,528	-9,320	0,506	-9,320	10,379	0,356	10,379	-9,469	0,356	-9,469
3	A-B	-0,510	0,564	-0,611	15,308	2,045	12,418	-14,292	-0,941	-11,210	15,183	1,886	12,269	-14,418	-1,100	-11,359
	B-C	-0,611	0,518	-0,611	12,418	0,506	12,418	-11,210	0,506	-11,210	12,269	0,356	12,269	-11,359	0,356	-11,359
	C-D	-0,611	0,518	-0,611	12,418	0,506	12,418	-11,210	0,506	-11,210	12,269	0,356	12,269	-11,359	0,356	-11,359
	D-E	-0,611	0,518	-0,611	12,418	0,506	12,418	-11,210	0,506	-11,210	12,269	0,356	12,269	-11,359	0,356	-11,359
2	A-B	-0,510	0,564	-0,611	17,569	2,273	14,224	-16,553	-1,169	-13,016	17,444	2,114	14,075	-16,679	-1,328	-13,165
	B-C	-0,611	0,518	-0,611	14,224	0,506	14,224	-13,016	0,506	-13,016	14,075	0,356	14,075	-13,165	0,356	-13,165
	C-D	-0,611	0,518	-0,611	14,224	0,506	14,224	-13,016	0,506	-13,016	14,075	0,356	14,075	-13,165	0,356	-13,165
	D-E	-0,611	0,518	-0,611	14,224	0,506	14,224	-13,016	0,506	-13,016	14,075	0,356	14,075	-13,165	0,356	-13,165
1	A-B	-0,510	0,566	-0,611	25,434	5,194	16,254	-24,426	-4,086	-15,046	25,309	5,034	16,109	-24,551	-4,246	-15,195
	B-C	-0,611	0,518	-0,611	16,254	0,506	16,254	-15,046	0,506	-15,046	16,105	0,356	16,109	-15,195	0,356	-15,195
	C-D	-0,611	0,518	-0,611	16,254	0,506	16,254	-15,046	0,506	-15,046	16,105	0,356	16,109	-15,195	0,356	-15,195
	D-E	-0,611	0,518	-0,611	16,254	0,506	16,254	-15,046	0,506	-15,046	16,105	0,356	16,109	-15,195	0,356	-15,195

Dgatique F, F

Niveau	positive	G + 1,2 P			G + P + E			G + P - E			0,8 G + E			0,8 G - E		
		M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e	M _w	M _t	M _e
7	A - B	0,197	0,339	0,310	3,108	-0,052	2,464	-2,724	0,701	-1,860	3,07	-0,176	2,404	-2,762	0,577	-1,920
	B - C	0,310	0,29	0,310	2,464	0,275	2,464	-1,860	0,275	-1,860	2,404	0,201	2,404	-1,920	0,201	-1,920
	C - D	0,310	0,29	0,310	2,464	0,275	2,464	-1,860	0,275	-1,860	2,404	0,201	2,404	-1,920	0,201	-1,920
	D - E	0,310	0,29	0,310	2,464	0,275	2,464	-1,860	0,275	-1,860	2,404	0,201	2,404	-1,920	0,201	-1,920
6	A - B	0,212	0,322	0,274	5,676	-0,336	4,616	-5,419	0,928	-4,096	5,781	-0,494	4,567	-5,459	0,770	-4,148
	B - C	0,274	0,299	0,274	4,616	0,296	4,616	-4,096	0,296	-4,096	4,564	0,138	4,567	-4,148	0,138	-4,148
	C - D	0,274	0,299	0,274	4,616	0,296	4,616	-4,096	0,296	-4,096	4,564	0,138	4,567	-4,148	0,138	-4,148
	D - E	0,274	0,299	0,274	8,716	-0,417	7,349	-8,310	1,007	-6,829	8,675	-0,575	7,297	-8,351	0,849	-6,881
5	A - B	0,214	0,321	0,274	8,716	-0,417	7,349	-8,310	1,007	-6,829	8,675	-0,575	7,297	-8,351	0,849	-6,881
	B - C	0,274	0,299	0,274	7,349	0,295	7,349	-6,829	0,295	-6,829	7,297	0,137	7,297	-6,881	0,137	-6,881
	C - D	0,274	0,299	0,274	7,349	0,295	7,349	-6,829	0,295	-6,829	7,297	0,137	7,297	-6,881	0,137	-6,881
	D - E	0,274	0,299	0,274	7,349	0,295	7,349	-6,829	0,295	-6,829	7,297	0,137	7,297	-6,881	0,137	-6,881
4	A - B	0,214	0,321	0,274	12,118	-0,886	9,611	-11,509	1,476	-9,091	11,875	-1,044	9,559	-11,550	1,318	-9,143
	B - C	0,274	0,299	0,274	9,611	0,295	9,611	-9,091	0,295	-9,091	9,559	0,137	9,559	-9,143	0,137	-9,143
	C - D	0,274	0,299	0,274	9,611	0,295	9,611	-9,091	0,295	-9,091	9,559	0,137	9,559	-9,143	0,137	-9,143
	D - E	0,274	0,299	0,274	9,611	0,295	9,611	-9,091	0,295	-9,091	9,559	0,137	9,559	-9,143	0,137	-9,143
3	A - B	0,214	0,321	0,274	13,747	-1,069	11,075	-13,341	1,660	-10,555	13,706	-1,228	11,023	-13,382	1,502	-10,607
	B - C	0,274	0,299	0,274	11,075	0,295	11,075	-10,555	0,295	-10,555	11,023	0,137	11,023	-10,607	0,137	-10,607
	C - D	0,274	0,299	0,274	11,075	0,295	11,075	-10,555	0,295	-10,555	11,023	0,137	11,023	-10,607	0,137	-10,607
	D - E	0,274	0,299	0,274	11,075	0,295	11,075	-10,555	0,295	-10,555	11,023	0,137	11,023	-10,607	0,137	-10,607
2	A - B	0,214	0,321	0,274	16,816	-1,379	13,524	-16,410	1,970	-13,004	16,775	-1,538	13,472	-16,451	1,812	-13,056
	B - C	0,274	0,299	0,274	13,524	0,295	13,524	-13,004	0,295	-13,004	13,472	0,137	13,472	-13,056	0,137	-13,056
	C - D	0,274	0,299	0,274	13,524	0,295	13,524	-13,004	0,295	-13,004	13,472	0,137	13,472	-13,056	0,137	-13,056
	D - E	0,274	0,299	0,274	13,524	0,295	13,524	-13,004	0,295	-13,004	13,472	0,137	13,472	-13,056	0,137	-13,056
1	A - B	0,212	0,322	0,274	16,901	-1,646	13,076	-16,495	2,239	-12,556	16,861	-1,804	13,024	-16,139	2,08	-12,608
	B - C	0,274	0,299	0,274	13,076	0,296	13,076	-12,556	0,296	-12,556	13,024	0,138	13,024	-12,608	0,138	-12,608
	C - D	0,274	0,299	0,274	13,076	0,296	13,076	-12,556	0,296	-12,556	13,024	0,138	13,024	-12,608	0,138	-12,608
	D - E	0,274	0,299	0,274	13,076	0,296	13,076	-12,556	0,296	-12,556	13,024	0,138	13,024	-12,608	0,138	-12,608

EFFORTS Tranchants dans les poutres.

Sens Transversal.

portique H-H :

NIVEAU	Travée	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		98G+E		98G-E	
		T _w (+)	T _c (+)	T _w	T _c	T _w	T _c	T _w	T _c	T _w	T _c
7	1-2	1,434	-0,616	0,132	-1,868	2,670	0,670	-0,281	-1,682	2,257	0,856
	2-3	2,622	-2,601	2,101	-2,995	3,015	-2,081	1,334	-2,138	2,248	-1,324
	3-4	2,609	-2,613	2,053	-3,043	3,039	-2,057	1,291	-2,280	2,277	-1,294
	4-5	2,474	-2,682	1,636	-3,395	3,196	-1,835	0,922	-2,604	2,482	-1,044
6	1-2	1,826	-1,088	-0,870	-3,697	4,416	1,589	-1,437	-3,352	3,849	1,934
	2-3	3,759	-3,668	2,616	-4,016	4,678	-3,102	1,440	-3,441	3,502	-1,379
	3-4	3,712	-3,715	2,379	-4,826	4,823	-2,382	1,216	-3,663	3,660	-1,219
	4-5	3,593	-3,741	1,613	-5,502	5,357	1,758	-0,487	-4,331	4,231	-0,587
5	1-2	1,812	-1,102	-1,734	-4,561	5,252	2,425	-2,236	-4,211	4,690	2,775
	2-3	3,757	-3,670	2,283	-4,922	5,007	-2,198	1,107	-3,772	3,831	-1,048
	3-4	3,712	-3,715	1,986	-5,219	5,216	-1,989	0,823	-1,056	4,053	-0,826
	4-5	3,595	-3,738	1,014	-6,101	5,962	-1,153	0,113	-4,931	4,835	0,017
4	1-2	1,812	-1,102	-2,618	-5,445	6,136	3,304	-3,180	-5,095	5,574	3,659
	2-3	3,757	3,670	1,938	-5,267	5,352	-1,853	0,762	-4,117	4,176	-0,703
	3-4	3,712	-3,715	1,577	-5,628	5,625	-1,580	0,414	-4,465	4,462	-0,417
	4-5	3,595	-3,738	0,389	-6,726	6,587	-0,528	-0,738	-5,556	5,460	0,642
3	1-2	1,812	-1,102	-3,490	-6,317	7,008	4,181	-4,052	-5,967	6,446	4,531
	2-3	3,757	-3,670	1,598	-5,607	5,692	-1,513	0,422	-4,457	4,516	-0,363
	3-4	3,712	-3,715	1,174	-6,031	6,028	-1,177	0,011	-4,868	4,865	-0,014
	4-5	3,595	-3,738	-0,229	-7,344	7,205	0,090	-1,356	-6,174	6,078	1,260
2	1-2	1,812	-1,102	-4,451	-7,288	7,979	5,152	-5,023	-6,938	7,417	5,502
	2-3	3,757	-3,670	1,219	-5,986	6,071	-1,134	0,043	-4,836	4,835	0,016
	3-4	3,712	-3,715	0,725	-6,480	6,477	-0,728	-0,438	-5,317	5,314	0,435
	4-5	3,595	-3,738	-0,917	-8,032	7,893	0,778	-2,044	-6,262	6,765	1,948
1	1-2	1,824	-1,090	-7,231	-10,058	10,773	7,946	-7,798	-9,713	10,206	8,291
	2-3	3,759	-3,668	0,679	-6,527	6,615	-0,591	-0,497	-5,378	5,439	0,558
	3-4	3,712	-3,715	0,368	-6,837	6,834	-0,371	-0,795	-5,674	5,671	0,792
	4-5	3,593	-3,741	-1,442	-8,557	8,412	1,297	-2,568	-7,386	7,285	2,468

Portique G - G1

Niveaux	Travées	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		0,8G+E		0,8G-E	
		T _w (H)	T _e (H)	T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e
7	1-2	2,993	-0,882	-1,703	-2,072	4,135	0,360	0,815	-1,798	3,257	0,534
	2-3	4,882	-4,991	4,319	-5,301	5,193	-4,427	2,865	-3,818	3,739	-2,946
	3-4	4,931	-4,933	4,333	-5,286	5,277	-4,342	2,867	-3,817	3,811	-8,875
	4-5	4,646	-5,101	3,781	-5,716	5,271	-4,226	2,397	-4,202	3,887	-2,712
6	1-2	2,282	-1,146	-0,321	-3,575	4,659	1,405	-1,205	-3,113	3,775	1,867
	2-3	4,420	-4,314	3,287	-5,005	5,105	-3,187	1,550	-3,313	3,368	-1,495
	3-4	4,364	-4,370	3,049	-5,243	5,237	-3,055	1,337	-3,528	3,525	-1,340
	4-5	4,190	-4,436	2,273	-5,916	5,681	-2,508	0,626	-4,178	4,034	-0,770
5	1-2	2,255	-1,174	-1,443	-4,698	5,729	2,474	-2,319	-4,228	4,853	2,944
	2-3	4,430	-4,305	2,819	-5,474	5,593	-2,700	1,080	-3,781	3,854	-1,010
	3-4	4,364	-4,37	2,512	-5,780	5,774	-2,518	0,800	-4,065	4,062	-0,803
	4-5	4,194	-4,431	0,407	-6,781	6,555	-1,633	-0,242	-5,045	4,906	0,103
4	1-2	2,255	-1,174	-2,496	-5,751	6,782	3,527	-3,372	-5,281	5,906	3,997
	2-3	4,430	-4,305	2,353	-5,940	6,059	-2,234	0,614	-4,250	4,310	-0,544
	3-4	4,364	-4,37	1,960	-6,332	6,326	-1,066	0,248	-4,617	4,614	-0,251
	4-5	4,194	-4,431	0,631	-7,557	7,331	-0,857	-1,018	-5,821	5,632	0,879
3	1-2	2,255	-1,174	-3,344	-6,599	7,630	4,375	-4,220	-6,129	6,754	4,845
	2-3	4,430	-4,305	2,066	-6,227	6,346	-1,947	0,327	-4,537	4,607	-0,257
	3-4	4,364	-4,37	1,536	-6,756	6,750	-1,542	-0,176	-5,041	5,038	0,173
	4-5	4,194	-4,431	0,025	-8,163	7,937	-0,251	-1,624	-5,427	6,288	1,485
2	1-2	2,255	-1,174	-4,501	-7,756	3,787	5,532	-5,377	-7,286	7,911	6,002
	2-3	4,430	-4,305	1,536	-6,757	6,876	-1,417	-0,203	-5,067	5,137	0,273
	3-4	4,364	-4,37	0,978	-7,314	7,308	-0,984	-0,731	-5,599	5,596	0,781
	4-5	4,194	-4,431	-0,866	-9,054	8,828	0,640	-2,517	-7,318	7,179	2,376
1	1-2	2,279	-1,150	-4,856	-8,111	9,188	5,933	-5,740	-7,649	8,325	6,395
	2-3	4,422	-4,313	1,507	-6,786	6,889	-1,404	-0,23	-5,094	5,152	0,288
	3-4	4,364	-4,37	0,968	-7,324	7,318	-0,974	-0,744	-5,609	5,606	0,741
	4-5	4,190	-4,436	-0,820	-9,009	8,774	0,585	-2,467	-7,271	7,127	2,323

Efforts tranchants dans les poutres
sens Longitudinal
portique 5-5

NIVEAU	TRAVÉE	G+1,2 P		G+P+E		G+P-E		0,8G+E		0,8G-E	
		T _w (t)	T _e (t)	T _w (t)	T _e (t)	T _w (t)	T _e (t)	T _w	T _e	T _w	T _e
7	A B	0,391	-0,261	-1,142	-1,875	1,904	1,171	-1,259	-1,767	1,787	1,279
	B C	0,376	-0,376	-0,931	-1,663	1,663	0,931	-1,043	-1,551	1,551	1,043
	C D	0,376	-0,376	-0,931	-1,663	1,663	0,931	-1,043	-1,551	1,551	1,043
	D E	0,376	-0,376	-0,931	-1,663	1,663	0,931	-1,043	-1,551	1,551	1,043
6	A B	1,192	-1,758	-2,741	-5,657	5,091	2,175	-3,045	-5,243	4,787	2,589
	B C	1,474	-1,474	-2,02	-4,934	4,934	+2,02	-2,378	-4,576	4,576	2,378
	C D	1,474	-1,474	-2,02	-4,934	4,934	+2,02	-2,378	-4,576	4,576	2,378
	D E	1,474	-1,474	-2,02	-4,934	4,934	+2,02	-2,378	-4,576	4,576	2,378
5	A B	1,507	-1,473	-4,158	-7,074	7,138	4,222	-4,525	-6,723	6,771	4,573
	B C	1,474	-1,474	-3,712	-6,047	6,077	3,772	-3,779	-5,977	5,977	3,779
	C D	1,474	-1,474	-3,712	-6,044	6,044	3,772	-3,779	-5,977	5,977	3,779
	D E	1,474	-1,474	-3,712	-6,044	6,044	3,772	-3,779	-5,977	5,977	3,779
4	A B	1,507	-1,443	-5,492	-8,408	8,472	5,556	-5,859	-8,057	8,105	5,207
	B C	1,474	-1,474	-5,032	-7,362	7,363	5,077	-5,104	-7,302	7,302	5,104
	C D	1,474	-1,474	-5,037	-7,362	7,363	5,077	-5,104	-7,302	7,302	5,104
	D E	1,474	-1,474	-5,037	-7,362	7,363	5,077	-5,104	-7,302	7,302	5,104
3	A B	1,507	-1,443	-6,827	-9,743	9,807	6,891	-7,194	-9,392	9,440	7,242
	B C	1,474	-1,474	-6,218	-8,550	8,580	6,218	-6,285	-8,483	8,483	6,285
	C D	1,474	-1,474	-6,218	-8,550	8,550	6,218	-6,285	-8,483	8,483	6,285
	D E	1,474	-1,474	-6,218	-8,550	8,550	6,218	-6,285	-8,483	8,483	6,285
2	A B	1,507	-1,443	-8,098	-11,014	11,078	8,162	-8,465	-10,663	10,711	8,513
	B C	1,474	-1,474	-7,340	-9,679	9,673	7,347	-7,414	-9,612	9,612	7,414
	C D	1,474	-1,474	-7,347	-9,679	9,673	7,347	-7,414	-9,612	9,612	7,414
	D E	1,474	-1,474	-7,347	-9,679	9,673	7,347	-7,414	-9,612	9,612	7,414
1	A B	1,192	-1,758	-11,306	-14,424	13,850	10,940	-11,810	-14,008	13,552	11,355
	B C	1,474	-1,474	-8,615	-10,947	10,947	8,615	-8,682	-10,88	10,88	8,682
	C D	1,474	-1,474	-8,615	-10,947	10,947	8,615	-8,682	-10,88	10,88	8,682
	D E	1,474	-1,474	-8,615	-10,947	10,947	8,615	-8,682	-10,88	10,88	8,682

Portique 4-4:

