



Université Cheikh Anta Diop de Dakar  
Ecole Supérieure Polytechnique

Centre de Thiès  
Département Génie Civil



GC.0119

# Projet de Fin d'Études

en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception

---

Titre:

**DIMENSIONNEMENT BETON  
ARME D'UN IMMEUBLE R+5**

---

*Auteur* : M. T. Franck D. NABARE

*Directeur interne* : M. Falla PAYE

*Directeur externe* : M. Galaye NIANG / BET MIC

Année académique 2001-2002

A mon père,  
ma mère,  
ma fiancée et à mes sœurs.

## REMERCIEMENTS

Nous ne saurions commencer la présentation de ce Projet de Fin d'Études sans remercier tous ceux qui ont consacré leur précieux temps à nous encadrer pour son bon déroulement.

Nous adressons nos sincères remerciements à M. Falla PAYE, notre directeur interne pour sa totale disponibilité tout au long de ce projet.

Nos reconnaissances vont également à l'endroit de M. Galaye NIANG, du Bureau d'Étude Technique MIC, qui nous a confié ce projet et a bien voulu nous faire profiter de son expérience professionnelle.

Enfin, nous disons merci à tous ceux qui de près ou de loin ont œuvré pour la réalisation de ce rapport.

## SOMMAIRE

Le projet de fin d'études, dernière étape dans le cycle de formation des élèves ingénieurs, est l'occasion pour nous d'exprimer nos connaissances acquises et nos facultés d'analyse et de synthèse.

Le sujet qui nous a été proposé, mené en collaboration avec le B.E.T. M.I.C., porte sur le dimensionnement Béton Armé d'un immeuble à usage de bureaux. Lequel immeuble s'étend sur une superficie de 689 m<sup>2</sup> et une hauteur cumulée de 21,80 m.

Il se compose de :

- un rez-de-chaussée ;
- une mezzanine ;
- un 1<sup>er</sup> étage ;
- trois étages courants.

Soit au total, un bâtiment R + 5.

Nous commençons la présentation de ce rapport par l'étude structurale.

Cette première partie consiste à la conception de la structure porteuse du bâtiment. Elle vise à déterminer pour chaque élément de l'ouvrage, son chargement (charges permanentes et d'exploitation), et d'une manière globale, à déterminer la charge totale du bâtiment.

Elle est suivie en deuxième partie par le dimensionnement B.A. de la fondation ; A savoir le dimensionnement de l'ensemble des panneaux constituant la dalle du radier, ainsi que des poutres qui s'y trouvent.

Puis vient la troisième partie qui traite du dimensionnement des poteaux et de la cage d'escalier.

Les tableaux récapitulatifs des résultats des calculs et les schémas de ferrailage termineront cette étude.

## LISTE DES FIGURES

Figures		Pages
1 :	Réaction d'appui pour une poutre à 2 travées.....	13
2 :	Réaction d'appui pour une poutre à n travées .....	14
3 :	Modèle de diagramme des moments fléchissants du radier .....	18
4 :	Modèle de ferrailage des poutres du radier .....	19
5 :	Rectangle d'impact d'une charge concentrée sur un panneau .....	20
6 :	Moments sur appuis du panneau R8 .....	28
7 :	Cas de chargement pour moment maximal sur appui .....	33
8 :	Cas de chargement pour moment maximal en travée .....	33
9 :	Cas de chargement pour effort tranchant extrême sur appui .....	35
10 :	Caractéristiques de l'escalier .....	70



---

**LISTES DES TABLEAUX**

Tableaux		Pages
1 :	Valeurs des moments sur appuis du panneau R8 .....	29
2 :	Valeurs des moments en travée du panneau R8 .....	29
3 :	Chargement de la poutre 9 du radier .....	37
4 :	Récapitulatif des moments sur appuis de la poutre 9 .....	39
5 :	Récapitulatif des moments en travée .....	43
6 :	Calcul des efforts tranchants sur appuis de la poutre 9 .....	46
7 :	Sections d'acier calculées de la poutre 9 .....	53
8 :	Choix des aciers des travées de la poutre 9.....	53
9 :	Sections réelles des aciers des travées de la poutre 9 .....	53
10 :	Sections réduites sur appuis de la poutre 9 .....	53
11 :	Choix des aciers des appuis de la poutre 9.....	54
12 :	Vérification des contraintes de la poutre 9 .....	56
13 :	Calcul armatures transversale de la poutre 9.....	63

---

## LISTE DES ANNEXES

- **ANNEXE 1 : CONCEPTION**
  - 1-1 Plan de coffrage du RDC
  - 1-2 Plan de coffrage de la mezzanine
  - 1-3 Plan de coffrage du 1<sup>er</sup> étage
  - 1-4 Plan de coffrage des étages courants
  
- **ANNEXE 2 : DESCENTE DE CHARGES**
  - 2-1 Chargement des poteaux
  - 2-2 Chargement des poutres
  
- **ANNEXE 3 : CALCUL DE LA DALLE DU RADIER**
  - 3-1 Les panneaux
  - 3-2 Ferrailage panneau R8
  - 3-3 Calcul des panneaux du radier
  
- **ANNEXE 4 : CALCUL DES POUTRES DU RADIER**
  - 4-1 Aciers longitudinaux
  - 4-2 Armatures transversales
  - 4-3 Schéma de ferrailage général de poutre 3
  
- **ANNEXE 5 : CALCUL DES POTEAUX**
  - 5-1 Calcul
  - 5-2 Ferrailage



## TABLE DES MATIERES

Dédicace .....	i
Remerciements .....	ii
Sommaire .....	iii
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE :</b> .....	<b>3</b>
<b>ETUDE STRUCTURALE DU BATIMENT</b>	
<b>I°) CONCEPTION</b> .....	<b>3</b>
I-1°) La structure porteuse .....	3
I-2°) Les plans de coffrage .....	3
<b>II°) DESCENTE DE CHARGE</b> .....	<b>5</b>
II-1°) Epaisseur des planchers .....	5
II-2°) Sens de portée des planchers .....	6
II-3°) Évaluation des charges surfaciques.....	6
II-4°) Évaluation des charges linéaires .....	10
II-5°) Chargement des poutres .....	10
II-6°) Chargement des poteaux .....	13
<b>III°) LA FONDATION</b> .....	<b>14</b>
III-1°) Stratigraphie du sol .....	14
III-2°) Conditions du sol de fondation .....	14
III-3°) Dimensions du radier .....	15
<b>DEUXIEME PARTIE :</b> .....	<b>18</b>
<b>DIMENSIONNEMENT DU RADIER</b>	
<b>I°) DIMENSIONNEMENT DE LA DALLE DU RADIER</b> .....	<b>18</b>
I-1°) Calcul des moments fléchissants en travées et sur appuis.....	19
I-2°) Calcul des efforts tranchants .....	23
I-3°) Exemple de calcul .....	26

<b>II°) SOLLICITATION DES POUTRES</b> .....	31
II-1°) Choix de la méthode de calcul des moments.....	31
II-2°) Évaluation des moments fléchissants par la méthode de Caquot ...	33
II-3°) Exemple de calcul.....	37
<b>III°) CALCUL DES ACIERS LONGITUDINAUX</b> .....	47
III-1°) Méthode de calcul .....	47
III-2°) L'organigramme .....	47
III-3°) Calcul des contraintes à l'E.L.S .....	49
III-4°) Exemple de calcul .....	50
<b>IV°) CALCUL DES ARMATURES TRANSVERSALES</b> .....	57
IV-1°) Efforts tranchants sur appuis .....	57
IV-2) Effort tranchant réduit .....	57
IV-3°) Vérification du béton .....	58
IV-4°) Armatures d'âme .....	58
IV-5°) Exemple de calcul .....	60
<b>TROISIEME PARTIE :</b> .....	64
<b>DIMENSIONNEMENT DES POTEAUX ET D'UN VOLET DE L'ESCALIER</b>	
<b>I°) CALCUL DES POTEAUX</b> .....	64
I-1°) Sollicitation des poteaux .....	64
I-2°) Dimensions des poteaux .....	64
I-3°) Dimensionnement proprement dit .....	65
I-4°) Exemple de calcul .....	68
<b>II°) CALCUL DE L'ESCALIER</b> .....	70
II-1°) Architecture de l'escalier .....	70
II-2°) Données .....	70
II-3°) Calcul des sollicitations .....	71
II-4°) Calcul des aciers .....	74
<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</b> .....	77
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	78

## INTRODUCTION

La révolution industrielle a entraîné une forte urbanisation des villes. L'une des conséquences immédiates de ce boom démographique dans les zones urbaines a été le changement dans le style de construction.

En effet, afin de rationaliser l'espace, il fallait abandonner les constructions traditionnelles au profit des bâtiments multiétagés. Ce qui permettait de trouver un abris à un plus grand nombre d'habitants sur un plus petit espace. Cela a été possible grâce aux techniques de construction modernes telles la construction métallique et le béton armé.

Cependant des séries de réglementation ont été élaborées dans le but de dimensionner convenablement les bâtiments. C'est par exemple le cas du Béton Armé aux États Unies, le BAEL 91 actuellement en vigueur.

Dimensionner un bâtiment dans les règles de l'art revient à déterminer pour chaque poutre, chaque poteau, chaque plancher de ce bâtiment, les dimensions de cet élément, les caractéristiques du béton à utiliser, les aciers à employer et surtout comment allier ces deux éléments. Ce projet de fin d'étude s'inscrit donc à juste titre dans ce cadre.

Les objectifs de cette étude sont avant tout d'assurer la sécurité des usagers de cet immeuble R + 5. Ensuite, il devra entre autres, durer dans le temps et résister aux éventuelles intempéries.

Pour y parvenir, il convient de bien maîtriser les charges permanentes du bâtiment, les charges d'exploitation à prendre en compte, ainsi que leurs combinaisons. De même, il doit être tenu compte de la nature et des caractéristiques du sol sur lequel la construction sera érigée. Sans oublier la nécessité de la conception d'une structure qui pourra transmettre d'une manière optimale au sol, les charges engendrées par le bâtiment. Ce qui permettra sans doute de dimensionner définitivement chaque élément en conformité avec la sécurité imposée et les règlements en vigueur.

**PREMIERE PARTIE :****ETUDE STRUCTURALE DU BATIMENT****I°) CONCEPTION**

Elle est d'une grande importance dans le dimensionnement d'un bâtiment. Au cours de cette étape le concepteur doit tenir compte des retombées financières de ses choix et aussi de la difficulté liée à l'étude technique, à la réalisation. Il faut également noter que la conception doit dans la mesure du possible, respecter les plans architecturaux.

**I-1°) La structure porteuse**

Les murs dans ce bâtiment sont supposés non porteurs ( ou de remplissage ) et sont réalisés simplement en agglos creux de 20 cm. Cela impose le type de structure à adopter : le système plan libre.

Le système plan libre désigne un bâtiment dont les planchers sont portés par des poutres ; ces poutres transmettant à leurs tours, leurs charges aux poteaux. Le cumul des charges supportées par les poteaux constitue le chargement du radier.

**I-2°) Les plans de coffrage**

Ce sont des plans représentant les planchers limités par des poutres. L'objectif est de faire porter un plancher par le minimum de poutres possible et dans la



---

même logique, les poutres par le minimum de poteaux. Cependant des contraintes régissent cette conception :

### **1-2-1°) Les portées des poutres**

Il faut éviter les grandes portées qui créent d'une part des moments fléchissants importants, donc des grandes sections d'aciers. D'autres parts, les grandes portées imposent des grandes hauteurs de poutres qui entraînent des nuisances esthétiques. Cependant il arrive que le concepteur soit dans l'obligation de prendre des grandes portées. Ce fut le cas au niveau du radier du sous sol. La 3<sup>ème</sup> travée de la poutre 9 mesure 10.5 m ( confère plan de coffrage du RDC en annexe I-1 ). Cette poutre de rive passe dans une zone où il n'y a aucun poteau.

### **1-2-2°) Les poteaux**

D'une manière générale, les poteaux sont créés pour réduire les portées des poutres. Mais en plus certains poteaux jouent un double rôle : architectural et structural. C'est par exemple le cas des poteaux P15.

L'ensemble des poteaux du RDC se prolonge jusqu'au dernier niveau, à l'exception des poteaux P16, P17, P42 et P43 qui se limitent au niveau de la mezzanine.

### **1-2-3°) Les contraintes architecturales**

Il est prévu des faux plafonds qui seront supportés par les planchers hauts. Le concepteur dispose donc de l'espace compris entre le faux plafond et le nu du plancher ( 30 cm ) pour les retombées de poutres. Cela ramène donc au



---

paragraphe relatif aux portées des poutres qui relate la délicatesse des portées des travées dans les poutres continues.

## II°) DESCENTE DE CHARGE

### II-1°) Epaisseur des planchers

Au total, deux types de planchers ont été utilisés dans cet immeuble :

#### II-1-1°) Planchers à corps creux

Il s'agit des planchers de la mezzanine, du 1<sup>er</sup> étage et des 3 étages courants.

De tels planchers comprennent, outre les poutrelles préfabriquées, un hourdis coulé en place sur des entrevous en béton prenant appui sur les poutrelles. Et ces poutrelles reposent à leur tour sur des poutres. Ce qui réduit considérablement le besoin en coffrage et les étaitements.

Soit un panneau rectangulaire de longueur **a** et de largeur **b**, alors son épaisseur est **ho**  $\geq$  **b / 22,5**

#### II-1-2°) Dalles pleines

Il s'agit de la dalle du radier, des escaliers et des balcons.

Leurs épaisseurs dépendent d'une part des conditions de résistance à la flexion : **1/30 à 1/35** de la portée pour une dalle reposant sur deux appuis ; **1/40 à 1/50** pour une dalle reposant sur trois ou quatre côtés ; D'autre part, elles dépendent aussi de la condition d'isolation acoustique ( loi de masse) soit **ho**  $\geq$  **16 cm**.

## **II-2°) Sens de portée des planchers**

Selon la conception de la structure, tous les planchers sont supportés par des poutres.

### **II-2-1°) Planchers à corps creux**

Les planchers de ce type portent dans le sens de la petite portée lorsqu'il s'agit de panneaux rectangulaires. Pour les formes irrégulières, le sens de portée est fonction de la configuration.

### **II-2-2°) Dalles pleines**

Pour un panneau rectangulaire de largeur  $l_x$  et de longueur  $l_y$ , le sens de portée est défini par le rapport  $\alpha = l_x / l_y$ .

Si ce rapport  $\alpha < 0,4$  alors le panneau porte uniquement dans le sens de la petite portée ( largeur  $l_x$  ) ; sinon il porte dans les deux sens.

## **II-3°) Évaluation des charges surfaciques**

### **II-3-1°) Les charges permanentes**

Elles sont généralement constituées par le poids propre des planchers, la chape en mortier sur les deux faces, le revêtement sur les deux faces et les cloisons. Les évaluations ont été faites pour chaque plancher :

➤ **Toiture - terrasse non accessible**

Poids propre

Plancher 12 + 4 .....	2,40 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 16 + 4 .....	2,65 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 25 + 5 .....	4,15 KN/m <sup>2</sup>

Charges permanentes communes

Etanchéité multicouche.....	0,12 KN/m <sup>2</sup>
Plâtre sous plancher.....	0,50 KN/m <sup>2</sup>
Forme de pente.....	2,00 KN/m <sup>2</sup>
Gravillons.....	0,85 KN/m <sup>2</sup>

Sous total des charges communes.....3,47 KN/m<sup>2</sup>

Charges permanentes totales ( g ) (elle est obtenue en faisant la somme de son poids propre et des autres charges permanentes) :

g(12 + 4).....	5,87 KN/m <sup>2</sup>
g(16 + 4).....	6,12 KN/m <sup>2</sup>
g(25 + 5).....	7,62 KN/m <sup>2</sup>

➤ **Plancher bas étages courants**

Poids propre

Plancher 12 + 4 .....	2,40 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 16 + 4 .....	2,65 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 25 + 5 .....	4,15 KN/m <sup>2</sup>

Charges permanentes communes

Chape en mortier de ciment sur 3 cm.....	0,60 KN/m <sup>2</sup>
Carrelage en grès cérame.....	0,50 KN/m <sup>2</sup>
Cloisons.....	0,37 KN/m <sup>2</sup>
Plâtre sous plancher.....	0,50 KN/m <sup>2</sup>

Sous total des charges communes.....1,97 KN/m<sup>2</sup>

Charges permanentes totales ( g )

g(12 + 4).....	4,37 KN/m <sup>2</sup>
g(16 + 4).....	4,62 KN/m <sup>2</sup>
g(25 + 5).....	6,12 KN/m

➤ **Plancher bas 1<sup>er</sup> étage**Poids propre

Plancher 12 + 4 .....	2,40 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 16 + 4 .....	2,65 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 25 + 5 .....	4,15 KN/m <sup>2</sup>

Charges permanentes communes aux 3 types

Chape en mortier de ciment sur 3 cm.....	0,60 KN/m <sup>2</sup>
Carrelage en grès cérame.....	0,50 KN/m <sup>2</sup>
Cloisons.....	0,37 KN/m <sup>2</sup>
Plâtre sous plancher.....	0,50 KN/m <sup>2</sup>

---

Sous total des charges communes.....1,97 KN/m<sup>2</sup>

Charges permanentes totales ( g )

g( 12 + 4).....	4,37 KN/m <sup>2</sup>
g(16 + 4).....	4,62 KN/m <sup>2</sup>
g(25 + 5).....	6,12 KN/m <sup>2</sup>

➤ **Plancher bas mezzanine**Poids propre

Plancher 12 + 4 .....	2,4 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 16 + 4 .....	2,65 KN/m <sup>2</sup>
Plancher 25 + 5 .....	4,15 KN/m <sup>2</sup>

### Autres charges permanentes

Chape en mortier de ciment sur 3 cm.....	0,60 KN/m <sup>2</sup>
Carrelage en grès cérame.....	0,50 KN/m <sup>2</sup>
Cloisons.....	0,23 KN/m <sup>2</sup>
Plâtre sous plancher.....	0,50 KN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
Sous total des autres charges .....	1,83 KN/m <sup>2</sup>

### La charge permanente totale ( g )

$$g(12 + 4) = 2,40 + 1,83 = 4,23 \text{ KN/m}^2$$

$$g(16 + 4) = 2,65 + 1,83 = 4,48 \text{ KN/m}^2$$

$$g(25 + 5) = 4,15 + 1,83 = 5,98 \text{ KN/m}^2$$

### ➤ Radier général

Le radier constitue le socle du bâtiment. Par conséquent, il doit prendre en compte non seulement ses propres charges (charges permanente  $g$  et variable  $q$ ) mais aussi les charges engendrées par la superstructure.

### Nota bene :

Étant donné que les cloisons sont figées sur les plans architecturaux, leurs charges ont été obtenues en répartissant leur masse totale sur la surface de plancher qui les porte. Cela a donné des charges plus faibles que la valeur forfaitaire proposée ; soit au minimum 1 KN/m<sup>2</sup> (selon l'ouvrage intitulé : Pratique du BAEL 91).

## II-3-2°) Les charges variables

Pour tous les planchers la surcharge considérée est de 2,5 KN/m<sup>2</sup>.

Les balcons ont une charge d'exploitation de 5 KN/m<sup>2</sup>.