NIVEAU	TRAVÉE	G+1,2P		G+P+E		G+P-E		0,8G+E		0,8G-E	
		T _w (t)	T _e (t)	T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e	T _w	T _e
7	A B	0,787	-0,711	-0,820	-2,280	2,354	0,894	-1,053	-2,068	2,121	1,106
	B C	0,749	-0,749	-0,621	-2,081	2,081	0,621	-0,844	-1,858	1,858	0,844
	C D	0,749	-0,749	-0,621	-2,081	2,081	0,621	-0,844	-1,858	1,858	0,844
	D E	0,749	-0,749	-0,621	-2,081	2,081	0,621	-0,844	-1,858	1,858	0,844
6	A B	0,686	-0,577	-2,467	-3,728	3,769	2,508	-2,735	-3,475	3,501	2,761
	B C	0,664	-0,664	-2,093	-3,353	3,353	2,093	-2,353	-3,093	3,093	2,353
	C D	0,664	-0,664	-2,093	-3,353	3,353	2,093	-2,353	-3,093	3,093	2,353
	D E	0,664	-0,664	-2,093	-3,353	3,353	2,093	-2,353	-3,093	3,093	2,353
5	A B	0,685	-0,578	-4,226	-5,087	5,526	4,266	-4,494	-5,234	5,258	4,518
	B C	0,664	-0,664	-3,801	-5,061	5,061	3,801	-4,061	-4,801	4,801	4,061
	C D	0,664	-0,664	-3,801	-5,061	5,061	3,801	-4,061	-4,801	4,801	4,061
	D E	0,664	-0,664	-3,801	-5,061	5,061	3,801	-4,061	-4,801	4,801	4,061
4	A B	0,685	-0,578	-5,932	-7,193	7,232	5,971	-6,200	-6,940	6,964	6,224
	B C	0,664	-0,664	-5,214	-6,474	6,474	5,214	-5,484	-6,214	6,214	5,474
	C D	0,664	-0,664	-5,214	-6,474	6,474	5,214	-5,484	-6,214	6,214	5,474
	D E	0,664	-0,664	-5,214	-6,474	6,474	5,214	-5,484	-6,214	6,214	5,474
3	A B	0,685	-0,578	-6,962	-8,223	8,262	7,001	-7,230	-7,970	7,994	7,254
	B C	0,664	-0,664	-6,129	-7,389	7,389	5,129	-6,389	-7,129	7,129	6,389
	C D	0,664	-0,664	-6,129	-7,389	7,389	5,129	-6,389	-7,129	7,129	6,389
	D E	0,664	-0,664	-6,129	-7,389	7,389	5,129	-6,389	-7,129	7,129	6,389
2	A B	0,685	-0,578	-8,687	-9,948	9,987	8,726	-8,955	-9,695	9,719	8,979
	B C	0,664	-0,664	-7,660	-8,920	8,920	7,660	-7,920	-8,660	8,660	7,920
	C D	0,664	-0,664	-7,660	-8,920	8,920	7,660	-7,920	-8,660	8,660	7,920
	D E	0,664	-0,664	-7,660	-8,920	8,920	7,660	-7,920	-8,660	8,660	7,920
1	A B	0,686	-0,577	-8,573	-9,834	9,875	8,614	-8,842	-9,582	9,606	8,866
	B C	0,664	-0,664	-7,380	-8,640	8,640	7,380	-7,640	-8,380	8,380	7,640
	C D	0,664	-0,664	-7,380	-8,640	8,640	7,380	-7,640	-8,380	8,380	7,640
	D E	0,664	-0,664	-7,380	-8,640	8,640	7,380	-7,640	-8,380	8,380	7,640

sens transversal
partique H-H

Niveau	Poteaux	G + 1,2P		G + P + 1,2E		G + P - 1,2E		0,8G + E		0,8G - E	
		M sup (t.m)	M inf. (t.m)	M sup	M inf.	M sup	M inf.	M sup	M inf.	M sup	M inf.
7	1	0,106	0,089	1,690	0,616	-1,484	-0,442	1,594	0,499	-1,251	-0,383
	2	0,654	0,517	2,947	1,744	-1,671	-0,742	2,372	1,371	-1,477	-0,701
	3	/	/	2,294	1,236	-2,294	1,236	1,912	1,030	-1,912	-1,030
	4	-0,023	-0,019	2,654	2,171	-2,698	-2,207	2,214	1,812	-2,245	-1,836
	5	-1,064	-0,805	1,511	0,592	-3,585	-2,152	1,401	0,618	-2,846	-2,669
6	1	0,102	0,097	2,127	1,150	-1,929	-0,992	1,757	0,968	-1,644	-0,842
	2	0,583	0,562	3,691	2,629	-2,563	-1,541	2,983	2,102	-2,229	-1,374
	3	/	/	3,108	2,072	-3,108	-2,072	2,590	-1,707	-2,590	-1,727
	4	-0,021	-0,012	2,707	3,194	-3,748	-3,232	2,250	2,665	-2,287	-2,691
	5	-0,906	-0,860	2,286	1,754	-4,042	-3,422	2,045	1,595	-3,228	-2,719
5	1	0,097	0,097	2,555	1,735	-2,367	-1,647	2,114	1,430	-1,988	-1,304
	2	0,562	0,562	4,333	1,562	-3,245	-2,556	3,531	2,947	-2,793	-2,219
	3	/	/	3,764	3,079	-3,764	-3,079	3,137	2,566	-3,137	-2,566
	4	-0,019	-1,663	4,689	3,056	-4,737	-6,350	3,918	2,604	-3,944	-5,269
	5	-0,860	-0,860	3,346	2,586	-5,014	-4,264	2,921	2,288	-4,046	-3,412
4	1	0,097	0,097	2,920	2,407	-2,732	-2,219	2,419	1,990	-2,292	-1,864
	2	0,562	0,562	5,291	4,428	-4,203	-3,340	4,320	3,600	-3,592	-2,873
	3	/	/	4,717	3,859	-4,717	-3,859	3,931	3,216	-3,931	-3,216
	4	-1,663	-1,563	4,250	4,250	-7,574	-7,574	3,599	3,599	-6,254	-6,264
	5	-0,860	-0,860	4,403	3,451	-6,071	-5,119	3,802	3,008	-4,927	-4,133
3	1	0,097	0,097	3,176	3,176	-2,988	-2,988	2,631	2,631	-2,505	-2,605
	2	0,562	0,562	5,718	5,718	-4,630	-4,630	4,676	4,676	-3,948	-3,948
	3	/	/	5,142	5,142	-5,142	-5,142	4,285	4,285	-4,285	-4,285
	4	-1,663	-0,019	5,427	7,070	-8,751	-7,108	4,581	5,895	-7,235	-5,921
	5	-0,860	-0,860	4,876	4,876	-6,544	-6,544	4,196	4,196	-6,321	-5,321
2	1	0,097	0,101	3,380	-3,919	-3,192	-3,919	2,802	-3,282	-2,676	3,413
	2	0,562	0,579	6,676	6,693	-5,588	-5,571	6,474	5,485	-4,746	-4,735
	3	/	/	6,094	6,094	-6,094	-6,094	5,078	5,078	-5,078	-5,078
	4	-0,019	-0,021	8,382	8,382	-8,420	-8,422	6,988	6,988	-7,014	-7,015
	5	-0,860	-0,897	5,933	5,897	-7,601	-7,637	5,077	5,053	-6,202	-6,226
1	1	0,091	/	3,077	-8,967	-2,901	+8,967	2,550	-7,478	2,432	7,472
	2	0,5236	/	5,749	-0,735	-4,735	9,735	4,707	-8,112	-4,029	8,112
	3	/	/	5,230	-9,714	-5,230	9,714	4,358	-8,095	-4,358	8,095
	4	-0,017	/	7,039	-10,586	-7,073	10,584	5,868	-8,820	-5,892	8,820
	5	-2,150	/	3,598	-10,214	-7,402	10,214	4,063	-8,5116	-5,114	8,5116

NIVEAU	Potencoux	G + 1,2P		G + P + 1,2 E		G + P - 1,2 E		0,8G + E		0,8G - E	
		M sup	M inf.	M sup	M inf.	M sup	M inf.	M sup	M inf.	M sup	M inf.
7	1	0,160	0,092	1,678	0,593	-1,365	-0,419	1,373	0,442	-1,161	-0,372
	2	1,138	0,526	3,316	1,687	-1,102	-0,691	2,604	1,278	-1,078	-0,704
	3			2,197	1,183	-2,197	-1,183	1,831	0,986	-1,831	-0,986
	4	2,989	-0,019	5,548	2,080	0,434	-2,116	4,528	1,738	-0,266	-1,758
	5	1,197	-0,880	3,685	0,480	1,195	-2,148	3,222	0,611	-0,844	-1,570
6	1	0,103	0,100	2,505	2,055	-2,311	-1,865	2,062	1,681	-1,952	-1,570
	2	0,591	1,860	4,294	4,232	-3,174	-3,172	3,435	3,388	-2,789	-2,782
	3			3,056	2,472	-3,156	-2,479	2,547	2,060	-2,547	-2,06
	4	-0,021	-0,021	4,670	3,659	-4,710	-3,699	3,896	3,055	-3,920	-3,077
	5	-0,990	-0,945	2,840	2,195	-4,716	-3,987	2,604	2,056	-3,092	-3,196
5	1	0,100	0,168	3,035	2,056	-2,845	-1,865	2,804	1,687	-2,595	-1,579
	2	0,560	0,560	5,054	4,232	-3,994	-3,172	4,073	3,388	-3,467	-2,781
	3			4,496	3,679	-4,496	-3,679	3,747	3,066	-3,747	-3,066
	4	-0,021	-0,021	5,614	5,614	-4,715	-5,651	4,684	4,684	-4,706	-4,706
	5	-0,945	-0,897	4,197	3,229	-5,889	-4,941	3,641	2,884	-4,681	-3,924
4	1	0,100	0,100	3,471	3,8574	-3,281	-2,667	2,867	2,356	2,759	-2,248
	2	0,560	0,560	6,198	5,167	-5,138	-4,107	5,026	4,167	-4,426	-3,561
	3			5,632	4,608	-5,652	-4,608	4,693	3,840	-4,693	-3,840
	4	-0,021	-0,021	7,037	7,037	-7,077	-3,077	5,870	5,870	-5,892	-6,892
	5	-0,945	-0,945	5,357	4,321	-7,149	-6,013	4,891	3,744	-5,731	-4,784
3	1	0,100	0,099	3,775	3,774	-0,585	-3,586	3,121	3,121	-3,013	-3,013
	2	0,560	0,559	6,71	6,709	-5,65	-5,651	5,453	5,453	-4,847	-4,847
	3			6,142	6,142	-6,142	-6,142	5,118	5,118	-5,118	-5,118
	4	-0,021	-0,027	8,447	8,447	-8,487	-8,487	7,045	7,045	-7,167	-7,067
	5	-0,945	-0,945	5,924	5,924	-7,716	-7,716	5,163	5,163	-6,203	-6,203
2	1	0,099	0,103	4,016	4,696	-3,828	4,890	3,322	-3,939	3,214	-4,049
	2	0,560	0,586	7,846	7,871	-6,786	-6,761	6,400	6,417	-5,794	-5,777
	3			7,270	7,270	-7,270	-7,270	6,058	6,058	-6,058	-6,058
	4	-0,021	-0,022	10,002	10,001	-10,142	-10,043	8,341	8,34	-8,363	-8,364
	5	-0,945	-0,984	7,176	7,139	-8,968	-9,005	6,207	6,186	-7,247	-7,268
1	1	0,093		3,666	-10,735	-3,490	10,735	3,032	-8,946	-2,932	8,946
	2	0,53		6,776	-11,652	-5,771	11,652	5,518	-9,710	-4,938	9,710
	3			6,262	11,629	-6,262	11,629	5,218	-9,691	-5,218	9,691
	4	-0,020		8,427	-12,670	-8,465	12,670	7,028	-10,888	7,048	10,558
	5	-0,889		5,741	-12,227	-7,427	12,227	4,998	10,189	6,976	10,189

Moments fléchissants dans les poteaux

Sens Longitudinal:
pontique 5-5

NIVEAU	Poteaux	G + 1,2 P		G + P + 1,2 E		G + P - 1,2 E		0,8 G + E		0,8 G - E	
		M sup (t.m)	M inf. (t.m)	M sup (t.m)	M inf. (t.m)	M sup	M inf.	M sup	M inf.	M sup	M inf.
7	A	0,113	0,240	3,467	1,646	-3,246	-1,209	2,273	1,373	-2,721	-10,21
	B	0	0	4,980	2,682	-4,980	-2,682	4,150	2,235	-4,150	-2,235
	C	0	0	4,980	2,682	-4,980	-2,682	4,150	2,235	-4,150	-2,235
	D	0	0	4,980	2,682	-4,980	-2,682	4,150	2,235	-4,150	-2,235
6	A	0,270	0,257	5,285	3,599	-4,751	-3,091	4,383	2,979	-3,981	-2,597
	B	0	0	7,344	6,009	-7,344	-6,009	6,120	5,007	-6,120	-5,007
	C	0	0	7,344	6,009	-7,344	-6,009	6,120	5,007	-6,120	-5,007
	D	0	0	7,344	6,009	-7,344	-6,009	6,120	5,007	-6,120	-5,007
5	A	0,257	0,257	7,293	5,533	-6,784	-5,025	6,056	4,590	-5,674	-4,208
	B	0	0	10,302	8,429	-10,302	-8,429	8,585	7,024	-8,585	-7,024
	C	0	0	10,302	8,429	-10,302	-8,429	8,585	7,024	-8,585	-7,024
	D	0	0	10,302	8,429	-10,302	-8,429	8,585	7,024	-8,585	-7,024
4	A	0,257	0,257	8,449	6,959	-7,941	-6,451	7,020	5,779	-6,638	-5,397
	B	0	0	13,086	10,707	-13,086	-10,707	10,905	8,922	-10,905	-8,922
	C	0	0	13,086	10,707	-13,086	-10,707	10,905	8,922	-10,905	-8,922
	D	0	0	13,086	10,707	-13,086	-10,707	10,905	8,922	-10,905	-8,922
3	A	0,257	0,257	9,131	9,131	-8,624	-8,624	7,589	7,589	-7,207	-7,207
	B	0	0	14,178	14,178	-14,178	-14,078	11,815	11,815	-11,815	-11,815
	C	0	0	14,178	14,178	-14,178	-14,078	11,815	11,815	-11,815	-11,815
	D	0	0	14,178	14,178	-14,178	-14,078	11,815	11,815	-11,815	-11,815
2	A	0,257	0,268	10,502	10,502	-9,293	-9,972	8,722	8,730	-8,340	-8,340
	B	0	0	16,346	16,346	-16,346	-16,346	13,622	13,622	-13,622	-13,622
	C	0	0	16,346	16,346	-16,346	-16,346	13,622	13,622	-13,622	-13,622
	D	0	0	16,346	16,346	-16,346	-16,346	13,622	13,622	-13,622	-13,622
1	A	0,242	0	9,215	-20,945	-8,737	20,945	7,660	-17,254	-7,300	17,454
	B	0	0	13,143	-24,407	-13,142	24,407	10,952	-20,339	-10,952	20,339
	C	0	0	13,143	-24,407	-13,142	24,407	10,952	-20,339	-10,952	20,339
	D	0	0	13,143	-24,407	-13,142	24,407	10,952	-20,339	-10,952	20,339

Pontique 4-4

Niveaux	Poteaux	G+1,2P		G+P+1,2E		G+P-1,2E		0,8G+E		0,8G-E	
		M _{sup} (t.m)	M _{inf} (t.m)	M _{sup}	M _{inf}	M _{sup}	M _{inf}	M _{sup}	M _{inf}	M _{sup}	M _{inf}
7	A	0,197	0,099	3,691	1,594	-3,307	-1,406	3,048	1,305	-2,784	-1,195
	B	0	0	5,189	1,794	-5,189	-2,794	4,324	2,328	-4,324	-2,328
	C	0	0	5,189	1,794	-5,189	-2,794	4,324	2,328	-4,324	-2,328
	D	0	0	5,189	1,794	-5,189	-2,794	4,324	2,328	-4,324	-2,328
6	A	0,112	0,107	5,338	3,589	-5,338	-1,806	4,422	2,965	-4,299	-2,849
	B	0	0	7,660	6,271	-7,660	-6,271	6,383	5,226	-6,383	-5,226
	C	0	0	7,660	6,271	-7,660	-6,271	6,383	5,226	-6,383	-5,226
	D	0	0	7,660	6,271	-7,660	-6,271	6,383	5,226	-6,383	-5,226
5	A	0,107	0,108	6,828	5,606	-6,626	-5,402	5,665	4,646	-5,547	-4,528
	B	0	0	10,743	8,789	-10,743	-8,789	8,952	7,324	-8,952	-7,324
	C	0	0	10,743	8,789	-10,743	-8,789	8,952	7,324	-8,952	-7,324
	D	0	0	10,743	8,789	-10,743	-8,789	8,952	7,324	-8,952	-7,324
4	A	0,107	0,108	8,651	7,097	-8,449	-6,893	7,184	5,047	-7,067	-5,828
	B	0	0	13,654	11,171	-13,654	-11,171	11,378	9,304	-11,378	-9,304
	C	0	0	13,654	11,171	-13,654	-11,171	11,378	9,304	-11,378	-9,304
	D	0	0	13,654	11,171	-13,654	-11,171	11,378	9,304	-11,378	-9,304
3	A	0,107	0,108	9,36	9,360	-9,156	-9,156	7,774	7,774	-7,656	-7,656
	B	0	0	14,784	14,784	-14,784	-14,784	12,32	12,32	-12,32	-12,32
	C	0	0	14,784	14,784	-14,784	-14,784	12,32	12,32	-12,32	-12,32
	D	0	0	14,784	14,784	-14,784	-14,784	12,32	12,32	-12,32	-12,32
2	A	0,107	0,111	10,779	10,783	-10,577	-10,573	8,957	8,959	-8,839	-8,837
	B	0	0	17,05	17,05	-17,05	-17,05	14,208	14,208	-14,208	-14,208
	C	0	0	17,05	17,05	-17,05	-17,05	14,208	14,208	-14,208	-14,208
	D	0	0	17,05	17,05	-17,05	-17,05	14,208	14,208	-14,208	-14,208
1	A	0,100		9,457	-21,846	-9,267	21,846	7,857	-18,205	-7,747	18,203
	B	0		13,708	-25,457	-13,708	25,457	11,423	-21,214	-11,423	21,214
	C	0		13,708	-25,457	-13,708	25,457	11,423	-21,214	-11,423	21,214
	D	0		13,708	-25,457	-13,708	25,457	11,423	-21,214	-11,423	21,214

Sens Transversal Efforts normaux dans les poteaux portique H-H

NIVEAU	Poteaux	G+1,2P		G+P+1,2E		G+P-1,2E		0,8G+E		0,8G-E	
		N (t)	N (t)	N	Nc	N (t)	Nc (t)	N	Nc	N	Nc
7	1	0,616	0,616	2,122	2,122	-0,924	-0,924	1,682	1,682	-1,856	-0,888
	2	4,035	4,035	2,965	2,965	4,913	4,913	1,957	1,957	3,581	3,581
	3	5,235	6,235	5,161	5,151	5,065	5,065	3,614	5,614	3,541	3,541
	4	5,291	5,291	5,505	5,505	4,817	4,817	3,895	3,895	3,321	3,321
	5	2,474	2,474	1,480	1,480	3,852	3,352	0,922	0,922	2,482	2,482
6	1	1,088	1,704	4,226	6,348	-2,118	-3,042	3,352	5,034	1,934	-2,790
	2	5,495	9,530	3,398	6,363	7,966	12,179	2,003	3,960	5,227	8,808
	3	7,473	12,708	9,480	12,631	7,022	12,087	5,102	8,716	4,720	8,041
	4	7,453	12,744	8,011	13,516	6,451	11,268	5,548	9,443	4,248	7,509
	5	1,899	4,373	1,289	2,719	5,731	9,083	0,486	1,408	4,230	6,712
5	1	1,102	2,806	5,260	11,608	-3,124	-6,166	4,211	9,245	-2,775	-5,565
	2	5,481	15,011	2,762	9,125	7,876	20,055	1,476	5,436	6,738	14,546
	3	7,471	20,179	7,553	20,184	6,945	19,032	5,163	13,879	4,036	12,698
	4	7,450	20,194	8,259	21,775	6,197	17,465	5,754	15,197	4,036	11,605
	5	3,595	7,968	0,519	3,238	6,457	16,540	-0,113	1,295	4,835	11,547
4	1	1,102	9,908	6,320	17,928	-4,184	-10,35	5,095	14,340	-3,669	-9,224
	2	5,482	20,492	2,115	11,240	8,523	28,578	0,957	6,573	6,277	20,773
	3	7,471	27,65	7,629	27,813	6,869	25,901	5,227	19,106	4,593	17,291
	4	7,450	27,644	8,518	30,293	5,958	23,403	5,970	21,167	3,820	15,425
	5	3,595	11,563	-0,231	-3,007	7,207	22,747	-0,738	0,567	5,460	17,007
3	1	1,102	6,010	7,367	28,295	-5,251	-15,581	5,967	20,507	-4,531	-13,755
	2	5,481	26,973	1,477	12,717	9,161	37,739	0,405	6,778	6,809	27,355
	3	7,471	36,121	7,705	35,518	6,793	32,694	6,290	24,596	4,530	21,821
	4	7,450	36,094	8,776	39,069	5,68	29,083	6,185	27,359	3,605	19,030
	5	3,595	15,158	-0,772	2,035	7,948	30,695	1,366	-0,799	6,078	23,085
2	1	1,102	6,112	8,532	33,827	-6,396	-29,977	6,938	27,247	-5,502	-19,257
	2	5,481	31,454	0,766	13,483	9,872	47,611	-0,187	6,591	7,401	34,756
	3	7,471	42,592	7,789	43,307	6,709	39,403	5,360	29,756	4,460	26,281
	4	7,450	42,544	9,063	48,132	5,393	34,476	6,424	33,776	3,366	22,396
	5	3,595	18,753	-1,798	0,237	8,774	39,469	-2,044	-2,843	6,766	29,851
1	1	1,090	7,202	11,858	46,685	-9,746	-31,723	9,712	1,695	-8,292	-27,549
	2	5,493	36,947	-1,911	11,572	12,571	60,182	-2,420	4,171	9,648	44,404
	3	7,472	50,063	7,568	50,875	6,932	46,355	5,175	30,951	4,645	30,926
	4	7,453	49,997	9,264	57,396	5,198	39,674	6,592	40,568	3,204	25,600
	5	3,592	22,345	-2,427	-2,190	9,597	48,806	-2,569	-5,412	7,285	37,156

portique G-G:

NIVEAU	Potéaux	G+1,2P		G+P+1,2E		G+P-1,2E		0,86+E		0,86-E	
		N(t)	Nc(t)	N	Nc	N	Nc	N	Nc	N	Nc
7	1	0,882	0,882	2,315	2,315	-0,603	-0,603	1,798	1,798	-0,632	-0,634
	2	7,984	7,984	6,848	6,848	8,718	8,718	4,644	6,442	6,202	5,568
	3	9,822	9,822	9,612	9,612	9,528	9,518	9,605	16,047	6,611	12,179
	4	10,032	10,032	10,104	10,104	9,448	9,448	9,068	23,115	6,522	18,702
	5	4,646	4,646	3,632	3,632	5,420	5,420	2,397	26,510	3,887	22,518
6	1	1,146	20,028	4,073	6,388	-1,903	-2,506	3,113	28,625	-1,867	20,721
	2	6,596	14,58	4,368	11,216	8,162	16,880	2,108	30,735	6,270	25,991
	3	8,791	18,613	8,567	18,179	8,123	17,651	6,078	35,811	4,708	30,699
	4	8,8	18,839	9,087	19,191	7,623	17,071	5,514	41,325	4,294	34,993
	5	4,189	8,835	1,931	5,563	6,021	11,441	0,625	41,95	4,033	39,026
5	1	1,174	3,202	5,415	11,803	-3,191	-5,697	4,228	46,178	-2,944	36,032
	2	6,56	21,14	3,691	14,807	8,269	26,740	3,297	49,475	7,695	43,727
	3	8,8	27,413	8,847	26,826	8,062	26,713	5,145	54,62	4,667	48,284
	4	8,795	97,627	9,750	28,941	6,950	24,021	6,068	60,688	7,34	62,118
	5	4,124	13,029	0,892	6,455	7,170	18,511	-0,24	60,446	4,806	57,024
4	1	1,174	4,376	6,751	11,554	-4,627	-10,224	5,341	65,787	-4,087	52,967
	2	6,56	27,7	6,626	20,333	9,673	35,322	2,710	68,497	8,285	81,249
	3	8,800	36,213	8,751	35,577	7,959	33,672	5,230	73,728	4,571	62,82
	4	8,795	36,422	9,750	38,691	6,960	30,971	6,068	79,796	3,434	68,284
	5	4,194	17,223	-0,039	6,416	8,001	26,512	-10,18	78,778	5,682	74,236
3	1	1,174	6,55	7,696	26,26	-5,479	-16,696	6,729	84,907	-4,845	70,088
	2	6,56	34,26	-4,010	16,317	10,946	46,568	2,149	87,056	8,843	78,931
	3	8,807	45,013	8,915	44,492	7,795	41,467	5,368	92,112	4,434	83,365
	4	8,795	46,217	9,969	48,661	6,731	37,702	6,249	98,673	-3,552	86,917
	5	4,194	21,417	-0,776	5,64	8,78	35,24	-1,644	97,049	6,288	93,205
2	1	1,174	6,724	9,088	36,335	-6,861	-22,551	7,286	104,355	-6,002	87,203
	2	6,56	40,82	11,61	17,778	10,999	86,567	1,622	106,867	9,47	96,673
	3	8,800	53,813	80,49	53,441	7,761	49,228	5,396	111,253	4,406	101,079
	4	8,795	54,012	10,368	59,028	6,332	44,034	6,583	117,836	3,219	104,296
	5	4,194	25,611	1,835	13,805	9,777	46,037	-2,515	115,323	7,179	111,477
1	1	1,150	7,870	9,515	44,85	-7,337	-29,894	4,648	122,962	-6,396	105,081
	2	6,592	47,412	1,064	18,842	+1,418	68,025	-0,648	122,324	8,017	113,098
	3	8,793	62,606	8,928	62,369	7,766	56,994	6,878	127,702	4,410	117,545
	4	8,791	62,803	10,800	69,328	6,408	50,442	6,825	134,227	3,281	20,796
	5	4,19	29,801	-1,779	2,026	9,733	54,77	-8,467	131,76	7,127	127,923

Efforts Normaux dans les poteaux

sens longitudinal:
portique 5-5

Niveaux	Poteaux	G+1,2P		G+P+1,2E		G+P-1,2E		0,8G+E		0,8G-E	
		N(t)	Nc(t)	N(t)	Nc(t)	N(t)	Nc(t)	N(t)	Nc(t)	N(t)	Nc(t)
7	A	0,362	0,362	2,180	2,180	-1,476	-1,476	1,767	1,767	-1,279	-1,279
	B	0,767	0,767	0,476	0,476	1,018	1,018	0,292	0,292	0,744	0,744
	C	0,752	0,752	0,732	0,732	0,732	0,732	0,507	0,507	0,507	0,507
	D	0,752	0,752	0,732	0,732	0,732	0,732	0,507	0,507	0,507	0,507
6	A	1,758	2,120	5,440	8,620	-2,958	-4,434	5,242	7,009	-2,590	-3,869
	B	2,666	3,433	2,105	2,581	3,159	4,177	1,530	1,829	2,409	3,153
	C	2,948	3,700	2,914	3,646	2,914	3,646	2,197	2,704	2,194	2,704
	D	2,948	3,700	2,914	2,914	2,914	3,646	2,197	2,704	2,194	2,704
5	A	1,443	3,563	8,204	16,824	-5,352	9,786	6,722	13,731	-4,574	-8,443
	B	2,981	6,414	2,023	4,604	3,871	8,048	1,452	3,275	2,992	6,146
	C	2,948	6,648	2,914	6,560	2,914	6,560	2,197	4,901	2,197	+4900
	D	2,948	6,648	2,914	6,560	2,914	6,560	2,197	4,901	2,197	+4900
4	A	1,443	5,006	9,804	16,628	-6,952	-16,758	8,056	21,787	-5,908	-14,351
	B	2,981	9,395	2,012	6,616	3,882	11,936	1,443	4,718	3,001	9,146
	C	2,948	9,596	2,914	9,474	2,914	9,476	2,197	7,098	2,197	7,098
	D	2,948	9,596	2,914	9,474	2,914	9,476	2,197	7,098	2,197	7,098
3	A	1,443	6,449	11,406	38,034	-8,554	-25,292	9,391	31,178	-7,243	-21,594
	B	2,981	12,376	1,827	8,443	4,067	15,997	1,289	6,007	3,155	11,301
	C	2,948	12,544	2,914	12,388	2,914	12,388	2,197	9,295	2,197	9,295
	D	2,948	12,544	2,914	12,388	2,914	12,388	2,197	9,295	2,197	9,295
2	A	1,443	7,892	12,952	50,966	-10,080	-36,372	10,662	41,840	-8,514	30,108
	B	2,981	16,357	1,657	10,100	4,237	20,234	1,147	7,154	3,297	15,598
	C	2,948	15,492	2,914	15,302	2,914	15,302	2,197	11,492	2,197	11,492
	D	2,948	15,492	2,914	15,302	2,914	15,302	2,197	11,492	2,197	11,492
1	A	1,758	9,650	16,958	67,924	-13,476	-48,848	14,007	55,847	-11,355	41,463
	B	2,666	18,023	-0,848	9,252	6,112	26,546	-0,930	6,224	4,870	20,468
	C	2,948	18,440	2,914	18,216	2,914	18,216	2,197	13,689	2,197	13,689
	D	2,948	18,440	2,914	18,216	2,914	18,216	2,197	13,689	2,197	13,689

politique 4-4 :

NIVEAU	Potéaux	G+1,2P		G+P+1,2E		G+P-1,2E		0,8G+E		0,8G-E	
		N _(E)	N _c (E)	N _(E)	N _c	N	N _c	N	N _c	N	N _c
7	A	0,712	0,712	2,597	2,597	-1,211	-1,211	2,067	2,067	-11,06	-1,106
	B	1,536	1,536	1,204	1,214	1,780	1,780	0,805	0,805	1,277	1,277
	C	1,498	1,498	1,460	1,460	1,460	1,460	10,15	1,015	1,015	1,015
	D	1,498	1,498	1,460	1,460	1,460	1,460	10,15	1,015	1,015	1,015
6	A	0,643	1,355	4,352	6,949	-3,132	-4,343	3,475	5,543	-2,761	-3,867
	B	1,349	2,885	0,807	2,021	1,755	3,535	0,357	1,162	1,147	2,424
	C	1,327	2,825	1,260	2,720	1,260	2,720	0,739	1,750	0,739	1,750
	D	1,327	2,825	1,260	2,720	1,260	2,720	0,739	1,750	0,739	1,750
5	A	0,644	1,999	6,462	13,411	-5,240	-9,583	5,234	10,777	-4,518	-8,385
	B	1,348	4,233	0,746	2,767	1,814	5,349	0,306	1,468	1,196	3,620
	C	1,327	4,152	1,260	3,980	1,260	3,980	0,739	2,493	0,739	2,493
	D	1,327	4,152	1,260	3,980	1,260	3,980	0,739	2,493	0,739	2,493
4	A	0,644	2,643	8,509	21,920	-7,287	-16,870	6,940	17,717	-6,224	-14,609
	B	1,348	5,581	0,395	3,162	2,165	7,515	0,013	1,481	1,489	5,109
	C	1,327	5,479	1,260	5,240	1,260	5,240	0,739	3,232	0,739	3,232
	D	1,327	5,479	1,260	5,240	1,260	5,240	0,739	3,232	0,739	3,232
3	A	0,644	3,387	9,746	31,666	-8,524	-25,394	7,970	26,687	-7,254	-21,863
	B	1,348	6,929	0,256	3,418	2,304	9,819	-0,102	1,379	1,604	6,713
	C	1,327	6,806	1,260	6,500	1,260	6,500	0,749	3,974	0,740	3,972
	D	1,327	6,806	1,260	6,500	1,260	6,500	0,749	3,974	0,740	3,972
2	A	0,644	3,931	11,815	43,481	-10,593	-35,987	9,695	35,382	-8,979	-30,849
	B	1,348	8,277	0,024	3,442	2,537	12,356	-0,296	1,083	1,798	8,511
	C	1,327	8,133	1,260	7,760	1,260	7,760	0,740	4,712	0,740	4,712
	D	1,327	8,133	1,260	7,760	1,260	7,760	0,740	4,712	0,740	4,712
1	A	0,643	4,574	11,679	55,160	-10,459	-46,446	9,581	44,963	-8,867	-39,709
	B	1,349	9,626	-0,176	3,266	2,738	15,094	-0,462	0,621	1,966	10,477
	C	1,328	9,461	1,260	9,020	1,260	9,020	0,740	5,452	0,740	5,452
	D	1,328	9,461	1,260	9,020	1,260	9,020	0,740	5,452	0,740	5,452

FERRAILLAGE
DES
PORTIQUES

Ferraillage des poutres

Poutres:

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

- SP_1 représente toute sollicitation de 1^{er} genre (moments fléchissants et efforts tranchants)

- SP_2 représente toute sollicitation de 2^e genre déduite de la combinaison la plus défavorable.

Contraintes admissibles:

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

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

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

Armatures longitudinales:

on calcule les caractéristiques du béton: $\alpha = \frac{n \bar{\sigma}'_b}{n \bar{\sigma}'_b + \bar{\sigma}_a}$ $\delta = 1 - \frac{\alpha}{3}$ $k = \frac{\bar{\sigma}'_b}{2 \delta}$

sous SP_1 : $\alpha = 0,423$ $\delta = 0,859$ $k = 24,9$.

sous SP_2 : $\alpha = 0,423$ $\delta = 0,859$ $k = 37,3$.

Moment résistant du béton: $M_{nb} = K b h^2$

si $M_{nb} < M_c \rightarrow A' \neq 0$

si $M_{nb} > M_c \rightarrow$ les armatures comprimées ne sont pas nécessaires

Section sans armatures comprimées:

$$A = M_c / \delta \bar{\sigma}_a \quad \text{et} \quad z = \delta h$$

Section avec armatures comprimées:

$$\bar{\sigma}_a = 15 \bar{\sigma}'_b (d h - d') / d h \quad A' = \frac{\Delta M}{(h - d') \bar{\sigma}'_a} \quad A = \frac{\Delta M}{(h - d') \bar{\sigma}_a} + \frac{M_b}{\delta h \bar{\sigma}_a}$$

$$\Delta M = M_c - M_{nb}$$

Armatures transversales:

contrainte de cisaillement maximale:

$$\tau_b = \frac{T_{max}}{b z} \quad b: \text{largeur de la poutre} \quad z = 7/8 h$$

T: effort tranchant.

contrainte admissible de cisaillement:

lorsque les armatures transversales d'âme sont droites: cadres et étriers, la contrainte admissible τ_b est donnée en fonction de $\bar{\sigma}'_b$,

contrainte maximale de compression du béton.

$$\text{si } \bar{\sigma}'_b < \bar{\sigma}'_{b0} \text{ on a } \bar{\tau}_b \leq 3,5 \bar{\sigma}'_b$$

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

l'emploi d'armatures transversales d'âme inclinées permet d'admettre pour τ_b des valeurs importantes $\bar{\tau}_b < \tau_b \leq 5 \bar{\sigma}'_b$

contrainte admissible de traction: $\bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \sigma_{en}$ s'il y a reprise de bétonnage.

$$\bar{\sigma}_a = \max \begin{cases} (1 - t_b/9\bar{\sigma}_b) \sigma_{en} \\ \frac{2}{3} \sigma_{en} \end{cases} \quad \text{s'il n'y a pas de reprise de bétonnage}$$

Espacement des armatures transversales: $t = \frac{A_t \bar{\sigma}_a}{T_{max}}$

Ecartement admissible (Art 19.4 CCBA 68)

$$t = \max \begin{cases} h(1 - 0,3 \frac{t_b}{\bar{\sigma}_b}) \\ 0,2 h \end{cases}$$

$\bar{t} \leq \min (h/4, 12 \phi, 30 \text{ cm})$ en zone nodale et en travée (RPA 81)

$\bar{t} \leq h/2$ en dehors de la zone nodale

(h: hauteur utile de la section ϕ : plus petit diamètre calculé)

Vérfications diverses:

vérfication des contraintes =

section sans armatures comprimées: $w = 100A/bh \rightarrow \begin{cases} E \\ K \end{cases}$

$$\sigma_a = \frac{M}{AEh} \leq \bar{\sigma}_a \quad \sigma'_b = \frac{\sigma_a}{K} \leq \bar{\sigma}'_b$$

section avec armatures comprimées: on calcule les grandeurs suivantes: $D = \frac{15}{6} (A + A')$ $E = \frac{30}{b} (A'd' + Ah)$

$$y_1 = -D + \sqrt{D^2 + E} \quad I = \frac{b}{3} y_1^3 + 15A'(y_1 - d')^2 + 15A(h - y_1)^2$$

$$M/I = K$$

$$\sigma'_b = K y_1 \leq \bar{\sigma}'_b$$

$$\sigma'_a = 15K(y_1 - d') \leq \bar{\sigma}'_a \quad \sigma_a = 15K(h - y_1) \leq \bar{\sigma}_a$$

condition de non fragilité (CCBA 68 - Art 52.1):

$$\frac{A}{bh} \geq \psi_4 \frac{\bar{\sigma}_b}{\bar{\sigma}_a} \left(\frac{h_t}{h} \right)^2$$

A: section des AL tendues.

b_0 : largeur de la section.

ψ_4 = coef = 0,54 pour les aciers écrouis

h_t, h : hauteurs totale et utile de la section

$\bar{\sigma}_b, \bar{\sigma}_a$ = ctes admissibles de traction de référen ce de béton et de l'acier.

condition de non fissuration (Art 49.22 CCBA 68).

$$\sigma_1 = \frac{K\eta}{\phi} \frac{w_p}{1 + 10w_p}$$

$$\sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{K\eta}{\phi} \bar{\sigma}_b}$$

$$\sigma_a = \frac{2}{3} \sigma_{en}$$

on doit avoir $\sigma_a \leq \max(\sigma_1, \sigma_2)$

ϕ : désigne le diamètre nominal exprimé en mm, de la plus grosse barre tendue.

η : coefficient de fissuration ($\eta = 1,6$)

$K = 1,5 \cdot 10^6$ fissuration: peu nuisible.

w_f : pourcentage de fissuration $w_f = A/B_f$ B_f : section fissurée = $2bd$
sens porteur $B_f = 250$

sens non porteur $B_f = 250$

Condition de non entrainement des barres (CCBA G8 Art 29)

τ_d : contrainte d'adhérence vis à vis de l'entrainement des armatures

$\tau_d = T/P_z$. T : effort tranchant en appui
 P : périmètre utile de l'armature.

on doit vérifier $\tau_d \leq \bar{\tau}_d$ $\tau_d = 2 \psi_d \bar{\tau}_b = 3 \bar{\tau}_b$ (Acier H.A)

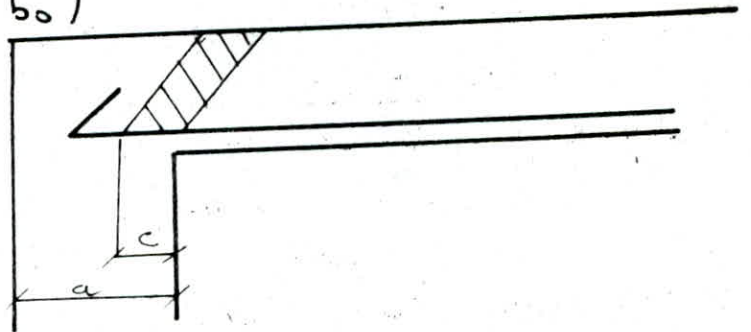
conditions en appuis (CCBA G8, art 352.32)

La longueur c de l'appui à l'extrémité de laquelle, on peut compter le commencement de l'ancrage de l'armature (fig 1) doit être telle que

l'on ait: $c \geq \frac{2T}{b_0 \bar{\sigma}'_{b0}}$ $c = a - (d + n)$

a : largeur du poteau d : enrobage. $n = 5,5 \phi$

si cette condition est vérifiée, la contrainte de compression dans les brielles du béton engendrée par l'effort tranchant reste inférieure à la contrainte admissible. ($\sigma'_b \leq \bar{\sigma}'_{b0}$)



Armatures inférieures:

sur un appui, la section A des armatures inférieures doit satisfaire à l'égalité suivante $A \bar{\sigma}'_a \geq T + M/3$. M : moment dans la section d'appui
 T : effort tranchant considéré comme > 0

Vérification de la flèche: (CCBA G8, art 61.21):

on admet qu'il est inutile de donner une justification des flèches pour des poutres dont le rapport h_t/L , de la hauteur de section à la portée libre est au moins égal à $\frac{1}{10} M_t/M_0$

la section A d'armatures tendues soit telle que l'on ait $A/bh \leq 43/6e$ et $\forall M_t$, on ait $h_t/L \geq 1/16$

si ces conditions ne sont pas remplies, on tiendra compte de la fissuration des zones tendues et on procède aux déterminations et vérifications

ci-après: on calcule $I = \frac{I_t}{1 + \lambda \mu}$

$\lambda = \lambda_L = \frac{\sigma_b}{72(2+3b_0/b)w}$ pour les charges de faible durée d'applications

$\lambda_0 = \frac{\lambda_L}{2,5}$ pour les charges permanentes -

$$\mu = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{5\bar{\sigma}_b}{4\bar{w}\sigma_a + 3\bar{\sigma}_b} \\ 0 \end{array} \right.$$

\bar{w} : rapport de la s^m d'armatures tendues à la section utile $\bar{w} = A/bh$.

I_t : M^t d'inertie de la s^m totale homogène

Section sans armatures comprimées:

$$I_t = by^3/3 + 15A(h-y)^2 + 15A'(y-d')^2$$

la flèche à prendre en considération est $\Delta_f = f_{\infty} - f_0$ avec une réduction de 20% (Art 58.4, CCBA 68)

$$f_{\infty} = \frac{ML^2}{10E_c I_{f\infty}}$$

$$f_0 = \frac{ML^2}{10E_i I_{f0}}$$

la flèche admissible: $\bar{f} = \frac{p}{1000} + 0,5 \text{ cm}$

Pourcentage minimal exigé par le RPA 81:

Armatures longitudinales: $0,3\% \leq A \leq 2,5\%$

- sens transversal $5,77 \leq A_t \leq 48,12$

- " longitudinal $4,72 \leq A_L \leq 39,37$.

Armatures transversales: $A_{t \text{ min}} = 0,003 \times S \times b$

avec S = espacement des armatures.

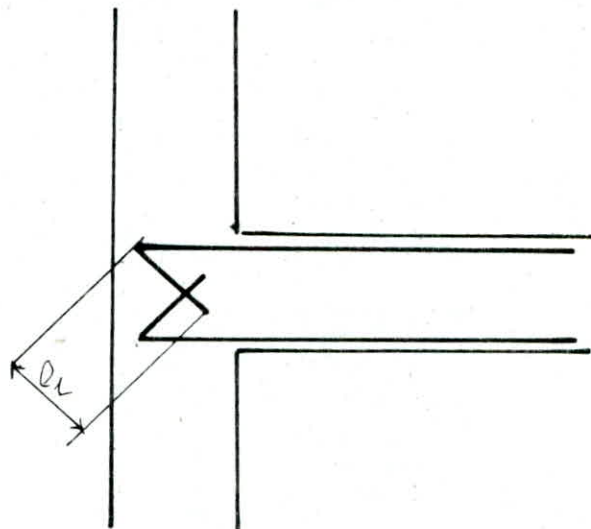
b : largeur de la section.

Ancrage:

L'ancrage des armatures longitudinales supérieures et inférieures dans les poteaux de rive et d'angle, doit être effectué conformément à la figure 1

$$l_1 \geq 20$$

$$l_2 \geq \max(30 \phi, 50 \text{ cm}).$$



Ferrailage des poutres:
 $h = h_f - d$ avec $d = 5 \text{ cm}$.

En travée:
 Sens transversal:

$$\left. \begin{aligned} M_{nb1} &= K_1 b h^2 = 7,785 \text{ t.m} \\ M_{nb2} &= K_2 b h^2 = 11,677 \text{ t.m} \end{aligned} \right\} M_{nb} > M_c \Rightarrow A' = 0$$

Niveaux		7	6	5	4	3	2	1
Poutre H-H	$M_{max}^{SP1, SP2}$	1,967	2,048	3,235	3,538	2,839	4,173	4,904
Poutre G-G	$M_{max}^{SP1, SP2}$	3,241	2,956	4,027	4,290	4,365	4,979	4,789
Max des 2 poutres	$M_{max}^{SP1, SP2}$	3,241	2,956	4,022	4,290	4,365	4,979	4,907
A calculée (cm ²)		3,78	3,45	4,69	5,01	5,10	5,81	5,73
A corrigée (cm ²)		6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	8,04	8,04
n T _y		3 T16	3 T16	3 T16	3 T16	3 T16	4 T16	4 T16

Sens longitudinal:

$$M_{nb} = K b h^2$$

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_a / n \sigma'_b}{\sigma'_b / \sigma_{sp1}}} = 0,423$$

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha}{3} = 0,859$$

$$K_{sp1} = \frac{\alpha}{2} \frac{\sigma'_b}{\sigma_{sp1}} \gamma = 24,89 \text{ Kg/cm}^2 \text{ et } K_{sp2} = \frac{\alpha}{2} \frac{\sigma'_b}{\sigma_{sp2}} \gamma = 37,335 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{sp2} = 37,335 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{nb1} = 5,6 \text{ t.m}$$

$$M_{nb2} = 8,4 \text{ t.m}$$

$$\left. \begin{aligned} M_{nb1} &= 5,6 \text{ t.m} \\ M_{nb2} &= 8,4 \text{ t.m} \end{aligned} \right\} M_{nb} > M_c \quad A' = 0$$

$$A = \frac{M_c}{\gamma h \sigma_a}$$

$$\gamma h = 26,25 \text{ cm}$$

Niveaux		7	6	5	4	3	2	1
Poutre 5-5	$M_{max}^{SP1, SP2}$	0,164	1,257	1,785	1,799	2,045	2,273	5,194
Poutre 4-4	$M_{max}^{SP1, SP2}$	0,701	0,928	1,007	1,476	1,66	1,97	2,239
Max des 2 poutres	$M_{max}^{SP1, SP2}$	0,701	1,257	1,785	1,799	2,045	2,273	5,194
A calculée (cm ²)		0,96	1,72	2,43	2,45	2,79	3,10	7,07
A adaptée (cm ²)		2,26	2,26	3,39	6,03	6,03	6,03	8,04
n T _x		2 T12	2 T12	3 T12	3 T16	3 T16	3 T16	4 T16

Vérfications diverses :

a) flèche : $h_t = 35 \text{ cm} > \frac{L}{16} = \frac{420}{16} = 26,25 \text{ cm}$

$$A_{\text{sup}} = 8,04 \text{ cm}^2 \leq b h \times \frac{43}{\sigma_{\text{en}}} = 25 \times 35 \times \frac{43}{4200} = 8,96 \text{ cm}^2$$

b) condition de non fragilité :

$$B_f = 2 b d = 250 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{min}} = b h \Psi \left(\frac{\sigma_b}{\sigma_a} \right) \left(\frac{h_t}{h} \right)^2 = 1,30 \text{ cm}^2 < \text{inf } A_i = 6,03 \text{ cm}^2$$

c) condition de non fissuration :

$$A_1 = 6,03 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{f1} = \frac{A_1}{2 b d} = 24,12 \cdot 10^{-3}$$

$$\eta = 1,6$$

$$A_2 = 8,04 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{f2} = \frac{A_2}{2 b d} = 32,16 \cdot 10^{-3}$$

$$K = 1,5 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{f1} = 2915 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\max(\sigma_{f1}, \sigma_{f2}) > \bar{\sigma}_a \text{ vérifiée.}$$

$$\sigma_{f2} = 3650 \text{ Kg/cm}^2$$

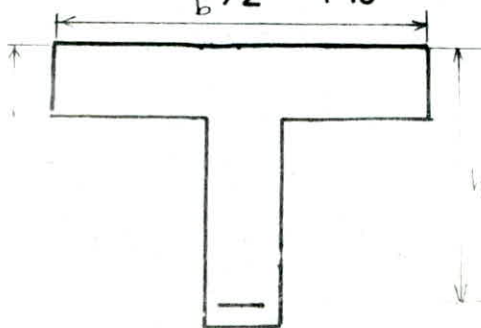
d) Vérification des contraintes = $\omega = 100 A / b h$.

Niveau	longitudinalement						transversalement					
	$\bar{\omega}$	M	E	σ_a	K	σ_b	$\bar{\omega}$	M	E	σ_a	K	σ_b
7	0,804	0,701	0,8718	445	24	18,26	0,689	3241	0,8789	1748	26,3	66,44
6	0,804	1,257	0,8718	798	24	32,73	0,689	2956	0,8789	1594	26,3	60,59
5	0,804	1,786	0,8718	1132	24	46,48	0,689	4,022	0,8789	2168	26,3	82,46
4	0,804	1,799	0,8718	1141	24	46,85	0,689	4,29	0,8789	2313	26,3	87,94
3	0,804	2,046	0,8718	1297	24	53,25	0,689	4,265	0,8789	2353	26,3	89,48
2	0,804	2,273	0,8718	1421	24	59,19	0,919	4,979	0,8649	2046	22	92,99
1	1,072	5,194	0,8571	2613	20	125,62	0,919	4,907	0,8549	2017	22	91,01

la largeur de la table que nous devons prendre en compte de chaque côté de la nervure est :

- longitudinalement : $b/2 = 4/10 = 320/10 = 32 \text{ cm} \rightarrow b_1 = 20 \text{ cm} \rightarrow b = 2b_1 + b_0 = 64 \text{ cm}$

- transversalement : $b/2 = 4/10 = 420/10 = 42 \text{ cm} \rightarrow b_1 = 30 \text{ cm} \rightarrow b = 2b_1 + b_0 = 84 \text{ cm}$



Sens transversal

Portique H-H.

$$\left. \begin{aligned} M_{nb} &= K_1 b h^2 = 7,78 \text{ 473 t.m} \\ M_{nb} &= K_2 b h^2 = 11,6771 \text{ t.m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M_{nb} > M_c \rightarrow A' = 0$$

NIVEAU	Max SP1		Max SP2		Acal (cm ²)
	Mt (t.m)	Acal (cm ²)	Mt (t.m)	Acal (cm ²)	
7	1,461	1,26	1,967	2,53	2,53
6	2,064	1,77	2,948	3,79	3,79
5	2,061	1,77	3,245	4,16	4,16
4	2,061	1,77	3,538	4,55	4,55
3	2,061	1,77	3,839	4,94	4,94
2	2,061	1,77	4,173	5,37	5,37
1	2,063	1,77	4,907	6,32	6,32

Portique GG.

NIVEAU	Max SP1		Max SP2		Max (SP1, SP2)
	Mt (t.m)	Acal (cm ²)	Mt (t.m)	Acal (cm ²)	Acal (cm ²)
7	2,881	2,47	3,241	4,17	4,17
6	2,708	2,32	2,950	3,81	3,81
5	2,736	2,35	4,022	5,18	5,18
4	2,736	2,35	4,29	5,62	5,62
3	2,736	2,35	4,365	5,62	5,62
2	2,736	2,35	4,979	6,41	6,41
1	2,742	2,36	4,789	6,16	6,16

Max portiques H-H et G-G :

Niveaux	M _{max} (t.m)	A _{cal} (cm ²)	A (cm ²)	nTy
7	3,241	4,17	6,03	3T16
6	2,956	3,81	6,03	3T16
5	4,022	5,18	6,03	3T16
4	4,290	5,52	6,03	3T16
3	4,365	5,62	6,03	3T16
2	4,907	6,41	8,04	4T16
1	4,907	6,32	8,04	4T16

Véifications diverses :

Fleche :

$$h_t(\text{longit}) = 35 \text{ cm} > l/16 = 320/16 = 20 \text{ cm}$$

$$h_t(\text{transv}) = 40 \text{ cm} > l/16 = 420/16 = 26,25 \text{ cm}$$

Condition de non fragilité :

$$A_{\min}(\text{longit}) = bh^2 \left(\frac{\sigma_b}{\sigma_a} \right) \left(\frac{R_t}{R} \right)^2 = 25 \times 30 \times 0,54 \left(\frac{5,9}{2800} \right) \left(\frac{35}{30} \right)^2$$

$$A_{\min} = 1,16 \text{ cm}^2 < \inf \{ A_i \}_{\text{longit}} = 6,03 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min}(\text{transv}) = 25 \times 30 \times 0,54 \left(\frac{5,9}{2800} \right) \left(\frac{40}{35} \right)^2 = 1,30 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} < \inf \{ A_i \}_{\text{transv}} = 6,03 \text{ cm}^2$$

Condition de non fissuration :

transversalement : $A = 6,03 \text{ cm}^2 \rightarrow \omega_p = A/2bd = 2,412 \cdot 10^{-2} \quad \sigma_s = 3430 > \bar{\sigma}_a$

$$A = 7,41 \text{ cm}^2 \rightarrow \omega_p = 2,964 \cdot 10^{-2} \quad \sigma_s = 2900 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

longitudinalement : $A = 6,28 \text{ cm}^2 \rightarrow \omega_p = 2,512 \cdot 10^{-2} \quad \sigma_s = 3012 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$

$$A = 10,05 \text{ cm}^2 \rightarrow \omega_p = 4,02 \cdot 10^{-2} \quad \sigma_s = 4301 \text{ kg/cm}^2 > \bar{\sigma}_a$$

Vérification des contraintes :

longitudinalement
 $w = 100 A / bh.$

Transversalement
 $w = 100 A / bh.$

Niveaux	longitudinalement							transversalement						
	(l (b.m))	α	w	ϵ	σ_a	K	σ'_b	w	ϵ	σ_a	K	σ'_b	$M_{(l.m)}$	α
7	0,701	0,386	0,804	0,8715	89,38	24	3,73	0,689	0,879	1,747	26,3	66,43	3,241	0,363
6	1,257	0,386	0,804	0,8715	160,26	24	6,68	0,689	0,879	1,594	26,3	60,8	2,956	0,363
5	1,785	0,386	0,804	0,8715	227,58	24	9,48	0,718	0,877	2,087	25,7	81,19	4,022	0,369
4	1,799	0,386	0,804	0,8715	229,36	24	9,56	0,718	0,877	2,226	25,7	86,60	4,29	0,369
3	2,045	0,39	0,837	0,8696	260,30	23,4	11,17	0,718	0,877	2,265	25,7	88,11	4,365	0,369
2	2,273	0,39	0,837	0,8696	290,13	23,4	12,41	0,847	0,869	2,210	23,2	95,26	4,979	0,393
1	5,194	0,4155	0,985	0,8695	174,878	12,11	82,88	0,847	0,869	2,178	23,2	93,88	4,907	0,393

la largeur de la table que nous devons prendre en compte et de chaque côté de la nervure =
 longitudinalement : $\frac{b}{2} = \frac{L}{10} = \frac{320}{10} = 32 \text{ cm} \rightarrow b_1 = 20 \text{ cm} \rightarrow b = 2b_1 + b_0 = 64$

transversalement = $\frac{b}{2} = \frac{L}{10} = \frac{420}{10} = 42 \text{ cm} \rightarrow b_1 = 35 \text{ cm} \rightarrow b = 2b_1 + b_0 = 84 \text{ cm}$
 $h_0 = 12,5 \text{ cm}$

Ferraillage aux appuis :

$$\mu = \frac{15 M_{max}}{\sigma_a b h^2} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K \\ \epsilon \end{array} \right.$$

$$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{K} < \bar{\sigma}'_b = 1,5 \times 137 = 205,5 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M_{max}}{\epsilon \bar{\sigma}_a h}$$

Ferrailage aux appuis :
Sens longitudinal :

Rang	Niveau	7	6	5	4	3	2	1
Portique	Max (S ₁ , S ₂)	2,907	6,473	8,078	11,318	12,747	13,816	14,301
Portique 2 ^o	Max (S ₁ , S ₂)	3,108	5,781	7,716	10,709	12,308	13,569	14,434
	Max M	3,108	7,473	10,778	12,905	15,308	17,565	25,434

Niveau	M (k.m) max	μ	h	σ'_b	ϵ	A _{cal}	A _{adap}	σ_a (kg/cm ²)	mTx
7	3,108	0,0433	38,6	108,81	0,9067	0,34	6,03	1895	3T16
6	7,473	0,1028	44,3	172,84	0,8718	0,874	6,03	3575	3T16
5	10,778	0,1330	40,5	204,88	0,8584	0,97	6,03	3234	3T16

Niveau	M _{max} (k.m)	μ	h	σ_a	μ'	M ₀ (t.m)	ΔM (t.m)	α	σ'_a	A'	$\bar{\omega}$	A
4	12,905	0,1797	46,7	3432	0,1993	9,215	0,402	0,4732	1997	0,13	0,178	2,20
3	15,308	0,2023	45,3	3144	0,2066	9,563	0,319	0,4560	2045	0,41	0,902	3,32
2	17,565	0,2193	44,5	2970	0,2114	9,775	0,274	0,5085	2073	3,88	0,219	3,94
1	25,434	0,2291	41,5	2873	0,214	9,895	19,45	0,5172	2080	3,72	0,251	5,4

Niveau	7	6	5	4	3	2	1
A' cal (cm ²)	0	0	0	6,24	9,29	11,58	3,72
A' adopté	0	0	0	6,03/3T16	6,03/3T16	6,03/3T16	6,03/3T16
A. cal (cm ²)	0,34	0,74	0,47	2,64	3,34	3,94	5,48
A adopté	2,26 3T12	2,26 2T12	2,26 2T12	3,93 3T12	6,03 3T16	6,03 3T16	8,04 4T16

Vérification des contraintes de travail :
Longit : $h = 30 \text{ cm}$, $b = 25 \text{ cm}$, $d = 5 \text{ cm}$

$\sigma'_b = 205,5 \text{ Kg/cm}^2$ $\bar{\sigma}_a = 420$

Niveau		A (cm ²)	ω	ϵ	σ_a	K	σ'_b
7	3,108	6,03	0,804	0,8718	1971	27,9	82,47
6	6,474	6,03	0,804	0,8718	4105	23,9	171,76
5	8,378	8,04	1,072	0,8571	4053	20	202,65

Ferraillage aux appuis :

$$\mu = \frac{15 M_{max}}{\bar{\sigma}_a b h^2} \quad h \text{ (longit ou transv)} \quad d = d' = 5 \text{ cm.}$$

$$A = \frac{M}{\epsilon h \bar{\sigma}_a}$$

les coefficients K et ϵ sont donnés par les tableaux (PIERRE CHARON)

si $\sigma'_b = \frac{\bar{\sigma}_a}{K} \leq \bar{\sigma}'_b \rightarrow A' = 0$

sinon $A' \neq 0 \rightarrow \sigma_a = K \bar{\sigma}'_b \leq \bar{\sigma}_a$
 on aura les coef μ et α puis \bar{w} pour calculer $\sigma'_a = K \bar{\sigma}'_b \left(\frac{\alpha - \mu}{\alpha} \right)$

$$M_0 = \mu b h^2 \bar{\sigma}'_b$$

$$\Delta M = M_c - M_0$$

$$A' = \frac{\Delta M}{(h-d') \sigma'_a}$$

$$A = \frac{\Delta M}{(h-d') \sigma_a} + \frac{\bar{w} b h}{100}$$

sens transversal :

Portique A-III
 Portique G6

Niveaux	7	6	5	4	3	2	1
Max SP2	3,162	6,450	8,002	9,603	11,127	12,947	14,753
Max SP1 SP2	3,782	6,011	8,530	10,408	11,740	14,203	13,990
M max	3,782	6,450	8,530	10,408	11,740	14,203	14,753

Niveau	M _{max} (t.m)	μ	K	σ_a		M ₀ (t.m)	α	σ'_a	ΔM (t.m)	A' (cm ²)	\bar{w}	A _c (cm ²)
7	3,782	0,0641	41,2	102	0,941	/	/	/	/	0	0,324	0,57
6	6,450	0,0752	29,7	111,5	0,8881	/	/	/	/	0	0,565	0,99
5	8,530	0,0995	24,8	109,4	0,8744	/	/	/	/	0	0,760	0,33
4	10,408	0,1214	21,8	132,7	0,8642	/	/	/	/	0	0,995	1,64
3	11,740	0,1360	20,1	1131	0,832	11,650	0,4273	2052	0,042	0,07	0,213	2,61
2	14,203	0,1656	17,6	3616,8	0,1947	12,263	0,4601	2128	0,244	0,38	0,262	3,44
1	14,753	0,1724	17,2	3634,6	0,1967	12,379	0,4658	2137	0,475	0,74	0,271	3,77

Condition de non entrainement des barres:

on vérifie. $T = \frac{T_{max}}{\eta P z} \leq T_d = 3,5 \bar{\sigma}_b = 26,51 \text{ kg/cm}^2$

sens longitudinal $z = 26,25 \text{ cm}$ sens transversal $z = 30,625 \text{ cm}$

Niveau	$T_{max} 10^{-3}$	ηT_x	ηP (cm)	T_d (kg/cm ²)	$T_{max} 10^{-3}$	ηT_y	ηP (cm)	T_d (kg/cm ²)
7	2,354	3T16	15,08	5,947	5,716	3T16	15,08	12,374
6	5,657	3T16	15,08	14,291	5,916	3T16	15,08	12,810
5	7,138	4T16	20,11	13,522	6,781	4T16	20,11	11,01
4	8,472	$\frac{3T20 + 2T16}{2716}$	28,90	11,168	7,557	$\frac{3T16 + T20}{2716}$	21,36	11,552
3	9,807	$\frac{4T20 + 2T16}{2716}$	35,18	10,620	8,163	$\frac{2T16 + 2T20}{2720}$	22,62	11,784
2	11,078	$\frac{5T20 + 2T16}{2716}$	41,47	10,177	9,054	$\frac{2T20 + 4T16}{4716}$	32,68	9,047
1	14,422	$\frac{6T20 + T16}{776}$	42,73	12,858	10,773	$\frac{4T20 + T16}{776}$	30,16	11,664

Calcul des armatures transversales:

$\sigma_{at} = \frac{2}{3} \sigma_{ten} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$T_b = \frac{T_{max}}{b z}$ $t = \max \left\{ \frac{h(1 - 0,3 \frac{T_b}{\sigma_b})}{\sigma_b}, 0,2h \right\}$

sens longitudinal

sens transversal.