Mais pour le radier, il faut ajouter à cette valeur la contribution de la superstructure qui est de  $8274,24/689 = 12 \text{ KN/m}^2$ . Soit au total  $14,5 \text{ KN/m}^2$ .

#### **II-4°) Evaluation des charges linéaires**

La maçonnerie est en agglos creux de 20 cm d'épaisseur. Elle est recouverte sur chaque face par un enduit mortier de 1,5 cm. La hauteur sous plafond est en moyenne de 3,3 m. Sans la retombée de poutre de 20 cm en moyenne, la hauteur des murs considérée est de 3,1 m.

Les murs transmettent leurs poids aux poutres qui les portent. Les parties de mur qui ne sont pas portées par des poutres, seront reprises par des nervures noyées dans le plancher.

Les charges :

*Maçonnerie en agglos creux* :  $15 \text{ KN/m}^3$

$$\text{- Charge linéaire du mur : } 15 * 0,20 * 3,1 = 9,30 \text{ KN/ml}$$

*Enduit mortier* :  $0,20 \text{ KN/m}^2$  par centimètre d'épaisseur

$$\text{- Charge linéaire des enduits : } 0,60 * 3,1 = 1,86 \text{ KN/ml}$$

---


$$\text{Total charge linéaire des murs : } = 11,16 \text{ KN/ml}$$

#### **II-5°) Chargement des poutres**

Les poutres ont comme charges leurs poids propres, les charges des planchers, des murs et éventuellement les charges ponctuelles créées par des poutres secondaires lorsque celles-ci sont principales.



### II-5-1°) Les poids propres

Le poids volumique considéré pour le béton est de  $25 \text{ KN/m}^3$ . La hauteur « h » des poutres est prise entre  $1/12^{\text{ème}}$  et  $1/16^{\text{ème}}$  de la portée. La largeur « b » des poutres est en général égale à l'épaisseur des murs, 20 cm, sauf pour les radiers où l'épaisseur est fixée à 30 cm pour les poutres dont la hauteur n'excède pas 70 cm.

$$\text{Poids propre} = 25 * h * b \text{ KN/ml}$$

### II-5-2°) Transmission des charges des planchers aux poutres : méthode des surfaces tributaires

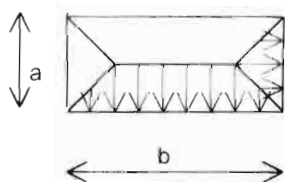
La charge linéaire induite par les planchers est obtenue en faisant le produit de la charge surfacique par la longueur d'influence déterminée par la répartition des charges.

#### Notations :

P : charge linéaire de la poutre en KN/ml

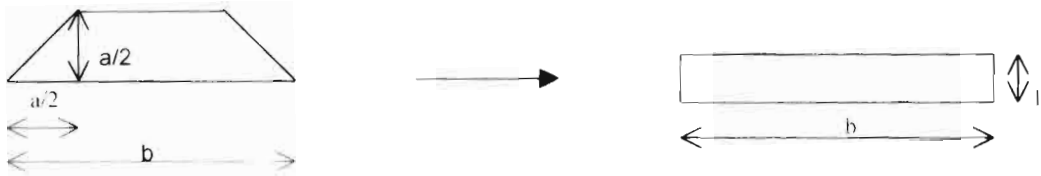
p : charge surfacique ou charge uniformément répartie en  $\text{KN/m}^2$

#### ➤ Cas des dalles pleines

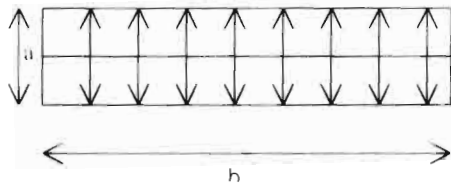


$\alpha \geq 0.4$  : la dalle porte dans les 2 sens

Poutre reprenant une charge trapézoïdale



Poutre recevant une charge triangulaire

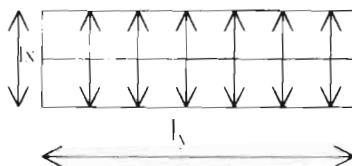


$\alpha \leq 0.4$  : la dalle porte dans un seul sens

**$P = p * a / 2$**

Seules les poutres parallèles à  $l_y$  (b) reprennent les charges.

➤ *Cas des planchers à corps creux*



Quelque soit le rapport  $\alpha$ , le plancher porte dans le sens de la petite portée

**II-5-3°) Les charges des murs**

Les poutres reçoivent directement les charges linéaires des murs ( soit 11,16 KN/ml )

### II-5-4°) Les charges concentrées

Encore appelées charges ponctuelles, ces charges sont les réactions d'appui des poutres secondaires.

### II-6°) Chargement des poteaux

La structure est du type plan libre, ce qui signifie que les murs sont non porteurs et que les planchers et leurs poutres sont supportés par des poteaux de sections diverses.

En effet, dans l'ordre chronologique, les murs et les planchers reposent sur les poutres et ces dernières transmettent leurs réactions aux poteaux en dessous.

Cependant, dans l'ensemble les poutres étant continues, il se pose le problème de l'hyperstaticité. Lever l'hyperstaticité de toutes ces poutres s'avère fastidieux.

Une méthode simplificatrice permet de déterminer les réactions d'appui des poutres, donc le chargement des poteaux.

#### *Cas d'une poutre à 2 travées :*

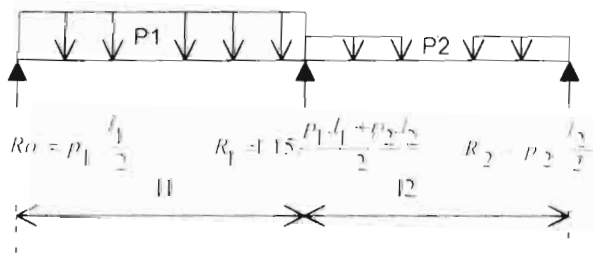


Figure 1 : Réaction d'appui pour une poutre à 2 travées

### ***Cas d'une poutre à n travées, $n \geq 3$***

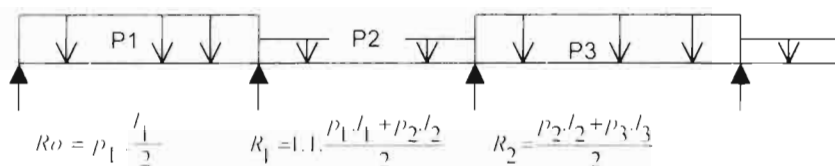


Figure 2 : Réaction d'appui pour une poutre à n travées

Les résultats de la descente de charge sont présentés en annexes II.

### **III°) LA FONDATION**

Les études de sol ont été confiées au Centre Expérimental de Recherche et d'Etudes pour l'Équipement (C.E.R.E.EQ). En conclusion de leur rapport, il ressort ceci :

#### **III-1°) Stratigraphie du sol**

Le site devant porté cet immeuble est composé d'un remblai (épaisseur 0.30 m) reposant sur des sables limoneux blancs jaunâtres (épaisseur 7.20 m). Ces derniers s'appuient sur des limons jaunâtres qui se prolongent jusqu'à 20.00 m, profondeur à laquelle s'est arrêté le sondage carotté. La nappe est localisée à 1.90 m selon le relevé du 20/11/01.

#### **III-2°) Conditions du sol de fondation**

Compte tenu des résultats des essais de pénétration dynamique, du sondage carotté et des essais de laboratoire, les fondations superficielles sur radier général sont retenues. En considérant une profondeur d'ancrage de 1.00 m, le

taux de travail admissible est calculé en utilisant la formule de Philipponnat selon laquelle :

$$q_u = \frac{\rho \cdot \gamma_2 \cdot N_i + \gamma_1 \cdot D(N_i - 1) + 1.3 \cdot C^* \cdot N_i}{f \cdot s}$$

Ainsi, en tenant compte des caractéristiques physiques et mécaniques des matériaux constituant l'assise et dans le souci de limiter les tassements probables, il est recommandé de limiter la contrainte admissible à une valeur de 1.00 bar. Les tassements calculés en utilisant les tables de GIROUD ne dépassent pas 1.50 cm.

### **III-3°) Dimensions du radier**

Soit  $\bar{\sigma}$ , la contrainte admissible du sol, communément appelé taux de travail du sol.

$$\bar{\sigma} = 1 \text{ bar} = 100 \text{ KN/m}^2$$

Les conditions de chargement du sol doivent vérifier :

$$\frac{P_{ser}}{S} \leq \bar{\sigma} \quad \Rightarrow \quad S \geq \frac{P_{ser}}{\bar{\sigma}}$$

où

$P_{ser}$  : combinaison à l'ELS de l'ensemble des charges permanentes et d'exploitation sur le radier

$$P_{ser} = G + Q$$

$S$  : surface du radier

$$S = B(\text{largeur}) \cdot L(\text{longueur})$$

De la descente de charge, il est tiré les informations suivantes représentant le cumul des charges de la toiture, des 3 étages courants, du 1<sup>er</sup> étage et de la mezzanine.:

$$G = 31526.4 \text{ KN}$$

$$Q = 8274.24 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow \mathbf{P_{ser} = 39800.6 \text{ KN}}$$

- Surface minimale de radier

$$S \geq \frac{P_{ser}}{\sigma} = \frac{39800.64}{100} = 398 \text{ m}^2$$

- La superficie

Il sera retenu une superficie de 689 m<sup>2</sup>, soit B = 21,2 m

$$L = 32,5 \text{ m}$$

B et L correspondent respectivement à la largeur et à la longueur du bâtiment au sol.

- L'épaisseur

L'épaisseur est choisie de telle sorte que la résistance à l'effort tranchant puisse être assurée sans qu'on ait besoin d'armatures d'effort tranchant.

$$h_0 = 40 \text{ cm}$$



▪ Vérification de la capacité portante

La vérification de la capacité portante doit se faire en intégrant les charges engendrées par la dalle du radier, les cloisons s'y trouvant, la cage d'ascenseur et les maçonneries (épaisseur de 20 cm), le volet de l'escalier reposant directement sur radier et enfin le remblai de 60 cm sur le radier pour atteindre le niveau 0.00 :

$$G \text{ (RDC)} \dots\dots\dots = 15828.6 \text{ KN}$$

$$Q \text{ (RDC)} \dots\dots\dots = 1716.26 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow G \text{ total} = 31526.4 + 15828.6 = 47354.97 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow Q \text{ total} = 8274.24 + 1726.26 = 9990.5 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow P_{ser} \text{ total} = 57345 \text{ KN}$$

**La contrainte :**

$$\sigma = \frac{57345}{689} = 83.23 \text{ KN/m}^2 < \bar{\sigma}$$

Pour la suite, le dimensionnement se fera à l'ELU avec les valeurs suivantes :

➤ la dalle du radier :  $G = 47354.97 \text{ KN}$

$$Q = 9990.5 \text{ KN}$$

➤ les poutres du radier :  $G = 31526.4 \text{ KN}$

$$Q = 8274.24 \text{ KN}$$

## **DEUXIEME PARTIE :**

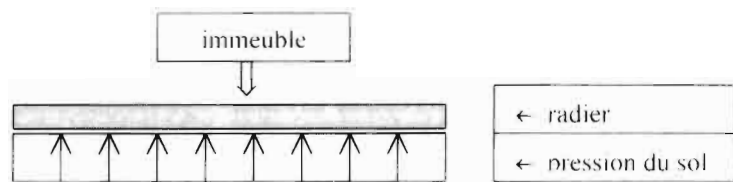
### **DIMENSIONNEMENT DU RADIER**

#### **1°) DIMENSIONNEMENT DE LA DALLE DU RADIER**

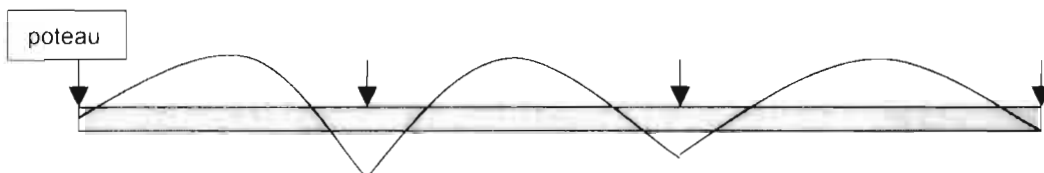
Le radier a été décomposé en 22 panneaux rectangulaires ( R1, R2....., R22 ) limités chacun par 4 poutres principales. Ces poutres passent par les pieds des poteaux. Cependant pour éviter d'avoir des panneaux de superficie relativement faibles, certains poteaux sont considérés comme des charges ponctuelles car ils s'élèvent à l'intérieur des panneaux considérés. Naturellement des vérifications au poinçonnement seront effectuées sur ces panneaux lors du dimensionnement proprement dit.

#### **Hypothèse de calcul du radier :**

L'immeuble transmet ses charges au sol par l'intermédiaire du radier. Et le sol réagit en exerçant une pression uniforme sur tout le radier.



Il convient donc de considérer le radier comme une dalle inversée.



*Figure 3 : Modèle de diagramme des moments fléchissants du radier*

Concrètement cela implique :

**Sur appuis** : les aciers longitudinaux tendus sont disposés dans la partie inférieure de la poutre et les aciers comprimés sont disposés dans la partie supérieure.

**En travée** : les aciers longitudinaux tendus sont disposés dans la partie supérieure de la poutre et les aciers comprimés sont disposés dans la partie inférieure.



Figure 4 : Modèle de ferrailage des poutres du radier

### **I-1°) Calcul des moments fléchissants en travées et sur appuis**

Le radier est considéré continu et il faut donc déterminer pour chaque panneau les moments fléchissants en travées ( selon les directions  $L_x$  et  $L_y$  ) et sur appuis.

L'hypothèse de base est que les dalles sont articulées sur leurs contours.

#### **I-1-1°) Cas des charges uniformément réparties**

Soit un panneau rectangulaire continu de largeur  $l_x$  et de longueur  $l_y$ .

$$\alpha = l_x / l_y$$

- si  $\alpha < 0,40$  on peut considérer que le panneau porte dans le sens  $l_x$ .

Au centre de la dalle, pour une bande de largeur unité :

$$M_{0x} = p \cdot l_x^2 / 8 \quad (\text{ bande parallèle à } l_x )$$

$$M_{0y} = 0 \quad (\text{ bande parallèle à } l_y )$$

- si  $\alpha \geq 0,40$  le panneau porte dans les deux sens

Au centre de la dalle, pour une bande de largeur unité :

$$M_{0x} = \mu_x \cdot p \cdot l_x^2 \quad (\text{ bande parallèle à } l_x )$$

$$M_{0y} = \mu_y \cdot M_{0x} \quad (\text{ bande parallèle à } l_y )$$

Avec pour valeur approchée des coefficients  $\mu_x$  et  $\mu_y$  donnés

$$\mu_x = \frac{1}{8(1 + 2,4 \cdot \alpha^3)}$$

$$\mu_y = \alpha^3 (1,9 - 0,9 \cdot \alpha) \geq 1/4$$

par l'annexe E3 des Règles BAEL 91 à l'ELU

### **I-1-2°) Charges concentrées**

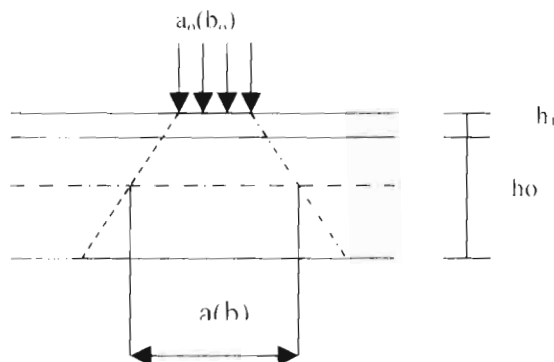


Figure 5: Rectangle d'impact d'une charge concentrée sur un panneau

### ***Charge totale sur rectangle d'impact $a \cdot b$***

$$P = p \cdot a_0 \cdot b_0$$

***Rectangle d'impact***

$$a = a_0 + h_0 + 2.\xi h l$$

$$b = b_0 + h_0 + 2.\xi h l$$

où

$a_0$  et  $a$  : dimensions parallèles à  $l_x$

$b_0$  et  $b$  : dimensions parallèles à  $l_y$

$\xi = 1$  car revêtement résistant

**Moments fléchissants des charges concentrées**- Charges centrées

$$M_{0x} = M1.P \quad \text{sens } l_x$$

$$M_{0y} = M2.P \quad \text{sens } l_y$$

les moments  $M_1$  et  $M_2$  sont donnés en fonction de :

$$\alpha = l_x/l_y$$

$$a/l_x$$

$$b/l_y$$

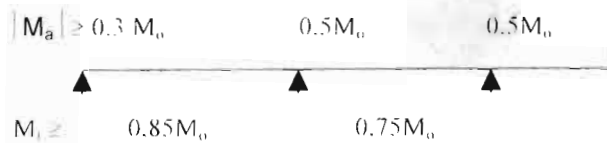
par les abaques de Pigeaud ( voir « pratique BAEL » ), pour des bandes de largeur unité au centre du panneau de dalle.

- Charges non centrées

$M_1$  et  $M_2$  s'obtiennent par combinaison de rectangles centrés

***1-1-3°) Moments à prendre en compte pour tout type de charge***

Cependant les moments à prendre en compte sont spécifiés sur le schéma suivant :



Ce qui réalise 
$$M_l + \frac{M_w + M_e}{2} \geq 1,25 \cdot M_o$$

Où  $M_w$  et  $M_e$  = valeurs absolues des moments respectivement sur l'appui de gauche et sur l'appui de droite de la travée continue.

**N.B.** : A l'issue de ces calculs, il faut maintenant comparer les résultats. En effet, pour deux panneaux voisins, il faut choisir la valeur maximale en valeur absolue obtenue sur l'appui commun aux 2 panneaux.

#### **I-1-4°) Moments minimaux**

Charges uniformément réparties ( seulement ) :  $M_{ly} \geq M_{lx} / 4$

Présence de charges concentrées :  $M_{ly} \geq M_{lx} / 3$

#### **I-1-5°) Calcul des armatures**

Le calcul est mené de la même manière que le calcul des aciers d'une poutre rectangulaire d'une largeur unitaire. La particularité ici, est que il y' aura des sections d'acier dans le sens lx et dans le sens ly



**I-2°) Calcul des efforts tranchants****I-2-1°) Cas des charges uniformément réparties**

$$\alpha < 0,4 \quad \left\{ \begin{array}{l} V_x = p \cdot \frac{l_x}{2} \\ V_y = 0 \end{array} \right.$$

$$\alpha \geq 0,4 \quad \left\{ \begin{array}{l} V_x = p \cdot \frac{l_x}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2}} \\ V_y = p \cdot \frac{l_x}{3} \leq V_x \end{array} \right.$$

**I-2-2°) Cas des charges concentrées** ( poteau par exemple de section a\*b avec a > b )

$$\text{Quel que soit} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_a = \frac{P}{2 \cdot a + b} \\ V_b = \frac{P}{3 \cdot a} \leq V_a \end{array} \right.$$

Où a : dimension du poteau du côté de  $l_x$

b : dimension du poteau du côté de  $l_y$

Dans le cas où a < b, inverser dans les formules ci-dessus a et b

**Cas général** ( présence simultanée de charges réparties et charges concentrées )

$$V \equiv V_x + V_b \text{ ou } V = V_y + V_a$$

### **1-2-3°) Nécessité d'armatures d'âme**

Il n'est pas nécessaire de prévoir des armatures d'âme si :

- la dalle est bétonnée sans reprise dans son épaisseur ;
- la contrainte tangente vérifie :

$$\tau_u = \frac{V_u}{d} \leq 0,07 \cdot \frac{f_{ct}}{\gamma_b}$$

### **1-2-4°) Calcul des armatures d'âme**

- en appliquant la règle des coutures s'il y a reprise de bétonnage dans l'épaisseur.
- dans les autres cas, comme pour les poutres avec les valeurs de  $\tau_{lim}$  multipliées par :

$$\begin{array}{ll} \frac{10}{3} \cdot h_0 (m) & \text{si } 0,15 \text{ m} \leq h_0 < 0,30 \text{ m} \\ 1 & \text{si } h_0 \geq 0,30 \text{ m} \end{array}$$

### **1-2-5°) Poinçonnement**

Charge concentrée éloignée des bords de la dalle

Pas d'armature transversales de poinçonnement si

$$Q_u \leq 0,045 \cdot u_c \cdot h_0 \cdot \frac{f_{ct}}{\gamma_b}$$

Où  $Q_u$  = charge de calcul à l'ELU,

$h_0$  = épaisseur de la dalle

$u_c$  = périmètre du rectangle d'impact au niveau du feuillet moyen de la dalle.