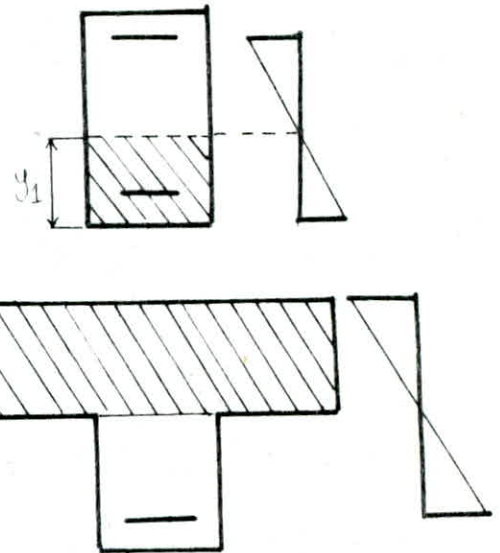
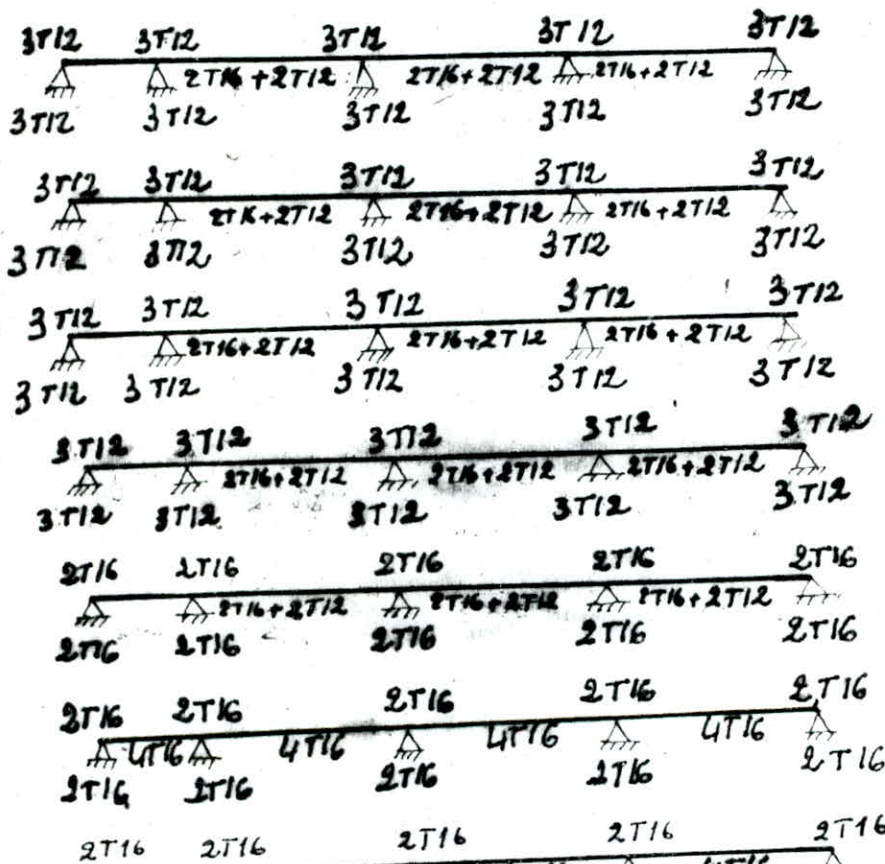
Niveau	$T_{max} 10^{-3}$	T_b kg/cm	F	t	$T_{max} 10^{-3}$	T_b kg/cm ²	F (cm)	t (cm)
7	2,354	3,59	26,4	20,2	5,716	7,47	26,13	9,69
6	5,657	8,62	21,3	8,39	5,916	7,73	25,83	9,36
5	7,138	10,18	18,9	6,65	6,781	8,86	24,49	8,17
4	8,472	12,91	16,9	5,60	7,557	9,87	23,29	7,33
3	9,807	14,90	14,8	4,84	8,163	10,66	22,35	6,78
2	11,078	16,88	12,8	4,29	9,054	11,83	20,96	6,12
1	14,422	21,98	7,7	3,29	10,773	14,07	18,31	5,14

Vérification des contraintes :

Niveau	M (t.m)	A (cm ²)	A' (cm ²)	ω	ε	σ _a	K	σ _b '
7	3,782	6,03		0,689	0,879	2039	26,3	77,52
6	6,450	6,03		0,689	0,879	3477	26,3	152,20
5	8,53	8,04		0,919	0,866	3605	22	159,28
4	10,408	9,17		1,048	0,856	3777	20,3	186,06

Niveau	M (t.m)	A (cm ²)	A' (cm ²)	D	E	γ ₁	I 10 ⁵	K = $\frac{M}{I}$	σ _b '	σ _a '	σ _a
3	11,74	10,30	6,03	40,826	462,78	5,39	1,368	8,58	46,24	60,19	3811
2	14,203	14,32	6,03	60,875	657,62	5,32	1,835	7,74	46,82	106,81	3376
1	14,763	14,57	6,03	51,5	648,12	5,95	1,863	7,92	47,12	112,78	3462

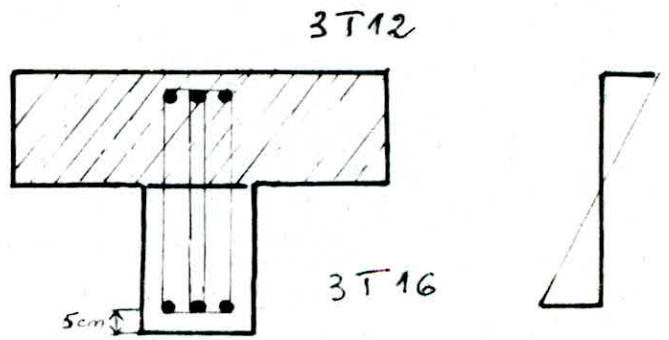
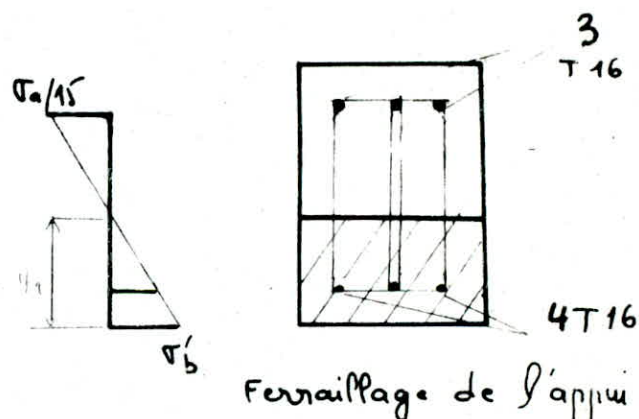
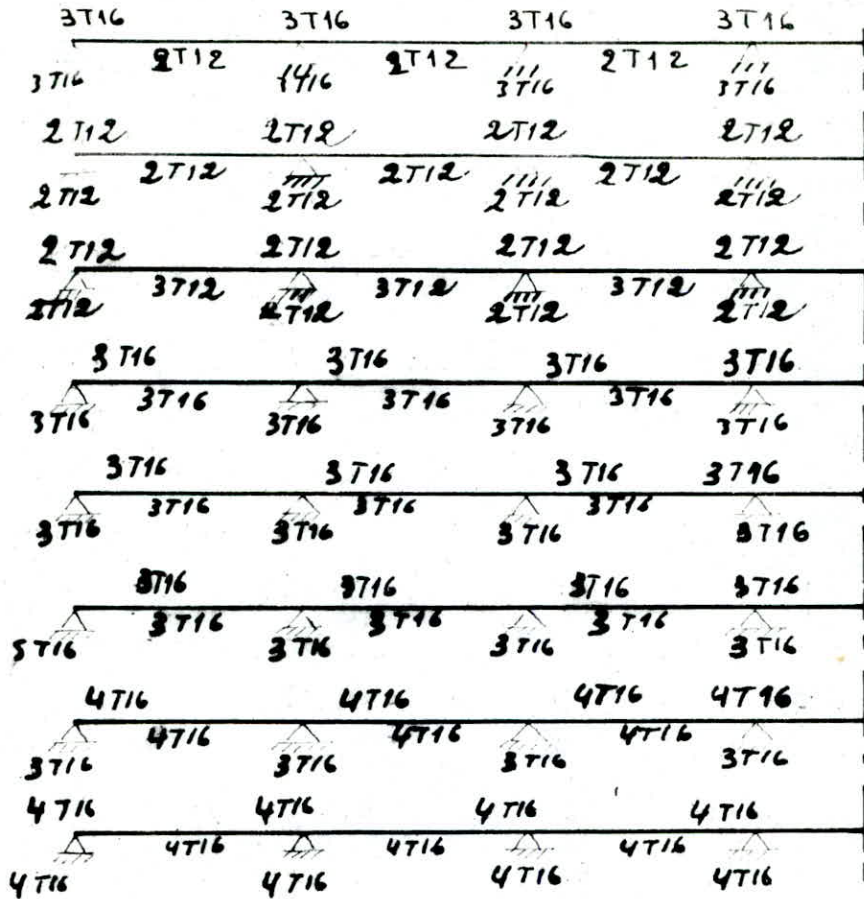
NW.	A'cal (cm ²)	A'optéc	mTy.	A'cul (cm ²)	A'cul pléc cm ²	mTy.
7	0	0	3T12	0,57	3,28	3T12
6	0	0	3T12	0,99	3,36	3T12
5	0	0	3T12	1,33	3,39	3T12
4	0	0	3T12	1,64	3,39	3T12
3	0,04	4,02	2T16	2,61	4,02	2T16
2	0,38	4,02	2T16	3,44	4,02	2T16
1	0,74	4,02	2T16	3,77	4,02	2T16



Armações inferiores em appuis: on vérifie si $A \sigma_a \geq T + M/3$
 a) Sens longitudinal b) Sens transversal

Niv	T 10 ³	M 10 ⁵	T+M	A	T 10 ³	M	T+M	A
7	2,354	3,108	3,38	3,39	5,716	3,782	4,31	3,39
6	5,657	7,473	5,22	3,38	5,916	6,950	5,02	3,39
5	7,138	12,718	7,20	3,39	6,781	8,520	7,25	3,39
4	8,472	12,905	12,28	6,03	7,557	10,408	8,89	3,39
3	9,807	15,308	13,9	6,03	8,163	11,740	10,07	4,02
2	11,078	17,565	16,17	6,03	9,054	14,203	13,20	4,02
1	14,422	26,634	16,53	8,04	10,793	14,753	13,89	4,02

Ferrailage longitudinal:



Poteaux: Les poteaux sont calculés en flexion composée sous la plus défavorable des combinaisons des efforts en SP_2 ou sous SP_1 et éventuellement vérifiées en SP_2 .

Notation: e_0 : excentricité de la force extérieure dans le plan radial passant par le centre de gravité de la section du béton seul.

e_1 : rayon vecteur de même signe que e_0 du noyau central situé dans le même plan radial. $e_1 = h_t/6$.

M_b : Moment fictif engendré par l'effort normal de compression ou de traction. $M_b = N e_0$.

e_a : bras de levier du moment M_b par rapport à la section tendue.

$e_a = e_0 + (h_t/2 - d)$ pour section partiellement comprimée.

$e_a = e_0 - (h_t/2 - d)$ " " " tendue.

si N est l'effort de compression (respectivement de traction) et si on a

$e_0 > e_1$ la section est dite partiellement comprimée (resp. tendue)

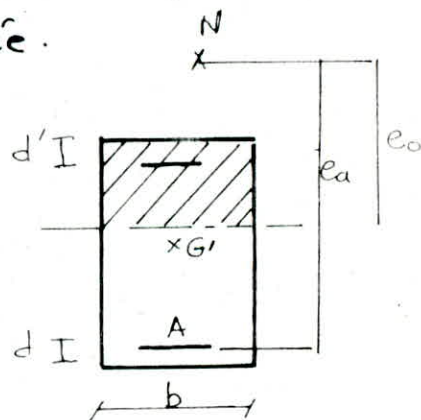
$e_0 < e_1$ " " entièrement comprimée.

Calcul des armatures longitudinales:

Section partiellement comprimée:

$$\alpha = \frac{M_b}{z_a \sigma_a} \quad A = \alpha \frac{N}{\sigma_a} \quad (z_a = \frac{7}{8} h_t)$$

$$\alpha' = A' \frac{M_b - M_{17b}}{(h - d) \sigma_a'} \quad (\text{si } M_{17b} < M_b) \quad \text{et } \sigma_a' = 15 \sigma_b' \frac{\alpha' h - d'}{\alpha' h}$$



section entièrement comprimée:

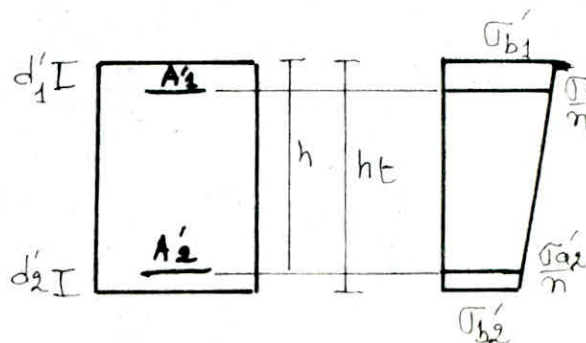
$$P = \bar{\sigma}_b' \frac{b h_t}{N}; \quad \beta = \frac{6 e_0}{h_t}; \quad S = \frac{d}{h_t}$$

$$D = 0,3 (P - \beta) - 0,9 (1 - P) (1 - 2S)^2$$

$$E = p - 1 - \beta$$

$$C = 0,27 (1 - 2S)^2 P$$

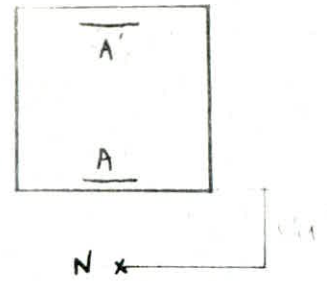
$$W' = \frac{-D + \sqrt{D^2 - 4CE}}{2C}$$



Section partiellement tendue:

même principe de calcul que pour une section partiellement comprimée avec toutefois

$$A = A' + N/\sigma_a$$



Section entièrement tendue.

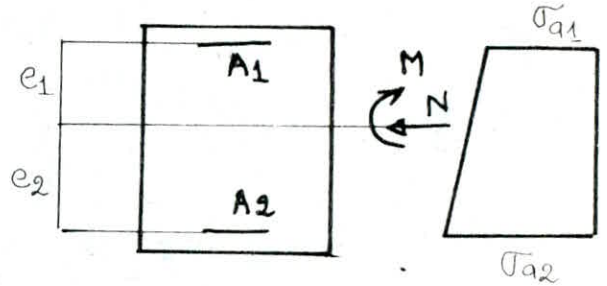
$$z = e_1 + e_2$$

$$F_1 = (N e_2 - M) / z \quad F_1 = A_1 \sigma_{a1}$$

$$F_2 = (N e_1 + M) / z \quad F_2 = A_2 \sigma_{a2}$$

les sections minimales A_1 et A_2 sont

$$A_1 = \frac{N e_2 - M}{z \sigma_a} \quad \text{et} \quad A_2 = \frac{N e_1 + M}{z \sigma_a}$$



Vérification des contraintes:

section entièrement comprimée: $A_1 = A_2$.

$$U_1 = U_2 = \frac{h_t}{2} \quad B'_0 = b h_t + 2n A'$$

$$I_{xx} = \frac{b h_t^3}{12} + 2n A \left(\frac{h_t}{2} - d' \right)^2 \quad \sigma'_{b1} / b_2 = \frac{N}{B'_0} + \frac{M}{I} \frac{h_t}{2}$$

$$\sigma'_{a1} / a_2 = n \left(\frac{N}{B'_0} + \frac{M}{I} \frac{\theta_1 - d'_1}{2} \right)$$

Section partiellement comprimée (tendue): on utilisera les tableaux de DAVI DOVICI.

$$A = A' \quad ; \quad K_e = \frac{N}{M} h_t \quad ; \quad \omega = \frac{100 A}{b h_t} = \frac{100 A'}{b h_t} \rightarrow K_b, K$$

$$\sigma'_b = \frac{1}{K_b} \frac{M}{b h_t^2} \quad \sigma_a = K \sigma'_b$$

$$\text{Compression simple: } A = \max \left\{ \begin{array}{l} A'_{\min} = \frac{1,25}{1000} \theta_1 \theta_2 \theta_3 \frac{N}{\sigma'_b} \\ A' = \frac{N - B \sigma'_b}{n \sigma'_b} \end{array} \right.$$

θ_1 : coefficient qui tient des possibilités d'excentricité de la charge d'un plancher mesurée en mm.

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

l_c = longueur de flambement $l_c = 0,7 l_0$ (bâtiment à étages multiples)

a : plus petite dimension transversale.

c : enrobage des armatures longitudinales.

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

Vérification du flambement :

$$l_e = 0,7 l_0 = \begin{cases} 214 \text{ cm, si } l_0 = 306 \text{ cm.} \\ 234 \text{ cm, si } l_0 = 334 \text{ cm.} \\ 374 \text{ cm, si } l_0 = 534 \text{ cm.} \end{cases}$$

$$i = \frac{I}{B} \quad I = \frac{bh^3}{12} \quad \text{et } B = bh. \rightarrow i = \frac{h}{2\sqrt{3}}$$

Niveau 1 :

$$\left. \begin{array}{l} h_t = 50 \text{ cm.} \\ h_t = 45 \text{ cm.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} i = 14,43 \\ i = 12,99 \end{array} \quad i_{\min} = 12,99 \rightarrow \lambda_1 = \frac{374}{12,99} = 28,7$$

$$\lambda_1 < 50$$

Niveau 2 ... 7 :

$$\left. \begin{array}{l} h_t = 40 \text{ cm} \\ h_t = 35 \text{ cm.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} i = 11,55 \text{ cm} \\ i = 10,10 \text{ cm} \end{array} \quad i_{\min} = 10,10 \rightarrow \lambda_2 = \frac{374}{10,10} = 37,03$$

$$\lambda_2 < 50.$$

$$\frac{e_{c \max}}{a_{\min}} = \frac{374}{35} = 10,69 < 14,4.$$

Ce sont des pièces courtes \rightarrow pas de flambement.

Armatures transversales (RPA 81, p 60).

T: effort tranchant est égal à $\begin{cases} 2T_{cal} & \text{si } \lambda \geq 15. \\ 3T_{cal} & \text{si } \lambda < 15. \end{cases}$

$$t = \frac{A_t h_t \sigma_{en}}{1,25 T}$$

A_t : section d'armatures transversales.

$F \leq 12 \phi$ en zone courante. (ϕ : plus petit diamètre des AL)

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

Sens transversal : $A_t = 2,01 \text{ cm}^2 \rightarrow t = \frac{2,01 \times 50 \times 2400}{1,25 T} < 24 \text{ cm}$ zone courante

$t < 15 \text{ cm}$

zone nodale

Sections minimales :

Armatures longitudinales :

N (7-4) $25 \text{ cm}^2 \leq A_L \leq 40 \text{ cm}^2$

N (3-1) $42 \text{ cm}^2 \leq A_L \leq 45 \text{ cm}^2$

Armatures transversales : $A_{t \min} = 0,004 \cdot t \cdot b_1$

longueur de recouvrement : $l_{\min} = 5\phi = 100 \text{ cm.}$

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

Ferraillage des poteaux :

Sens transversal.

$K_{sp2} = 37,113 \text{ Kg/cm}^2$

$M_{nb} = 37,113 \text{ t.m}$

Niveau	M max (t.m)	N max (t)	e ₀ (m)	PC	$\frac{M_{nb}}{N_{max}}$	M _{sp} (t.m)	A' (cm ²)	A (cm ²)	N _{min} (t)	e ₀ (m)	Nature section	$\frac{M_{nb}}{N_{min}}$	M _{sp}	A' (cm ²)	A (cm ²)
7	5,548	10,104	0,55	PC	0,70	7,073	0	3,19	-0,634	8,751	PT	8,601	5,453	0	4,47
6	4,67	19,191	0,24	PC	0,39	7,485	0	1,41	-2,506	1,866	PT	1,714	4,295	0	4,00
5	5,614	28,941	0,19	PC	0,34	9,84	0	0,98	-5,697	0,985	PT	2,835	4,757	0	5,13
4	7,037	38,691	0,18	PC	0,33	12,763	0	0,92	-10,224	0,688	PT	2,538	5,501	0	6,79
3	8,447	48,660	0,17	PC	0,32	15,571	2,29	2,08	-15,696	0,538	PT	0,388	6,09	0	8,56
2	10,002	59,026	0,17	PC	0,32	18,888	0	0,82	-22,567	0,444	PT	0,294	6,632	0	8,70
1	12,670	69,328	0,18	PC	0,33	22,878	0	0,78	-29,894	0,424	PT	0,274	8,191	0	11,24

Tableau récapitulatif

NIV	Nature	A (cm ²)	A' (cm ²)	A _{adapt}	A' _{adapt}
7	PT	4,47	0	3T16 6,03	3T16 6,03
6	PT	4	0	2T20+T6 8,29	8,29
5	PT	5,13	0	2T20 + 2T16 10,3	10,3
4	PT	6,79	0	2T20 + 2T16 10,3	10,3
3	PT	8,56	0	2T20 + 2T16 10,3	10,3
2	PT	8,75	0	2T20 + 2T16 10,3	10,3
1	PT	11,24	0	4T20 + T16 14,57	14,57

Sens Longitudinal :

pour N : 1 $\frac{h_t}{6} = 7,5 \text{ cm}$ N : 3,4,5,6,7 $\frac{h_t}{6} = 5 \text{ cm}$

Niveaux	M _{max} (t.m)	N _{max} (t)	e ₀ (m)	Nature section	A _t (cm ²)	A _c (cm ²)	N _{min} (t)	e ₀ (m)	Nature Section	A _t (cm ²)	A _c (cm ²)
7	5,189	2,597	1,9281	P.C	4,48	0	-1,476	3,516	P.T	4,98	0
6	7,660	8,620	0,889	P.C	6,02	0	-4,434	1,728	P.T	7,62	0
5	10,743	16,824	0,639	P.C	7,87	0	-9,786	1,098	P.T	11,13	0
4	13,743	21,787	0,621	P.C	13,70	6,46	-16,738	0,821	P.T	14,75	0
3	14,784	31,178	0,475	P.C	16,21	11,20	-25,292	0,585	P.T	16,26	0
2	17,05	50,966	0,335	P.C	5,86	0	-35,372	0,482	P.T	15,95	0
1	25,434	67,934	0,374	P.C	9,60	0	-48,848	0,448	P.T	20,85	0

Tableau récapitulatif

Niveaux	Nature Section	A _{mar} (cm ²)	A _{adopté} (cm ²)	A _{adep} (cm ²)	2 η T
7	P.T	4,98	6,03	6,03	3T16
6	P.T	7,62	9,42	9,42	3T20
5	P.T	11,13	12,56	12,56	4T20
4	P.T	14,75	16,58	16,58	4T20 + 2T16
3	P.T	16,26	16,58	16,58	4T20 + 2T16
2	P.T	15,95	16,58	16,58	4T20 + 2T16
1	P.T	20,85	22,86	22,86	6T20 + 2T16

Vérification des contraintes :

Flexion composée (partiellement tendue)

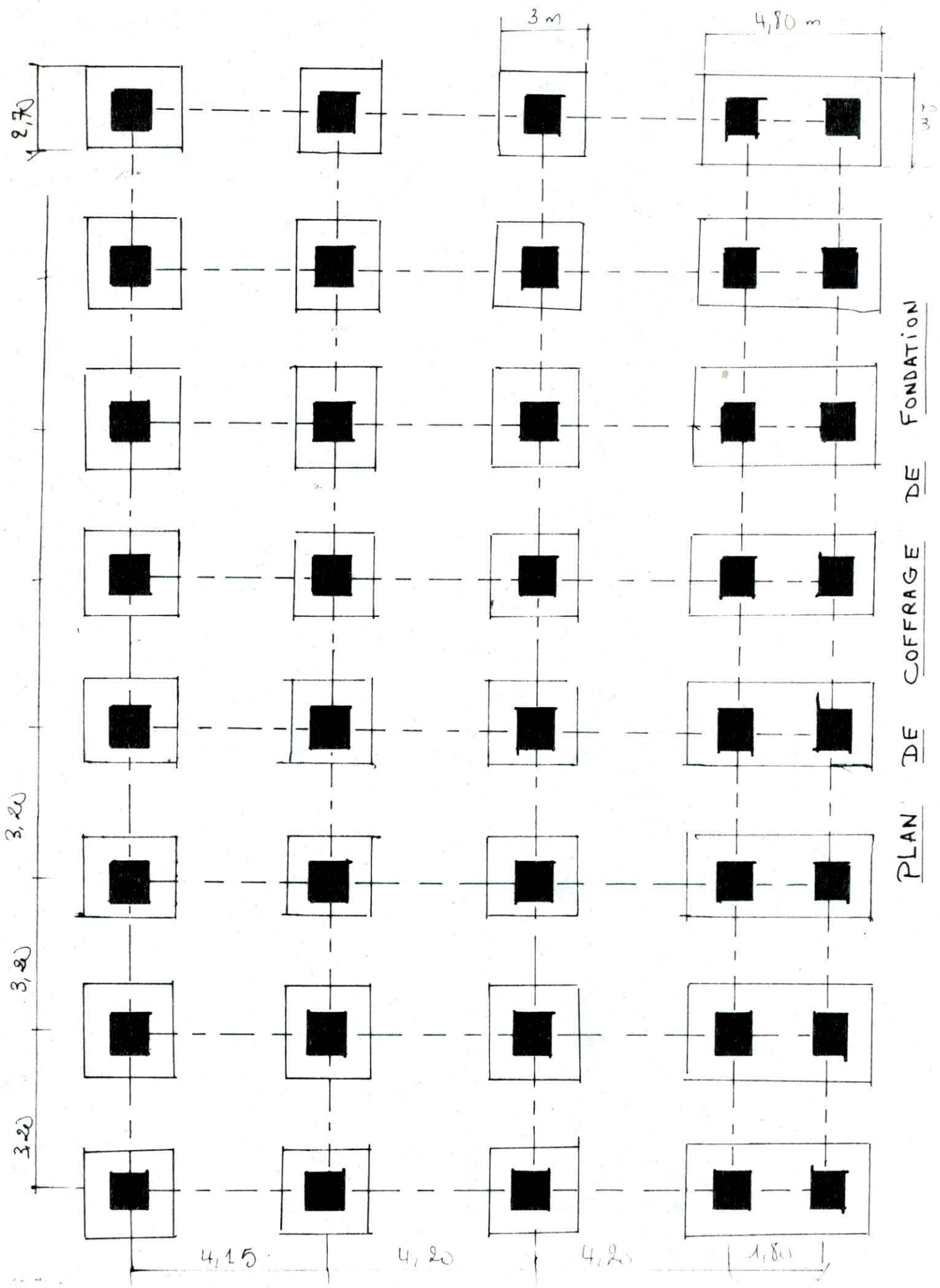
d'après victor DAVIDOVICI (p. 168) $\frac{d}{h_t} = \frac{d'}{h_t} \approx 0,1$ ($A = A'$)

NIV	N	M	K_e	b	\bar{w}	σ'_b	σ_a
7	-0,634	5,548	-0,046	35	0,67	55,04	1652
6	-2,806	4,67	-0,215	35	0,67	43,89	1459
5	-5,697	5,614	-0,406	35	0,67	52,76	1944
4	-10,222	7,037	-0,581	35	0,67	62,83	2568
3	-15,696	8,447	-0,743	35	0,67	71,83	3264
2	-22,557	10,002	-0,902	35	0,67	81,19	4114
1	-29,824	12,67	-1,177	35	0,56	59,28	3912

$$K_e = \frac{N}{M} h_t \quad \bar{w} = \frac{100 A}{b h_t} \rightarrow \sigma'_b = \frac{1}{K_b} \frac{M}{b h_t^2}$$

NIV	M_{max}	N_{com}	h_t	b	K_e	\bar{w}	K_b	σ'_b	K	σ_a
7	5,189	-1,476	35	40	-0,1	0,67	0,22	49,10	50,67	2440
6	7,66	-4,434	35	40	-0,2	0,67	0,19	82,27	33,24	2135
5	10,743	-9,786	35	40	-0,32	0,90	0,23	95,32	32,88	3136
4	13,743	-16,738	35	40	-0,43	1,12	0,24	116,85	31,96	3735
3	14,776	-25,292	35	40	-0,6	1,35	0,27	111,75	33,77	3774
2	17,05	-35,370	35	40	-0,73	1,35	0,28	115,99	37,77	3626
1	21,846	-48,848	45	50	-1,01	1,57	0,34	63,46	40,05	2542

FOUNDATIONS



Calcul des Fondations:

Semelles isolées:

$$N = 88 \text{ t}$$

Dimensionnement:

$$S = AB$$

$$\frac{B}{A} = \frac{b}{a} = \frac{45}{50} = 0,9 \rightarrow \begin{cases} B = 0,9A \\ S = 0,9A^2 \end{cases}$$

$$\sigma_s = \frac{N}{S} \leq \bar{\sigma}_s = 1,64 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow S \geq \frac{N}{\bar{\sigma}_s} = \frac{88 \cdot 10^3}{1,64}$$
$$A^2 \geq \frac{88 \cdot 10^3}{0,9 \times 1,64} = 59620,6 \text{ cm}^2$$

$$A = 3 \text{ m}$$

$$B = 2,7 \text{ m}$$

$$\sigma_s = \frac{N}{S} \pm \frac{M}{I} v$$

$$v = \frac{A}{2}$$

$$I = \frac{BA^3}{12}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{BA^2}{6}$$

$$\sigma_s = \frac{N}{S} \pm \frac{6M}{99A^3} \leq \bar{\sigma}_s$$

$$\begin{cases} N = 70 \text{ t} \\ M = 25 \text{ t}\cdot\text{m} \end{cases}$$

$$\sigma_s = 1,48 \text{ kg/cm}^2 \leq \bar{\sigma}_s$$

Calcul de h_t : * Condition de rigidité.

$$h_t \geq \max \left\{ \frac{A-a}{4}, \frac{B-b}{4} \right\} = 62,5 \text{ cm}$$

* Condition de non poinçonnement.

$$h_2 \geq 1,44 \sqrt{\frac{N}{\bar{\sigma}_b}} = 51,62 \text{ cm}$$

$$h = \max(h_1, h_2) = 65 \text{ cm}$$

$$h_t = 70 \text{ cm}$$

Calcul de l'épaisseur de la semelle: L'épaisseur doit vérifier:

$$e \geq 6\phi + 6$$

$$\phi = 20 \text{ m}$$

$$e \geq 18 \text{ cm}$$

$$\boxed{e = 20 \text{ cm}}$$

Vérification de la contrainte de sol: $N_{tot} = N + N(\text{semelle}) + \frac{1}{2}$ poids du poteau

poids de la semelle. $N_s = B \times 2,5 \left[B \cdot e + \frac{(b+B)}{2} (h_t - e) \right]$

$$N_s = 2,7 \times 2,5 \left[3 \times 0,2 + \frac{(0,5+3)}{2} (0,7 - 0,20) \right] = 9,956 \text{ t}$$

$$N_p = 2,5 \times 0,5 \times 0,4 \times 1,5 = 0,75 \text{ t}$$

$$N_t = 98,706 \text{ t}$$

$$\sigma_s = \frac{98,706}{300 \times 270} = 1,21 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s$$

Ferraillage de la semelle: le calcul se fera par la méthode des Bielles:

$$A_x = \frac{Q(B-b)}{8h\bar{\sigma}_a} = \frac{98 \cdot 10^3 (270-40)}{8 \cdot 55 \cdot 2800} = 18,30 \text{ cm}^2$$

$$A_y = \frac{Q(A-a)}{8h\bar{\sigma}_a} = \frac{98 \cdot 10^3 (300-50)}{8 \cdot 2800 \cdot 55} = 19,89 \text{ cm}^2$$

Longi: $A_x = A_y = 7720 = 2199 \text{ cm}^2$
 $N = 77,459 \text{ t}$ $M = 24,407 \text{ t}\cdot\text{m}$
 $N = 64,685 \text{ t}$ $M = 25,455 \text{ t}\cdot\text{m}$

transv. $l = 30 \text{ cm}$
 $N = 70,228 \text{ t}$ $M = 10,584 \text{ t}\cdot\text{m}$
 $N = 78,853 \text{ t}$ $M = 12,67 \text{ t}\cdot\text{m}$

Vérifications:

Sens longitudinal: $I = \frac{AB^3}{12}$ $Y = \frac{B}{2}$ $\frac{I}{V} = \frac{2I}{B} = 3,645 \cdot 10^6 \text{ cm}^3$

$$\sigma_s = \frac{7,8 \cdot 10^4}{8,1 \cdot 10^4} + \frac{12,67 \cdot 10^5}{36,45 \cdot 10^5}$$

$$\sigma_{s \text{ max}} = \frac{6,5}{8,1} + \frac{25,457 \cdot 10^5}{36,45 \cdot 10^5} = 1,51 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s$$

Sens transversal:

$$W = \frac{I}{V} = \frac{BA^2}{6} = 40,5 \cdot 10^5 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_s = \frac{N}{S} \pm \frac{M}{W} = 1,13 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s$$

$$\sigma_s = \frac{N}{S} \pm \frac{M}{W} = 1,29 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_s$$

Semelles continues sous deux poteaux:

dimensionnement de la semelle:

$$l = 1,8 \text{ m}$$

$$N = N_1 + N_2 = 106 \text{ t}$$

$$N_1 = 55 \text{ t} \quad N_2 = 51 \text{ t}$$

$$L = 2c + 1,8 = 4,8 \text{ m} \quad c = 1,50 \text{ m}$$

$$B \geq \frac{N}{L \bar{\sigma}_s} = \frac{106 \cdot 10^3}{4,8 \cdot 1,66 \cdot 10^2} = 134,65 \text{ cm}$$

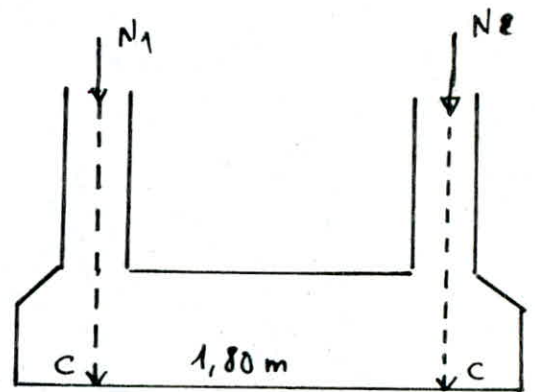
$$B = 200 \text{ cm}$$

hauteur de la poutre:

condition de rigidité: $h_t = \left(\frac{l}{6} \div \frac{l}{9}\right) = \left(\frac{180}{6} \div \frac{180}{9}\right)$

condition de non poinçonnement: $h \geq 1,44 \sqrt{N/\bar{\sigma}_{50}} = 1,44 \sqrt{\frac{106 \cdot 10^3}{68,5}} = 56,65 \text{ cm}$

$$h_t = 70 \text{ cm} \quad h = 65 \text{ cm}$$



épaisseur de la semelle: $e \geq 6\phi + 6$ $\phi = 20 \text{ mm}$ $e = 18 \text{ cm}$
 $e = 20 \text{ cm}$

Pour les semelles continues sous poteaux, la répartition des contraintes sur le sol est en fonction de la raideur de la semelle, pour étudier cette dernière, on utilise la théorie de la poutre sur le sol élastique.

longueur élastique "le": $l_e = \sqrt[4]{\frac{4EI}{KB}}$ $I = \frac{Bh_c^3}{12} = \frac{20 \times 70^3}{12} = 5716 \text{ cm}^4$

E: module élastique du béton $2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$

K: coef de raideur du sol 4 kg/cm^2

$$l_e = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 5716}{4 \cdot 20 \cdot 12}} = \sqrt[4]{\frac{h_c^3 \cdot 10^5}{6}} = 275 \text{ cm}$$

$l = 180 \text{ cm} < l_e = 275 \text{ cm}$. Le calcul se fera en supposant une répartition linéaire des contraintes sur le sol.

$$N_{\text{sem}} = \left[L \cdot e + \frac{b+B}{2} (h_c - e) \right] B \times 2,5 = \left[4,8 \times 0,2 + \frac{2,5}{2} (0,7 - 0,2) \right] \times 2 \times 2,5 = 7,925 \text{ t}$$

$$N_{\text{terre}} = 1,8 \times B (L \times D) = 1,8 \times 2 \times 4,82 \times 2 = 34,560 \text{ t}$$

$$N_{\text{tot}} = N + N_{\text{sem}} + N_{\text{terre}} = 148,483 \text{ t}$$

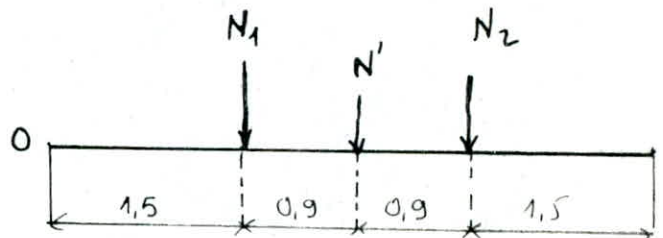
$$N' = N_{\text{sem}} + N_{\text{terre}} = 42,485 \text{ t}$$

$$N_1 = 55 \text{ t}$$

$$N_2 = 51 \text{ t}$$

$$N' = 43 \text{ t}$$

$$N_{\text{tot}} = 149 \text{ t} = Q_t$$



$$\sum M/O = 0 \quad 1,5 N_1 + 2,4 N' + 3,3 N_2 = N_{\text{tot}} \cdot x \Rightarrow x = \frac{1,5 N_1 + 2,4 N' + 3,3 N_2}{N_{\text{tot}}} = 2,375 \text{ m}$$

$$x = 2,375 \text{ m}$$

le centre de gravité de N_{tot} se trouve à 2,37 m de l'origine O
 l'excentricité $e = |3,80 - 2,38| = 0,58 \text{ m}$.

$$e = 0,58 \text{ m} < \frac{L}{4} = \frac{4,8}{4} = 1,2 \text{ m} \text{ semelle stable.}$$

Vérification de la contrainte de sol: $\sigma_s = \frac{Q_t}{L \cdot B} = \frac{149 \cdot 10^3}{4,8 \times 2,00} = 1,55 \text{ kg/cm}^2$

Ferraillage de la semelle: on suppose une répartition uniforme des contraintes. $q = \frac{149}{4,8} = 31,05 \text{ t/m}^2$.

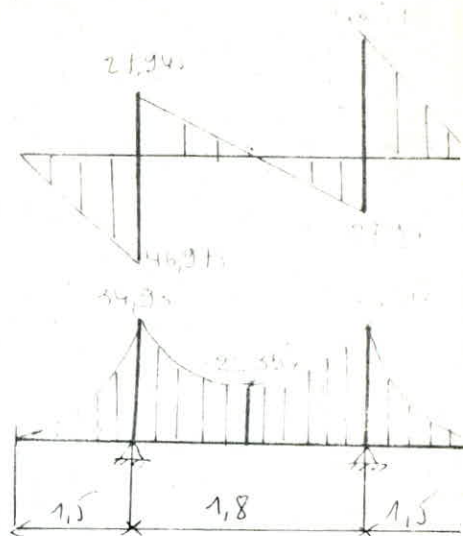
Diagramme des efforts:

$$M_{max} = 34,93 \text{ t.m.} \quad T_{max} = 46,575 \text{ t.}$$

$$\mu = \frac{15 M}{\sigma_a b h^2} = 0,022 \rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9351 \\ \kappa = 62. \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{2800}{62} = 45,16 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \epsilon h} = 20,52 \text{ cm}^2 \rightarrow 8T20 = 25,13 \text{ cm}^2$$



Vérfications diverses :

Condition aux appuis : $A \bar{\sigma}_a > T + 1\frac{1}{3}$.

$$46,575 + \frac{34,93 \cdot 10^3}{\frac{7}{8} \cdot 65} = -14,840 \text{ kg} < 0$$

Entraînement des barres : $\tau_d = T_{max} / n p z \leq \bar{\tau}_d$

$$\bar{\tau}_d = 2 \psi \bar{\sigma}_b = 2 \cdot 1,5 \cdot 5,9 = 17,7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_d = \frac{46,575 \cdot 10^3}{8 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot \frac{7}{8} \cdot 65} = 16,29 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_d = 16,29 < \bar{\tau}_d = 17,7 \text{ kg/cm}^2$$

Armatures transversales :

$$\tau_b = T / b z = 4,19 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 3 \bar{\sigma}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2$$

espacement : $A_t = 8 \phi 10 = 6,28 \text{ cm}^2$

$$t \leq \frac{A_t z \bar{\sigma}_a}{T} = \frac{6,28 \cdot \frac{7}{8} \cdot 65 \cdot 1600}{46,575 \cdot 10^3} = 12,27 \text{ cm.} \rightarrow t = 12 \text{ cm.}$$

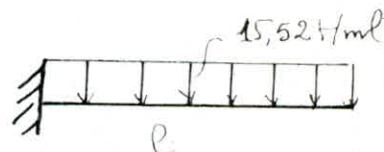
$$\bar{E} = \max \begin{cases} 0,2h = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ cm.} \\ (1 - 0,3 \frac{\tau_d}{\bar{\sigma}_b}) h = 51,15 \text{ cm.} \end{cases}$$

$$t < \bar{E}$$

Calcul des armatures dans le sens transversal :

$$M = \frac{q l^2}{2} = \frac{15,52 \times (0,75)^2}{2} = 4,365 \text{ t.m.}$$

$$T = q l = 11,64 \text{ t.}$$



$$\text{Ferraillage : } \mu = \frac{15 M}{\sigma_a b h^2} = \frac{15 \times 4,365 \cdot 10^5}{2800 \times 100 \times (65)^2} = 0,005 \rightarrow \begin{cases} \epsilon = 0,9677 \\ \kappa = 140 \end{cases}$$

$$\sigma'_b = \frac{\sigma_a}{\kappa} = \frac{2800}{140} = 20 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_b \rightarrow A' = 0$$

$$A = \frac{M}{\bar{\sigma}_a \epsilon h} = 2,47 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \phi 10 = 3,92 \text{ cm}^2 \text{ ml}$$

$$\tau_b = \frac{T}{b z} = \frac{11,64 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{7}{8} \cdot 65} = 2,04 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_b = 20,65 \text{ kg/cm}^2$$

LONGRINES

Calcul des longrines

Les longrines sont prévues entre les semelles dans les 2 sens du bâtiment pour reprendre les moments à la bases des poteaux

Ces longrines doivent être calculées conformément à l'article 42.3.3 (RPA 81) pour résister à la traction sous l'action d'une force égale à

* $N/15$ pour les terrains de consistance moyenne

* $N/10$ " " " meubles.