Sinon prévoir des armatures d'âme, calculées comme indiqué au paragraphe précédent, disposées à l'intérieur du contour  $u$  situé à la distance  $x$  de  $u_c$ , cette

distance étant telle que :

$$Q_u \leq 0,045 \cdot (u_c + 8x) h_o \frac{f_{ct}}{\gamma_b}$$

$u \geq u_c$

### Charge concentrée voisine des bords de la dalle

Faire les vérifications précédentes en modifiant éventuellement  $u_c$  comme indiqué dans « PRATIQUE DU BAEL 91 »

### **I-2-6°) Dispositions constructives**

#### **- Diamètre des armatures**

$$\Phi \leq h_o / 10$$

#### **- Disposition des barres**

Espacement des barres

$$s_t = (100 - n \cdot \Phi) / (n + 1)$$

où  $n$  = nombre de barres dans la direction considérée

$\Phi$  = diamètre des barres ( en cm )

100 = bande de largeur 1 m = 100 cm considérée pour le calcul des panneaux

Les armatures les plus proches de la face tendue sont celles parallèles au petit côté.

### **I-2-7°) Sections minimales**

**Sens  $l_y$** , en exprimant  $h_o$  en mètres :

$$A_{y_{\min}} \text{ ( cm}^2\text{/m) } \left\{ \begin{array}{l} = 12 \cdot h_o : \text{ronds lisses} \\ = 8 \cdot h_o : \text{FeE400} \\ = 6 \cdot h_o : \text{FeE500 ou TS} \end{array} \right.$$

*sens lx :*

$$A_{x\min} (\text{cm}^2/\text{m}) = A_{y\min} \cdot \frac{3-\alpha}{2}$$

- **Espacements maximaux**

Cas des charges réparties, fissuration peu préjudiciable

$$s_{tx} \leq \text{Min} ( 3 \cdot h_o ; 33 \text{ cm} ) : \text{ dans le sens } l_x$$

$$s_{ty} \leq \text{Min} ( 4 \cdot h_o ; 45 \text{ cm} ) : \text{ dans le sens } l_y$$

Cas il y a simultanément des charges concentrées et réparties, et fissuration peu préjudiciable

$$s_{tx} \leq \text{Min} ( 2 \cdot h_o ; 25 \text{ cm} ) : \text{ dans le sens } l_x$$

$$s_{ty} \leq \text{Min} ( 3 \cdot h_o ; 33 \text{ cm} ) : \text{ dans le sens } l_y$$

**1-3°) Exemple de calcul d'un panneau uniformément chargé**

Soit le panneau R8 :  $L_x = 6 \text{ m}$

$$L_y = 7 \text{ m}$$

$$P_u = 1.35 \cdot 68.73 + 1.5 \cdot 14.5 = 114,54 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{ser} = 68.73 + 14.5 = 83,23 \text{ KN/m}^2$$

Tous les calculs ci-dessous ont été aussi effectués à l'ELS, mais seul l'ELU est présenté.

$$\alpha = 6/7 = 0,857 > 0,4 \Rightarrow \text{ la poutre porte dans les deux sens.}$$

**Les moments fléchissants**

$$\mu_x = \frac{1}{8(1 + 2,4 \cdot 0,857)} = 0,05$$

$$\mu_y = 0,857^3 (1,9 - 0,9 \cdot 0,857) = 0,711 \geq \frac{1}{4}$$

$$M_{ox} = 0,05 \cdot 114,54 \cdot 6^2 = 205,256 \text{ KNm}$$

$$M_{oy} = 0,711 \cdot 205,256 = 145,877 \text{ KNm}$$

**Moments à prendre en compte**

Suivant  $l_x$  et  $l_y$ , le panneau R8 est un panneau intermédiaire : les coefficients réducteurs sont donc 0,75 en travée et 0,5 sur appuis.

En travées

$$M_{tx} = 0,75 M_{ox} = 0,75 \cdot 205,256 = 153,942 \text{ KNm}$$

$$M_{ty} = 0,75 M_{oy} = 0,75 \cdot 145,877 = 109,407 \text{ KNm}$$

Sur appuis

$$M_{ax} = M_{ay} = 0,5 \cdot M_{ox} = 0,5 \cdot 205,256 = 102,628 \text{ KNm}$$

N.B. : En ce qui concerne les moments sur appuis, lorsque le panneau est de rive, il convient de différencier le moment à gauche du moment à droite pour une direction donnée. Ceci parce que l'appui de rive a un coefficient de 0,3 et l'autre 0,5. Cela justifie la notation  $M_{aG}$  et  $M_{aD}$  dans le tableau de calcul des panneaux.

**Vérification**

$$- \text{Sens } l_x : 153,942 + (102,628 + 102,628)/2 = 256,57 \text{ KNm}$$

$$1,25 \cdot 153,942 = 192,428 \text{ KNm}$$

la relation :  $M_t + \frac{M_w + M_c}{2} \geq 1,25 \cdot M_a$  est vérifiée

- Sens  $l_y$  :  $109,407 + (102,628+102,628)/2 = 212,035 \text{ KN.m}$

$1,25 \cdot 109,407 = 136,759 \text{ KNm}$

la relation :  $M_i + \frac{M_w + M_c}{2} \geq 1,25 \cdot M_o$  est vérifiée

**Moments minimaux**

$M_{ty \text{ min}} = 153,942/4 = 38,485 \text{ KNm} \leq M_{ty}$

**Prise en compte de la continuité**

Le panneau R8 étant un panneau intermédiaire, ses moments sur appuis doivent être comparés à ceux des panneaux voisins. Dans ce cas, il s'agit des panneaux R2, R7, R9 et R14.

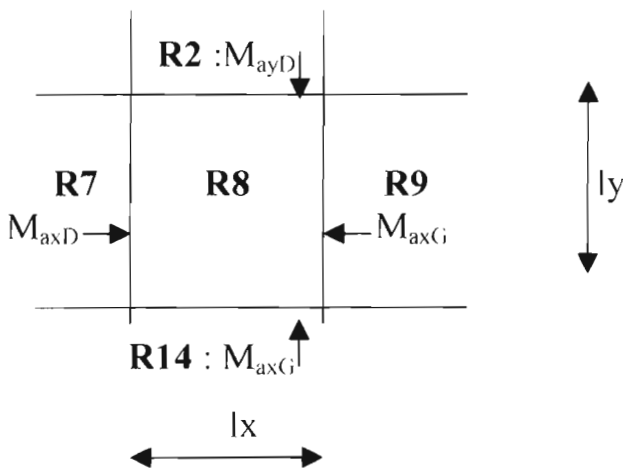


Figure 6 : Moments sur appuis du panneau R8

Les autres panneaux ont les moments sur appui suivant :

R2,  $M_{ayD} = 72,94 \text{ KN}$ .....à comparer avec R8,  $M_{ayG} = 102,628 \text{ KN.m}$

R7,  $M_{axD} = 102,63 \text{ KN}$ .....à comparer avec R8,  $M_{axG} = 102,63 \text{ KNm}$

R9,  $M_{axG} = 28,64 \text{ KN}$ .....à comparer avec R8,  $M_{axD} = 102,63 \text{ KNm}$

R14,  $M_{axG} = 82,23 \text{ KN}$ .....à comparer avec R8,  $M_{ayD} = 102,628 \text{ KNm}$

En conclusion, il sera retenu, les moments suivants exprimés en KNm

### Sur les appuis

	<i>Appui R8-R2</i>	<i>Appui R7-R8</i>	<i>Appui R9-R8</i>	<i>Appui R14-R8</i>
<i>ELU</i>	102,63	102,63	102,63	102,63
<i>ELS</i>	74,58	74,58	74,58	74,58

*Tableau 1 : Valeurs des moments sur appuis du panneau R8*

### En travées

	$M_{lx}$	$M_{ly}$
ELU	153,94	109,47
ELS	111,86	79,5

*Tableau 2 : Valeurs des moments en travée du panneau R8*

### Section d'aciers sur appuis et en travées

Les aciers ont été calculés à l'ELU ;

**En travée : sens lx**,  $A_s = 14 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ HA } 14 = 15,39 \text{ cm}^2$  soit 4 HA 14 sur la partie la moins tendue et 6 HA 14 sur la partie la plus tendue.

**sens ly**,  $A_s = 10 \text{ cm}^2 \Rightarrow 7 \text{ HA } 14 = 10,78 \text{ cm}^2$  soit 3 HA 14 sur la partie la moins tendue et 4 HA 14 sur la partie la plus tendue.

*Sur appuis* : R8-R2, R7-R8, R9-R8, R14-R8 :

$$A_s = 9 \text{ cm}^2 \Rightarrow 6 \text{ HA } 14 = 9,24 \text{ cm}^2 \text{ en une seule nappe.}$$

### **Dispositions constructives**

#### ***Diamètre maximal***

$$h_0/10 = 400/10 = 40 \text{ mm}$$

$\Phi \leq h_0/10$  est vérifiée.

**Disposition des barres**

**En travée : 1<sup>ère</sup> nappe** : sens lx,  $stx = (100-4*1,4)/5 = 18.88 \text{ cm}$

$$\text{sens ly, sty} = (100-3*1,4)/4 = 24 \text{ cm.}$$

**2<sup>ème</sup> nappe** : sens lx,  $stx = (100-6*1,4)/7 = 13 \text{ cm}$

$$\text{sens ly, sty} = (100-4*1,4)/5 = 18.88 \text{ cm.}$$

$stx < sty$  : la condition est vérifiée. Les barres parallèles au petit côté sont plus rapprochées.

**Sur appuis** : R8-R2, R7-R8, R9-R8, R14-R8

$$st = (100-6*1,4)/7 = 13,08 \text{ cm}$$

**Sections minimales**

Sens ly :  $A_{ymin} = 8*0,4 = 3,2 \text{ cm}^2$

Sens lx :  $A_{xmin} = 3,2*(3-0,857)/2 = 3,42 \text{ cm}^2$

Les sections choisies remplissent les conditions.

**Espacements maximaux**

sens lx :  $3*40 = 120 \text{ cm}$

$$\min ( 120 ; 33\text{cm} ) = 33 \text{ cm}$$

sens ly :  $4*40 = 160 \text{ cm}$

$$\min ( 160 ; 45 \text{ cm} ) = 45 \text{ cm}$$

Les espacements calculés sont inférieurs

**Les efforts tranchants**

$\alpha \geq 0,40$  ;

$$V_v = 114,54 * \frac{6}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{0,85}{2}} = 241,14 \text{ KN}$$

$$V_v = 114,54 * \frac{6}{3} = 229,08 \text{ KN} \leq V_v$$



**Nécessité d'armatures d'âme**

$$\tau_{ux} = 0,24114 / (0,9 * 0,40) = 0,66983$$

$$0,07 \cdot f_{cj} / \gamma_b = 0,07 * 25 / 1,5 = 1,167$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{d} \leq 0,07 \cdot \frac{f_{c28}}{\gamma_b} \quad ; \text{ il est inutile de prévoir des aciers de couture}$$

**NB.** : Le ferrailage du panneau R8 est proposé en annexe III-2 .

Quant aux autres panneaux du radier, se référer à l'annexe III-3.

**II° ) SOLLICITATION DES POUTRES****II-1°) Choix de la méthode de calcul des moments****II-1-1°) La méthode de Caquot - domaine de validité**

La méthode de calcul des planchers à charge d'exploitation relativement élevée, due à A. Caquot, s'applique dans les cas où :

- les charges d'exploitation sont susceptibles de variations rapides dans le temps et en position ; et où :

$q_B$  = somme des charges variables

$g$  = somme des charges permanentes

$$\text{vérifient : } \begin{cases} q_B > 2 \cdot g \\ \text{ou} \\ q_B > 5 \text{ KN/m}^2 \end{cases}$$

- les poutres sont associées à une dalle générale ( sections en T en travée ).

Cette méthode ne devrait donc pas s'appliquer à ce bâtiment qui est destiné à un usage de bureaux et de salles de réunion. Mais, on peut utiliser la méthode de Caquot minorée : charges permanentes =  $2 \cdot g / 3$

### II-1-2°) La méthode forfaitaire- domaine de validité

La méthode forfaitaire de calcul des planchers à charge d'exploitation modérée s'applique dans les cas où :

a°) les charges d'exploitation sont modérées c'est à dire où :

$q_B$  = somme des charges variables,

$g$  = somme des charges permanentes,

$$\text{vérifient : } \quad \text{ou} \quad \begin{cases} q_B \leq 2.g \\ q_B \leq 5 \text{ KN/m}^2 \end{cases}$$

b°) la fissuration ne compromet pas la tenue des revêtements ni celle des cloisons.

c°) les éléments de plancher ont une même inertie dans les différentes travées,

d°) les portées vérifient :

$$0.8 \leq \frac{l_c}{l_{c-1}} \leq 1.25$$

$$0.8 \leq \frac{l_c}{l_{c+1}} \leq 1.25$$

Les conditions a°) et b°) sont en concordance avec le bâtiment soumis à notre étude. Par contre les conditions c°) et d°), sont restrictives. En effet, les poutres des planchers n'ont pas la même inertie et de plus les portées ne sont pas toujours dans les rapports établis.

**Conclusion** : la méthode de Caquot sera retenue en prenant  $2g/3$  car les conditions c et d de la méthode forfaitaire ne sont pas remplies.

## II-2°) Évaluation des moments fléchissants par la méthode de Caquot

### II-2-1°) Travées fictives ( $l'_i$ )

La méthode prévoit des réductions sur les longueurs réelles ( $l_i$ ) des travées :

$l'_i = l_i$  pour les travées de rive sans porte-à faux

$l'_i = 0,8.l_i$  pour les travées intermédiaires.

### II-2-2°) Moments sur appuis – cas des charges réparties

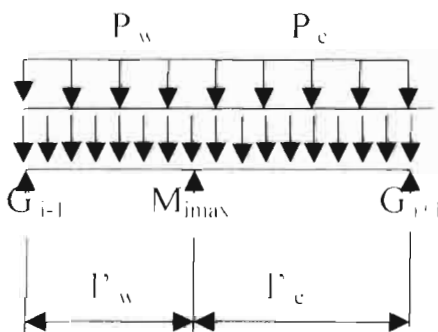


Figure 7 : Cas de chargement pour moment maximal sur appui

**N.B :** Le moment maximal sur un appui  $i$  s'obtient en chargeant les 2 travées l'encadrant.

$$M = \frac{P_w l_w^3 + P_e l_e^3}{8,5 * (l_w + l_e)}$$

### II-2-3°) Moment maximal en travée

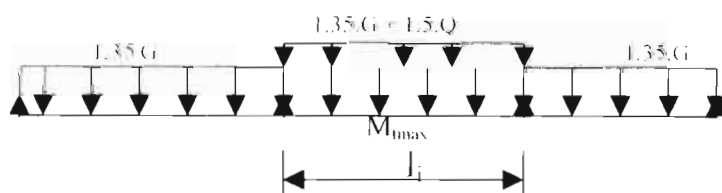
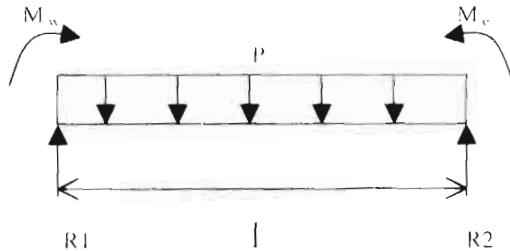


Figure 8 : Cas de chargement pour moment maximal en travée

**N.B : Le moment maximal en travée s'obtient en chargeant la travée concernée et en déchargeant les 2 travées voisines.**

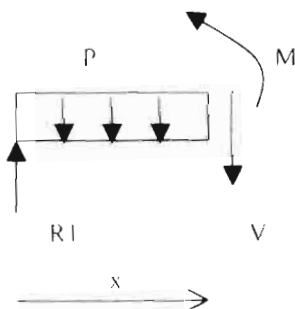
Soit une travée isolée d'une poutre continue



Les moments sur appui  $M_u$  et  $M_c$  assurent la continuité de la poutre.

Les réactions d'appui

$$R1 = R2 = \frac{P \cdot l}{2} + \frac{M_u - M_c}{l}$$



Effort tranchant

$$V(x) = R1 - P \cdot x$$

$$= P \left( \frac{l}{2} - x \right) + \frac{M_u - M_c}{l}$$

Le moment fléchissant est maximal au point où  $V(x) = 0$

$$P\left(\frac{l}{2}-x\right)+\frac{M_c-M_u}{l}=0 \qquad -P\left(\frac{l}{2}-x\right)=\frac{M_c-M_u}{l}$$

$$\Rightarrow x_u = \frac{l}{2} + \frac{M_c - M_u}{P \cdot l}$$

$$M = \int V(x).dx = \int \left( P\left(\frac{l}{2}-x\right) + \frac{M_c - M_u}{l} \right).dx = \left( P\frac{l}{2} + \frac{M_c - M_u}{l} \right)x - P\frac{x^2}{2} + K$$

Pour  $x = 0$ ,  $M(0) = M_u \Rightarrow K = M_u$

Donc le moment fléchissant a pour expression:

$$M(x) = \left( P\frac{l}{2} + \frac{M_c - M_u}{l} \right)x - P\frac{x^2}{2} + M_u$$

Et sa valeur maximale est :

$$M_{lmax} = M(x_u) = \left( P\frac{l}{2} + \frac{M_c - M_u}{l} \right)x_u - P\frac{x_u^2}{2} + M_u$$