Le ferrailage minimum doit être 4T10 ou 4T12 avec un espacement ne dépassant pas 20 cm (N : effort axial du poteau en question)

Dimensionnement et ferrailage des longrines $N_{max} = 88t$ $N/10 = 88t$

la section d'aciers nécessaires à la traction est: $A \geq \frac{N}{\sigma_a} = \frac{8,8 \cdot 10^3}{2800} = 3,14 \text{ cm}^2$

on prendra : 5T10 = $3,92 \text{ cm}^2$

Condition de non fragilité: $B_f \leq A \sigma_{en} / \sigma_{28} = 3,92 \times 4200 / 23,2$
 $\sqrt{B_f} = 26 \text{ cm}$

on prendra des longrines

Vérification à la fissuration: $\overline{w}_p = A / B_f = 3,92 / (35 \times 25) = 4,48 \cdot 10^{-3}$

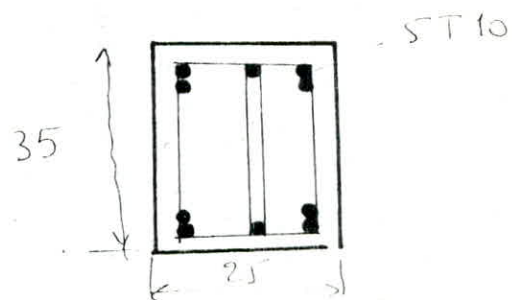
$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{K \eta}{\delta} \frac{\overline{w}_p}{1 + 10 \overline{w}_p} = 1029 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_2 &= 2,4 \sqrt{\frac{K \eta}{\delta} \overline{w}_p} = 2855 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \max(\sigma_1, \sigma_2) > \overline{\sigma}_a = 2800$$

Condition de non fissuration vérifiée.

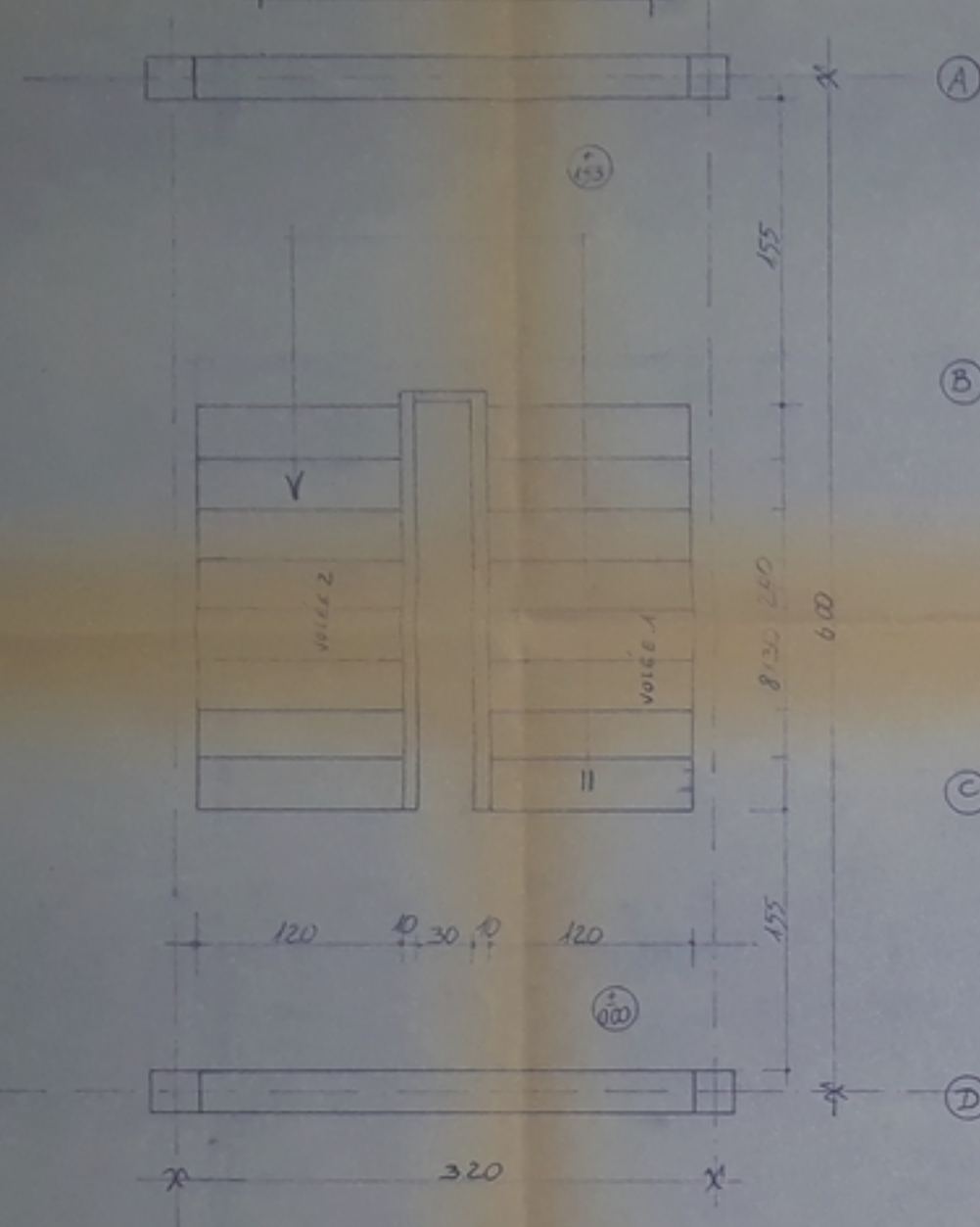
Armatures transversales:

on prendra 2 cad $\phi 8 = 1 \text{ cm}^2$ espacés de 15 cm.

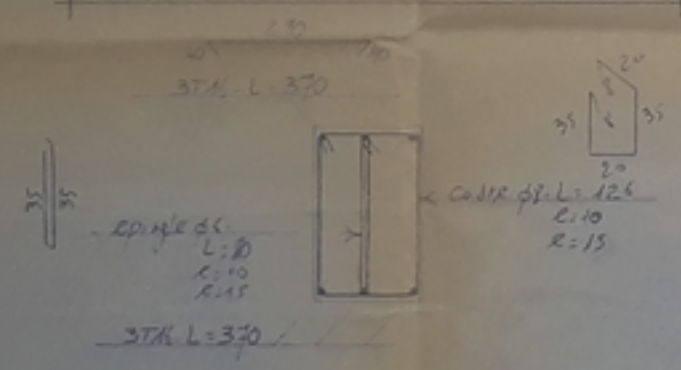
les longrines doivent être armés symétriquement:



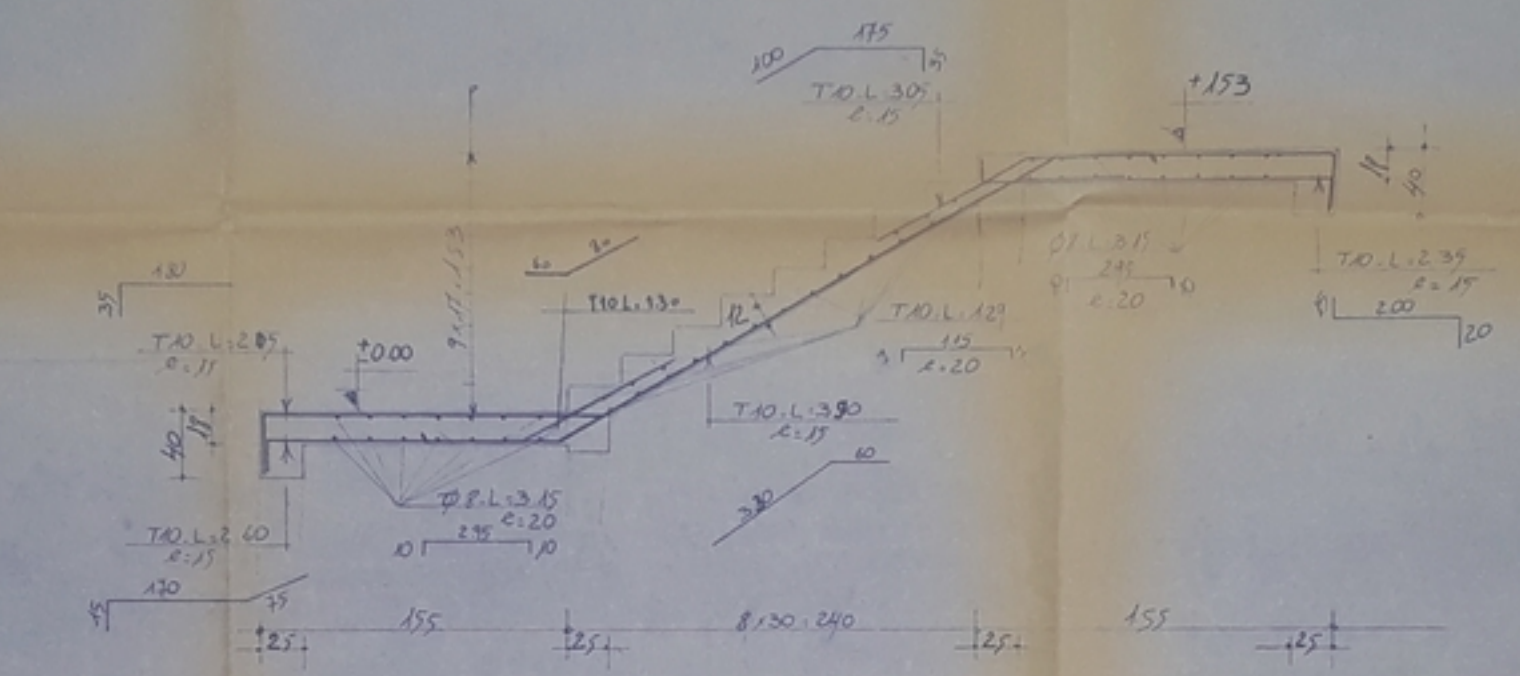
VUE EN PLAN



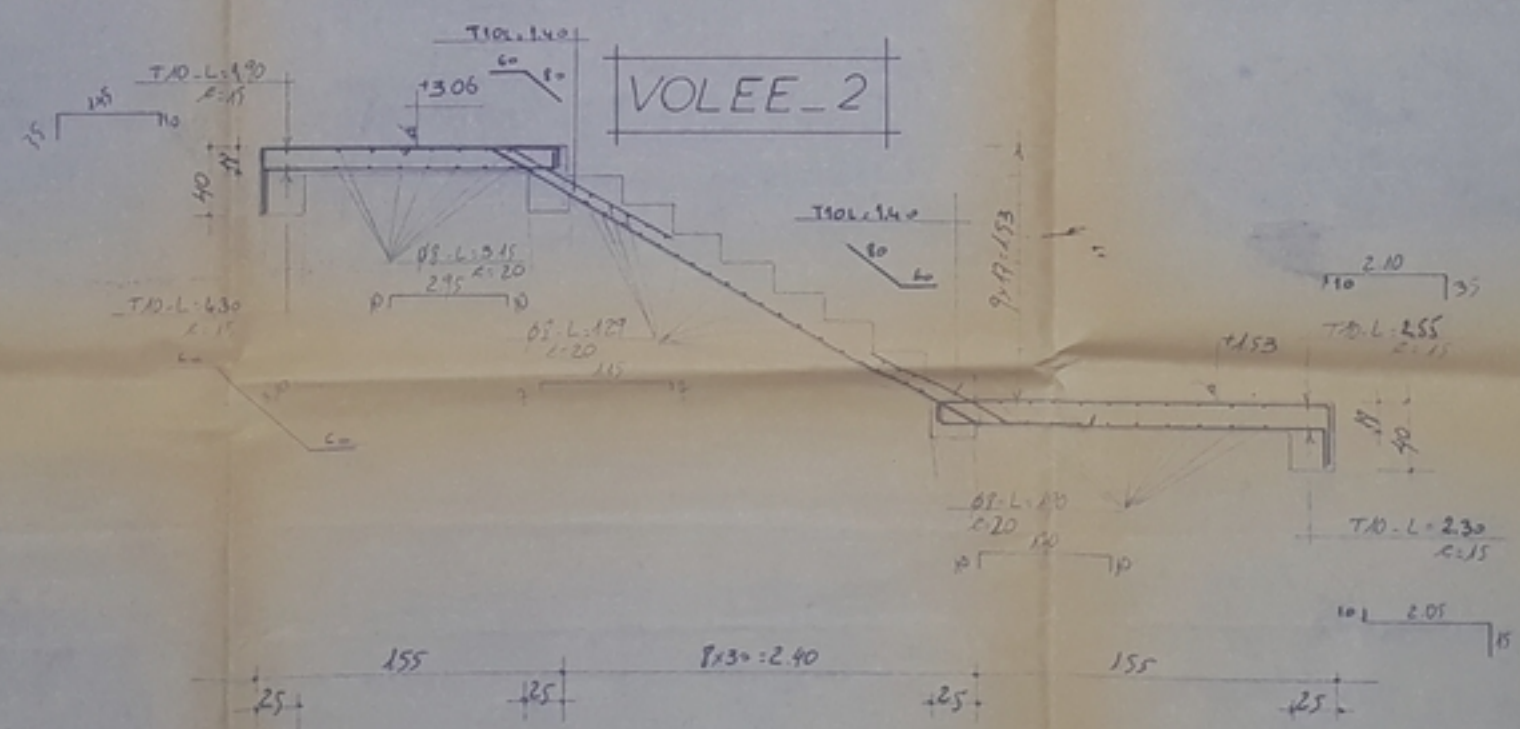
POUTRE AXE A B C D



VOLEE -1

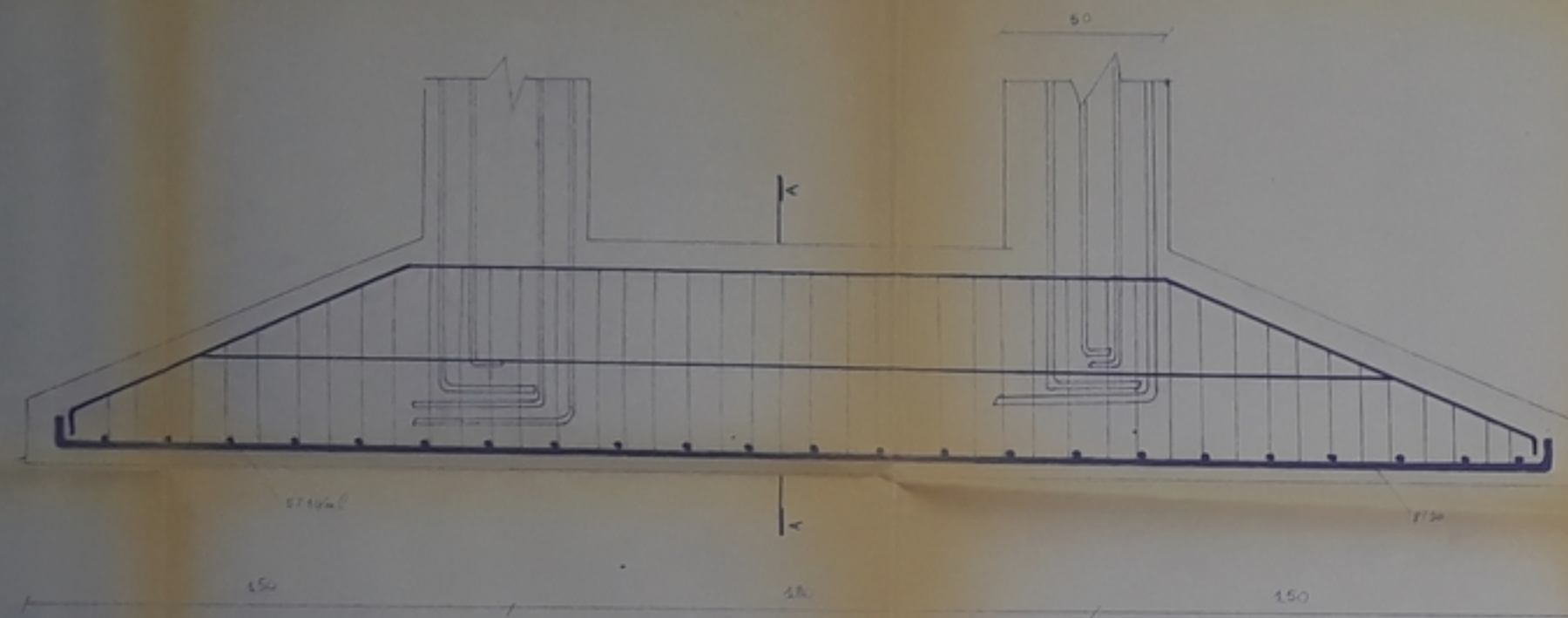


VOLEE -2

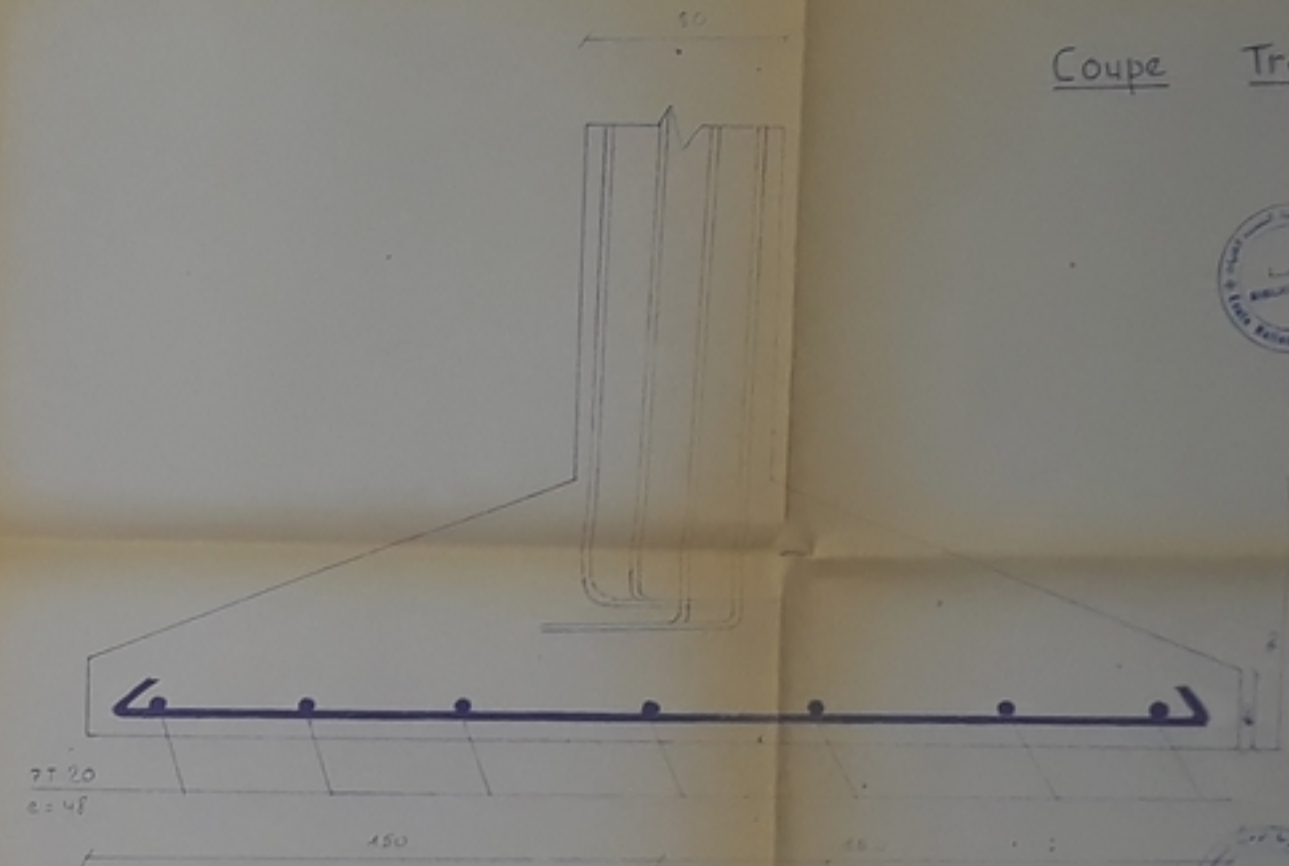


PB03388
-A-

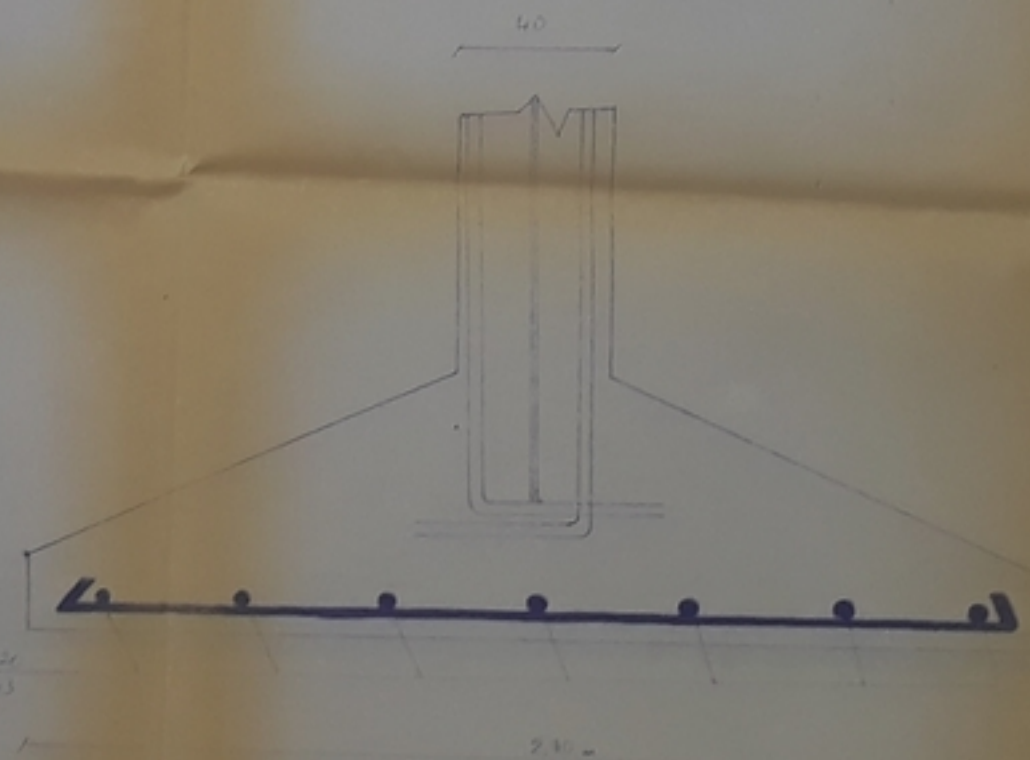
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE	
Ecole NATIONALE POLYTECHNIQUE DPT GC	
PROJET DE FIN D'ETUDES Promotion JUIN 88	
Etudié par: MOULD SLIMANE B. REZROUG	dirigé par: M ^{me} GUIGOVA
PROPOSE PAR CPVA	Ferraillage des escaliers