**II-2-4°) Efforts tranchants maxima sur appuis**

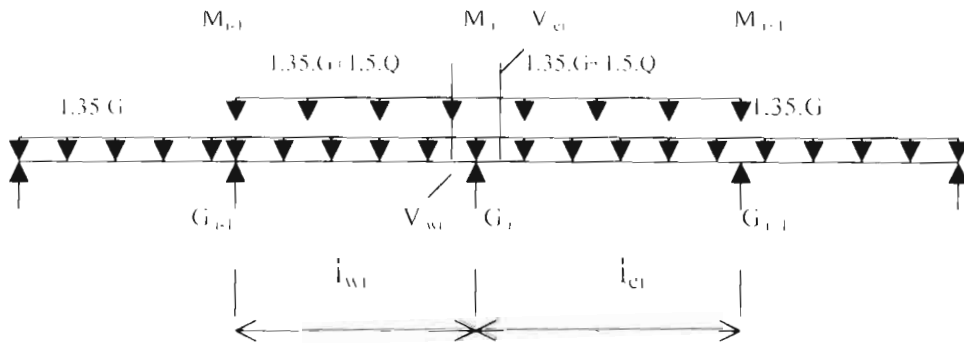


Figure 9: Cas de chargement pour effort tranchant extrême sur appui

$$V_{wi} = V_{oi} + \frac{M_i - M_{i-1}}{l_{wi}}$$

$$V_{ei} = V_{oi} + \frac{M_{i+1} - M_i}{l_{ei}}$$

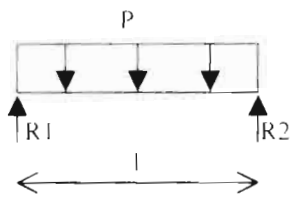
avec :

$V_{oi}$  et  $V_{oe}$  = efforts tranchants sur appui  $G_i$  des travées de référence en valeur algébrique,

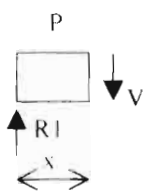
$M_{i-1}$ ,  $M_i$  et  $M_{i+1}$  = moments sur appuis avec leurs signes.

**N.B.** : Les valeurs maximales de l'effort tranchant sur un appui s'obtiennent en chargeant les 2 travées adjacentes et en déchargeant les 2 travées les encadrant.

### Efforts tranchants sur appui d'une travée de référence



$$R_1 = R_2 = \frac{p \cdot l}{2}$$



$$V(x) = R_1 - p \cdot x$$

$$= p \cdot l/2 - p \cdot x \Rightarrow V(x) = p \cdot \left(\frac{l}{2} - x\right)$$

Donc pour une travée,

L'appui de gauche ( $x = 0$ ) :

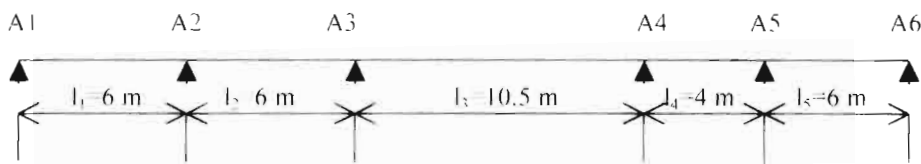
$$V_{oi} = p \cdot \frac{l}{2}$$

L'appui de droite ( $x = l$ ) :

$$V_c = -p \cdot \frac{l}{2}$$

**II-3°) Exemple de calcul d'une poutre continue**

Soit la poutre 9 du radier :



Travée 1			Travée 2			Travée 3			Travée 4			Travée 5		
$l_1$	$g_1$	$q_1$	$l_2$	$g_2$	$q_2$	$l_3$	$g_3$	$q_3$	$l_4$	$g_4$	$q_4$	$l_5$	$g_5$	$q_5$
6	88,6	16,74	6	88,6	16,74	10,5	100,51	19,53	4	64,79	11,16	6	88,6	16,74

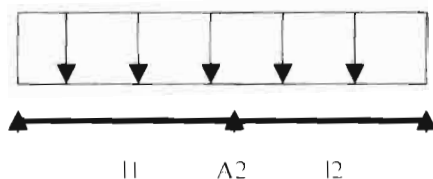
Tableau 3 : Chargement de la poutre 9 du radier

**Moments maximaux sur appuis**

$M_i$  : moment sur appui  $A_i$

Déjà, les moments  $M_1 = M_6 = 0$

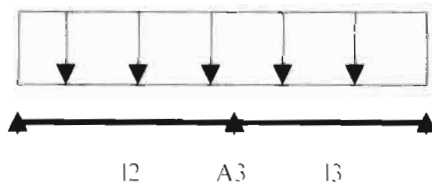
Pour obtenir le moment max. sur A2, il faut charger les travées  $l_1$  et  $l_2$



$$M_i = \frac{P_w \cdot l_w^3 + P_e \cdot l_e^3}{8.5(l_w + l_e)}$$

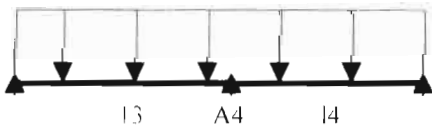
$$M_2 = \frac{(1.35 \cdot 88.6 + 1.5 \cdot 16.74) \cdot 6^3 + (1.35 \cdot 88.6 + 1.5 \cdot 16.74) \cdot (0.8 \cdot 6)^3}{8.5(6 + 0.8 \cdot 6)} = -547.067 \text{ KN.m}$$

Pour M3, il faut charger les travées 12 et 13



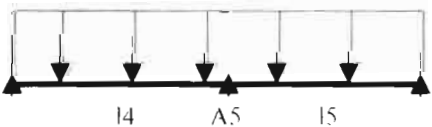
$$M_3 = \frac{(1.35 \cdot 88.6 + 1.5 \cdot 16.74) \cdot (0.8 \cdot 6)^3 + (1.35 \cdot 100.51 + 1.5 \cdot 19.53) \cdot (0.8 \cdot 10.5)^3}{8.5(0.8 \cdot 6 + 0.8 \cdot 10.5)} = -1077.6 \text{ KN.m}$$

Pour M4, il faut charger les travées 13 et 14



$$M_4 = \frac{(1.35 \cdot 100.51 + 1.5 \cdot 19.53) \cdot (0.8 \cdot 10.5)^3 + (1.35 \cdot 64.79 + 1.5 \cdot 11.16) \cdot (0.8 \cdot 4)^3}{8.5(0.8 \cdot 10.5 + 0.8 \cdot 4)} = -1090.55 \text{ KN.m}$$

Pour M5, il faut charger les travées 14 et 15





$$M5 = \frac{(1.35 \cdot 64.79 + 1.5 \cdot 11.16) \cdot (0.8 \cdot 4)^3 + (1.35 \cdot 88.6 + 1.5 \cdot 16.74) \cdot 6^3}{8.5(0.8 \cdot 4 + 6)} = -471.13 \text{ KN.m}$$

N.B. : les calculs à l'ELS sont menés selon la même procédure.

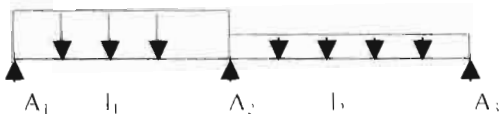
Appuis	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
<b>Mu</b>	0	-547,067	-1077,6	-1090,55	-471,13	0
<b>Mser</b>	0	-398,2	-784,09	-793,52	-342,98	0

Tableau 4 : Récapitulatif des moments sur appuis de la poutre 9

### Moments max. en travées

#### *M<sub>max</sub> sur l<sub>1</sub>*

Le moment max. sur la travée l<sub>1</sub> s'obtient en la chargeant et en déchargeant la travée l<sub>2</sub>



Il faut d'abord calculer les moments sur les appuis A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>, en considérant le nouveau cas de charge.

$$M_1 = 0$$

$$M2 = \frac{(1.35 \cdot 88.6 + 1.5 \cdot 16.74) \cdot 6^3 + 1.35 \cdot 88.6 \cdot (0.8 \cdot 6)^3}{8.5(6 + 0.8 \cdot 6)} = 514.9 \text{ KN.m}$$

→

$$x_0 = \frac{l}{2} + \frac{M_2 - M_1}{P \cdot l}$$

$$x_0 = \frac{6}{2} + \frac{-514.9 - 0}{(1.35 \cdot 88.6 + 1.5 \cdot 16.74) \cdot 6} = 2.4 \text{ m}$$

$$M_{max} = M(x_0) = \left( P \frac{l}{2} + \frac{M_1 - M_2}{l} \right) x_0 - P \frac{x_0^2}{2} + M_1$$

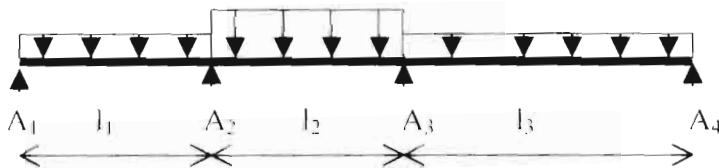
$$M^{max} = ((1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot \frac{6}{2} + \frac{-5749 - 0}{6}) \cdot 2,4 - (1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot \frac{2,4^2}{2} = 41923 \text{ KN.m}$$

**$M_{max}$  sur  $l_2$**

$$P_1 = 1,35 \cdot 88,6 = 119,61 \text{ KN/m}$$

$$P_2 = 1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74 = 144,72 \text{ KN/m}$$

$$P_3 = 1,35 \cdot 100,51 = 135,69 \text{ KN/m}$$



Il faut charger la poutre  $l_2$  et décharger  $l_1$  et  $l_3$

$$M_2 = \frac{119,61 \cdot 6^3 + 144,72 \cdot (0,8 \cdot 6)^3}{8,5(6 + 0,8 \cdot 6)} = 484,26 \text{ KN.m}$$

$$M_3 = \frac{144,72 \cdot (0,8 \cdot 6)^3 + 135,69 \cdot (0,8 \cdot 10,5)^3}{8,5(0,8 \cdot 6 + 0,8 \cdot 10,5)} = -913,15 \text{ KN.m}$$

$$x_0 = \frac{6}{2} + \frac{-913,15 + 484,26}{144,72 \cdot 6} = 2,5 \text{ m}$$

$$M_{max} = (144,72 \cdot \frac{6}{2} + \frac{-913,15 + 484,26}{6}) \cdot 2,5 - 144,72 \cdot \frac{2,5^2}{2} - 484,26 = -29,8 \text{ KN.m}$$

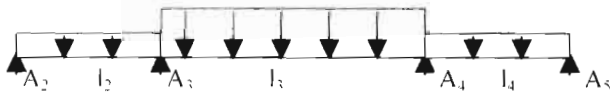
On constate que cette travée subira un soulèvement du fait de la proximité de la travée de 10,5 m qui induit des efforts relativement plus importants.