COUPE AA



Coupe Longitudinale



Coupe Transversale



Semelle isolée

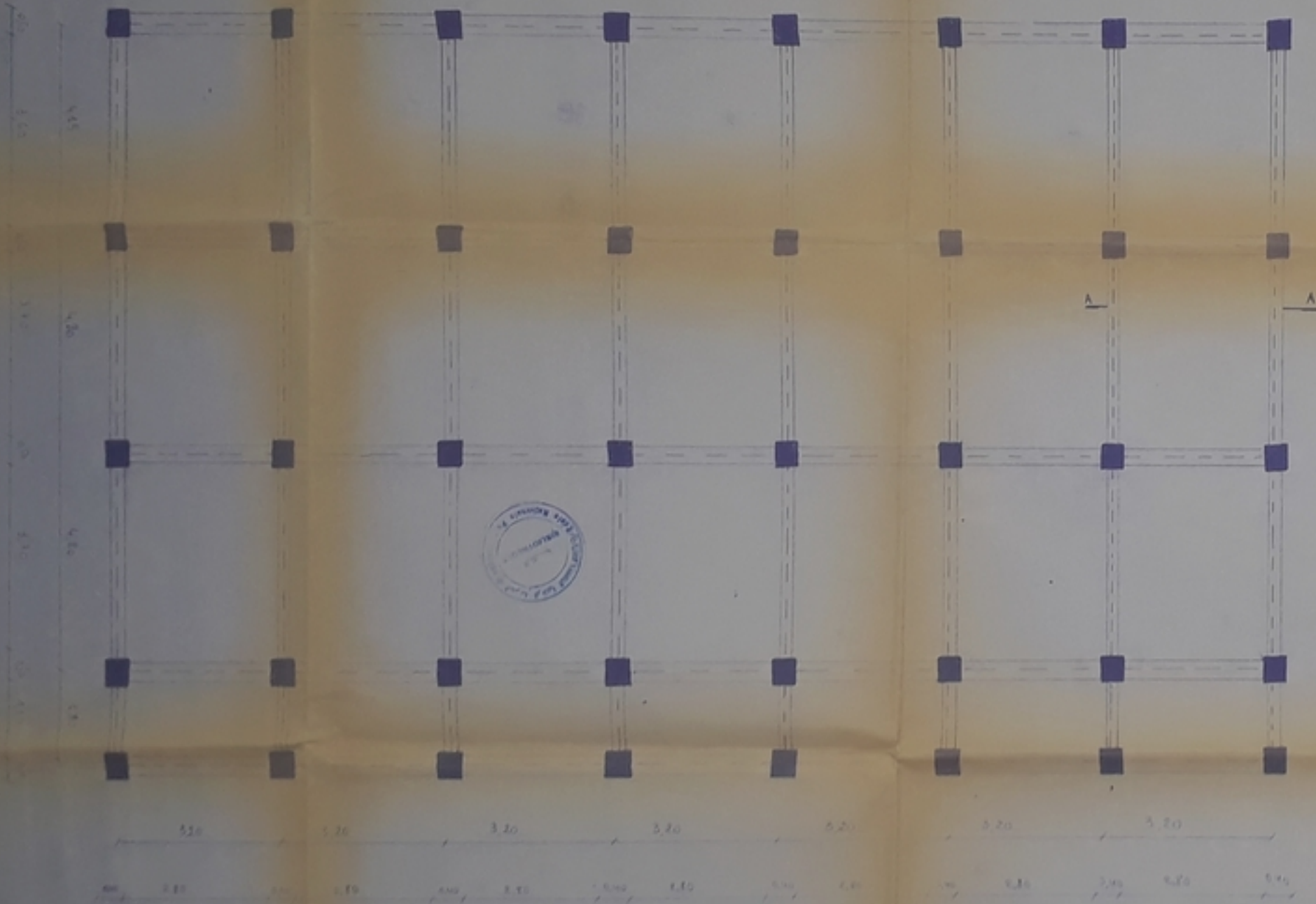
PE03383

- 2 -

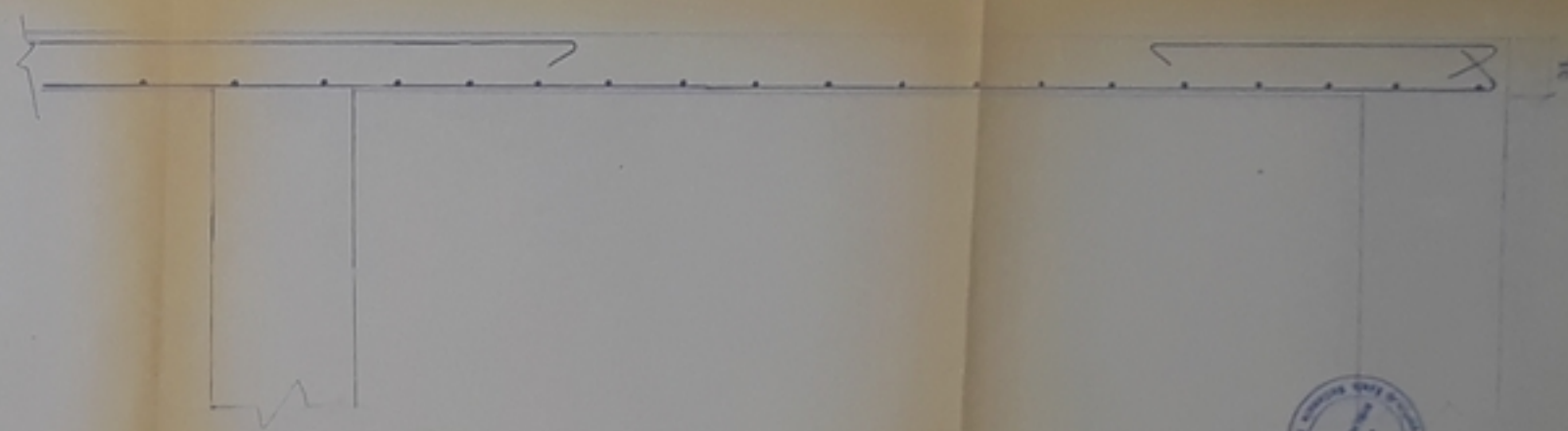


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE et POPULAIRE	
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DPT GC	
PROJET DE FIN DE TUDES	ECHELLE 1:10
FERAILLAGE DES FONDATIONS	PROPOSE PAR CPVA
Etudie par B. Rezoug M. Ould simone	Dirige par M ^{me} GUIGOVA

REZ DE CHAUSSEE



COUPE A A

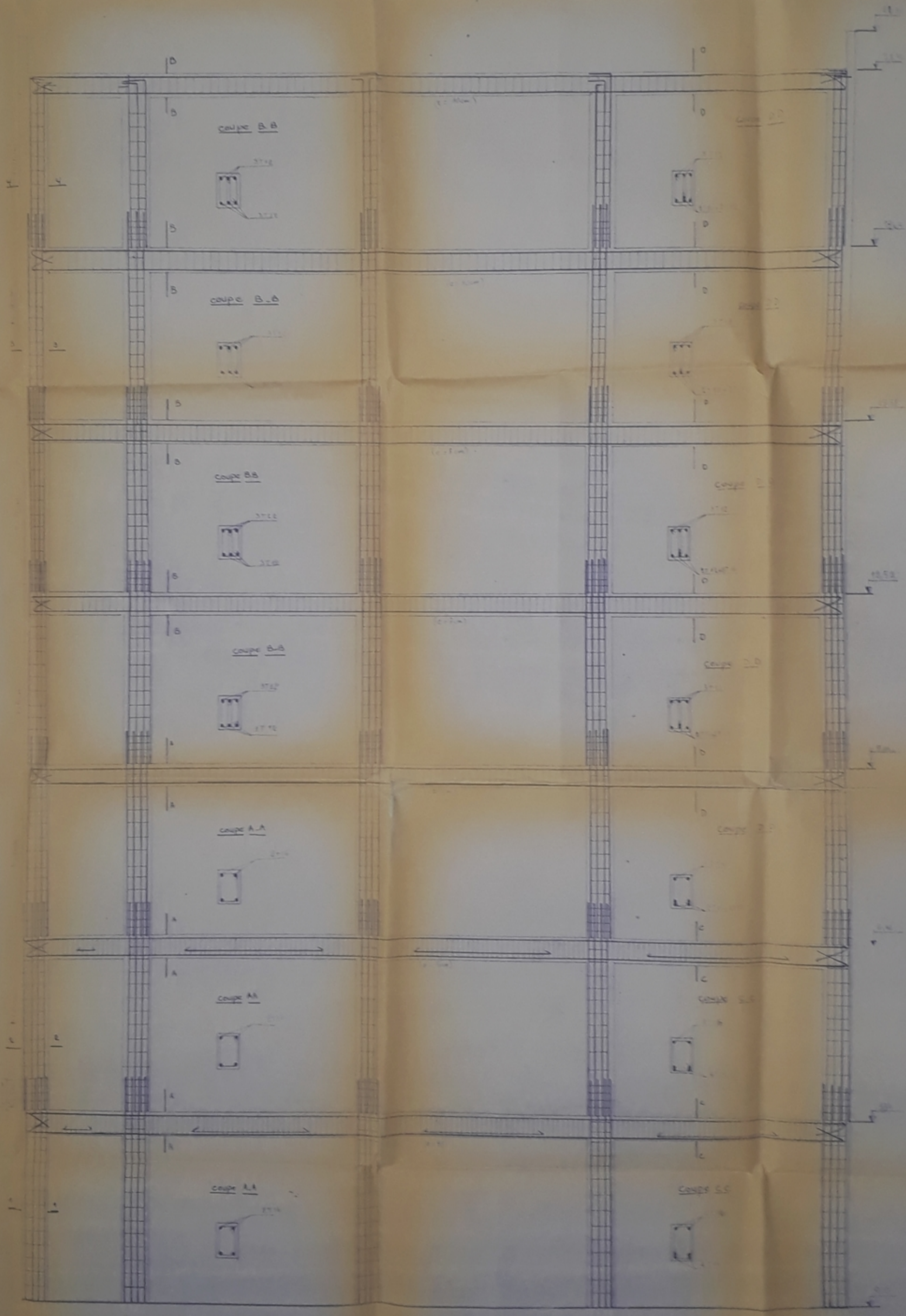
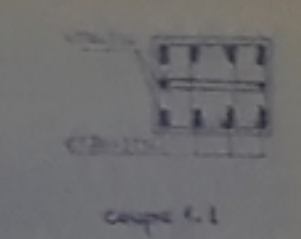
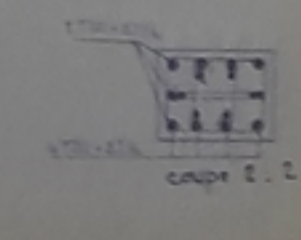
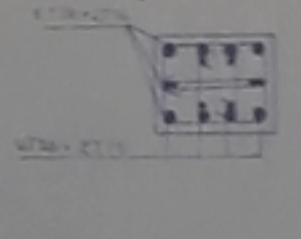
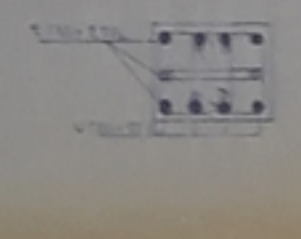
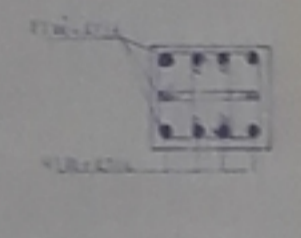
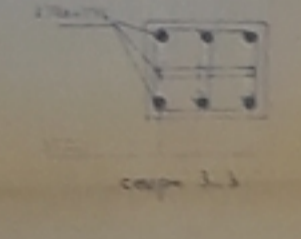
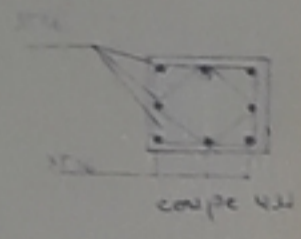


PBo 33 55
- 3 -

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DPT GC	
PROJET DE FIN DETTDES	1/1
FERRAILLAGE DE LA DALLE	PROPOSE PAR CPVA
ETABLI PAR M. M. M. M.	DATE 1970



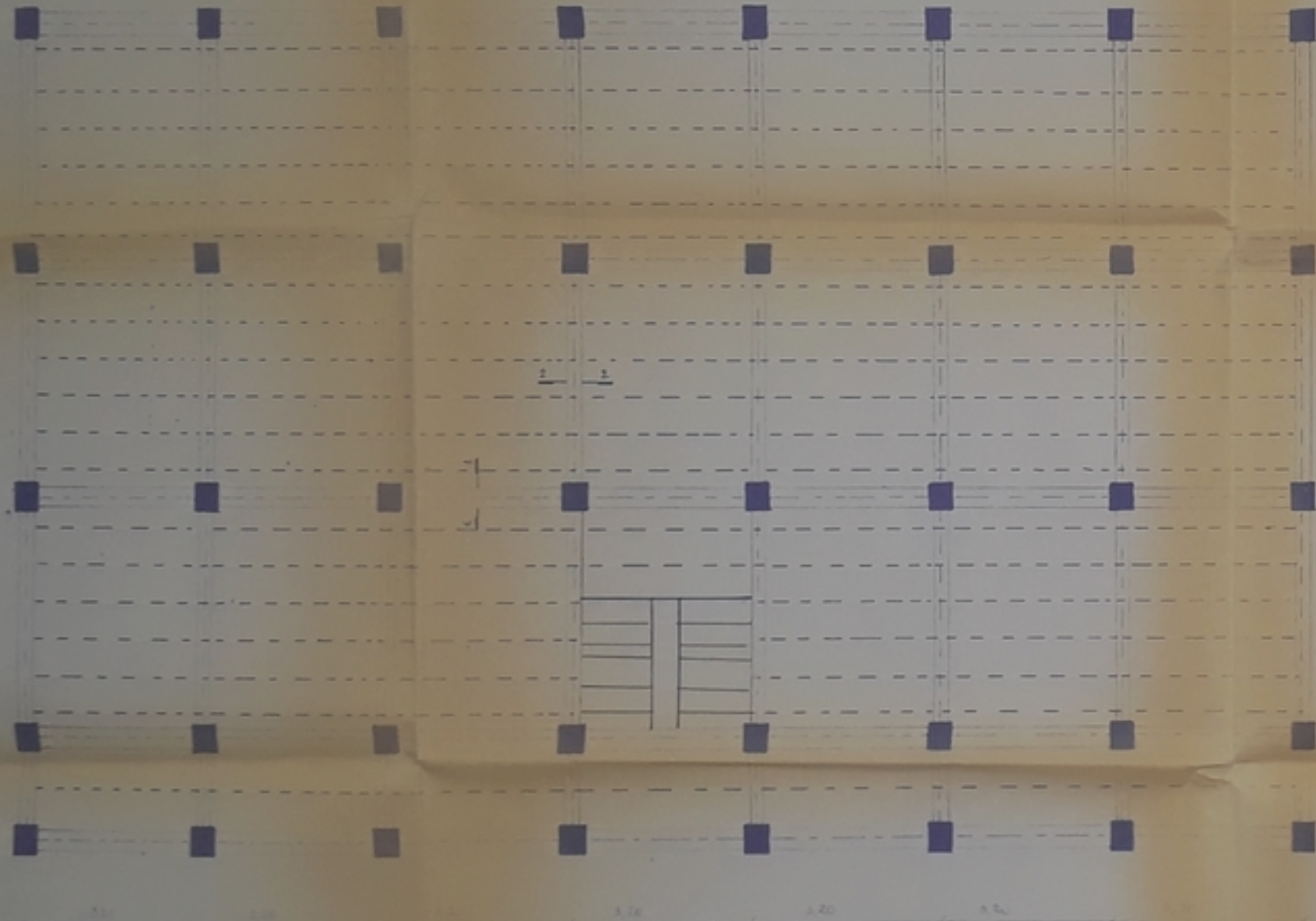
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE et POPULAIRE	
ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DPT GC	
PROJET DE FIN D'ÉTUDES	ECHELLE 1:30
FERRAILLAGE DU PORTIQUE	PROPOSÉ PAR CPVA
ÉTUDE PAR BREZZOUG MOULD SLIMANE	DIRIGÉ PAR M ^{re} GUICHA



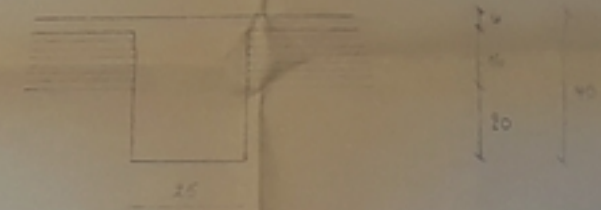


ETAGE COURANT

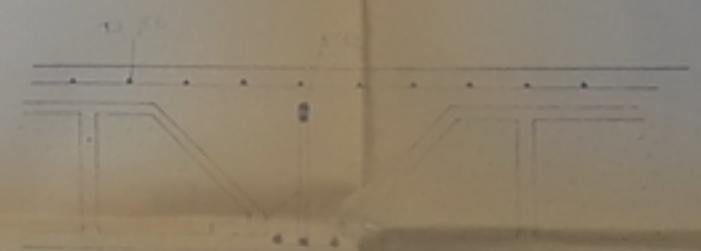
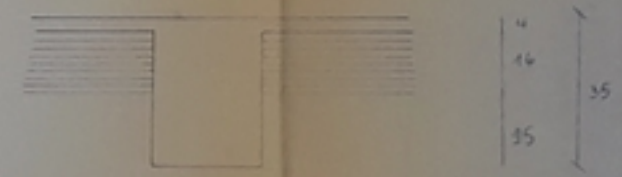
Echelle 1/50



cap. 1-1



cap. 2-2



PB 03383
-5-



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE	
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE	
DBI G-C	
PROJET DE FIN D'ETUDES	ECHELLE: 1:50
FERRAILLAGE DU CORPS CREUX	PROPOSE par CPVA
ETUDE par B. RIZOU M. O. ...	DRIGE par M. G. ...