**$M_{max}$  sur  $l_3$** 

$$P_2 = 1,35 * 88,6 = 119,61 \text{ KN/m}$$

$$P_3 = 1,35 * 100,51 + 1,5 * 19,53 = 164,98 \text{ KN/m}$$

$$P_4 = 1,35 * 64,79 = 87,46 \text{ KN/m}$$



Il faut charger la poutre  $l_3$  et décharger  $l_2$  et  $l_4$

$$M_3 = \frac{119,61 * (0,8 * 6)^3 + 164,98 * (0,8 * 10,5)^3}{8,5 * (0,8 * 6 + 0,8 * 10,5)} = -1051,25 \text{ KN.m}$$

$$M_4 = \frac{164,98 * (0,8 * 10,5)^3 + 87,46 * (0,8 * 6)^3}{8,5 * (0,8 * 10,5 + 0,8 * 6)} = -1084,64 \text{ KN.m}$$

$$x = \frac{6}{2} + \frac{-1084,64 + 1051,25}{164,98 * 10,5} = 5,23 \text{ m}$$

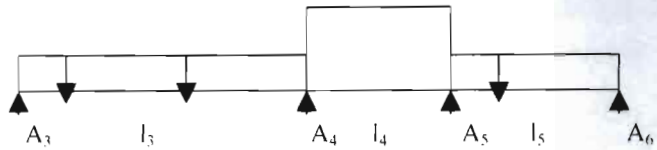
$$M_{max} = \left( 164,98 * \frac{10,5}{2} + \frac{-1084,64 + 1051,25}{10,5} \right) * 5,23 - 164,98 * \frac{5,23^2}{2} - 1051,25 = 1205,72 \text{ KN.m}$$

 **$M_{max}$  sur  $l_4$** 

$$P_3 = 1,35 * 100,51 = 135,69 \text{ KN/m}$$

$$P_4 = 1,35 * 64,79 + 1,5 * 11,16 = 104,2 \text{ KN/m}$$

$$P_5 = 1,35 * 88,6 = 119,61 \text{ KN/m}$$



Il faut charger la poutre  $l_4$  et décharger  $l_3$  et  $l_5$

$$M_4 = -\frac{135,69 \cdot (0,8 \cdot 10,5)^3 + 104,2 \cdot (0,8 \cdot 4)^3}{8,5(0,8 \cdot 10,5 + 0,8 \cdot 4)} = -903,43 \text{ KN.m}$$

$$M_5 = -\frac{104,2 \cdot (0,8 \cdot 4)^3 + 119,61 \cdot (0,8 \cdot 6)^3}{8,5(0,8 \cdot 4 + 0,8 \cdot 6)} = -397,42 \text{ KN.m}$$

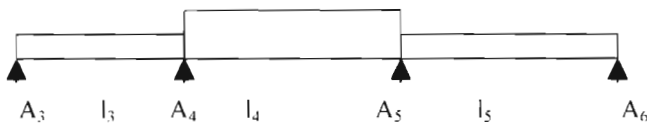
$$x_0 = \frac{4}{2} + \frac{-397,42 + 903,44}{104,2 \cdot 4} = 3,21 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}} = \left(104,2 \cdot \frac{4}{2} + \frac{-397,42 + 903,44}{4}\right) \cdot 3,21 - 104,2 \cdot \frac{3,21^2}{2} - 903,44 = -365,25 \text{ KN.m}$$

**$M_{\text{max}}$  sur  $l_5$**

$$P_4 = 1,35 \cdot 64,79 = 87,46 \text{ KN/m}$$

$$P_5 = 1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74 = 144,72 \text{ KN/m}$$



Il faut charger la poutre  $l_5$  et décharger  $l_4$

$$M_5 = -\frac{87,46 \cdot (0,8 \cdot 4)^3 + 144,72 \cdot 6^3}{8,5(0,8 \cdot 4 + 6)} = -463,66 \text{ KN.m}$$

$$M_6 = 0$$

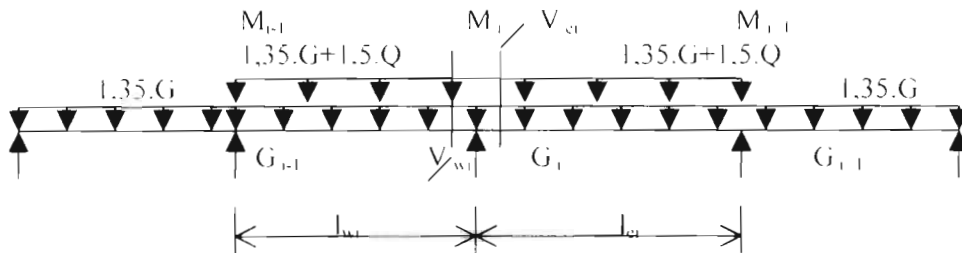
$$x_0 = \frac{6}{2} + \frac{0 + 463,66}{144,72 \cdot 6} = 3,54 \text{ m}$$

$$M_{tmax} = (144.72 * \frac{6}{2} + \frac{463.66}{6}) * 3.54 - 144.72 * \frac{3.54^2}{2} - 463.66 = -440.039 \text{ kN.m}$$

Travées	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$
$M_{tu \text{ max}}$	419,25	-29,8	1205,78	-365,25	440,06
$M_{tser \text{ max}}$	304,38	-28,01	876,28	-271,57	320,11

Tableau 5 : Récapitulatif des moments en travée

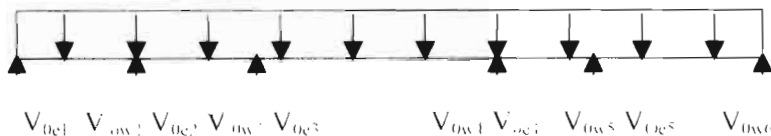
**Calcul des efforts tranchants extrêmes sur appuis de la poutre 9**



$$V_{wi} = V_{oi} + \frac{M_i - M_{i-1}}{l_{wi}}$$

$$V_{ei} = V_{oi} + \frac{M_{i+1} - M_i}{l_{ei}}$$

**- Détermination des efforts tranchants des travées de référence**



$$V_u = p \cdot \frac{l}{2}$$

$$V_c = -p \cdot \frac{l}{2}$$

**Appui 1 :**

$$V_{0w1} = 0$$

$$V_{0c1} = (1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot 6/2 = 434,16 \text{ KN}$$

**Appui 2 :**

$$V_{0w2} = - (1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot 6/2 = - 434,16 \text{ KN}$$

$$V_{0c2} = (1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot 6/2 = 434,16 \text{ KN}$$

**Appui 3 :**

$$V_{0w3} = - (1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot 6/2 = -434,16 \text{ KN}$$

$$V_{0c3} = (1,35 \cdot 100,51 + 1,5 \cdot 19,53) \cdot 10,5/2 = 866,16 \text{ KN}$$

**Appui 4 :**

$$V_{0w4} = - (1,35 \cdot 100,51 + 1,5 \cdot 19,53) \cdot 10,5/2 = -866,16 \text{ KN}$$

$$V_{0c4} = (1,35 \cdot 64,79 + 1,5 \cdot 11,16) \cdot 4/2 = 208,41 \text{ KN}$$

**Appui 5 :**

$$V_{0w5} = - (1,35 \cdot 64,79 + 1,5 \cdot 11,16) \cdot 4/2 = -208,41 \text{ KN}$$

$$V_{0c5} = (1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot 6/2 = 434,16 \text{ KN}$$

**Appui 6 :**

$$V_{0w6} = - (1,35 \cdot 88,6 + 1,5 \cdot 16,74) \cdot 6/2 = -434,16 \text{ KN}$$

$$V_{0c6} = 0$$

Une fois les efforts tranchants des travées de référence calculés, il suffit de lire les moments sur appuis correspondant au cas de chargement et procéder au calcul des efforts tranchants maximaux sur appuis. Voir page suivante pour calcul des efforts tranchants de la poutre 9.

Poutre 9	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-514,9263	-376,7769	0	0	0	0	0	434,1803	316,035	6	#DIV/0!	#DIV/0!	348,3592	253,2389
Appui 2	0	0	-913,1699	-674,4742	-547,0671	-398,2041	-434,1803	-316,035	6	434,1803	316,035	6	-525,3581	-382,4024	373,1631	269,99
Appui 3	-484,2921	-356,3541	-1084,639	-789,5766	-1077,595	-784,0908	-434,1803	-316,035	6	866,1811	630,2231	10,5	-533,064	-387,3244	865,5102	629,7007
Appui 4	-1051,298	-766,5594	-397,4437	-293,8507	-1090,55	-793,5172	-866,1811	-630,2231	10,5	208,413	151,9	4	869,9194	-632,7905	381,6895	276,8166
Appui 5	-903,4456	-668,7811	0	0	-471,1361	-342,9789	-208,413	-151,9	4	434,1803	316,035	6	-100,3356	-70,44945	512,7029	373,1982
Appui 6	-463,6832	-338,0103	0	0	0	0	-434,1803	-316,035	6	0	0	0	-356,8997	-259,6999	#DIV/0!	#DIV/0!

Tableau 6 : Calcul des efforts tranchants sur appuis de la poutre 9



### **III°) CALCUL DES ACIERS LONGITUDINAUX**

#### **III-1°) Méthode de calcul**

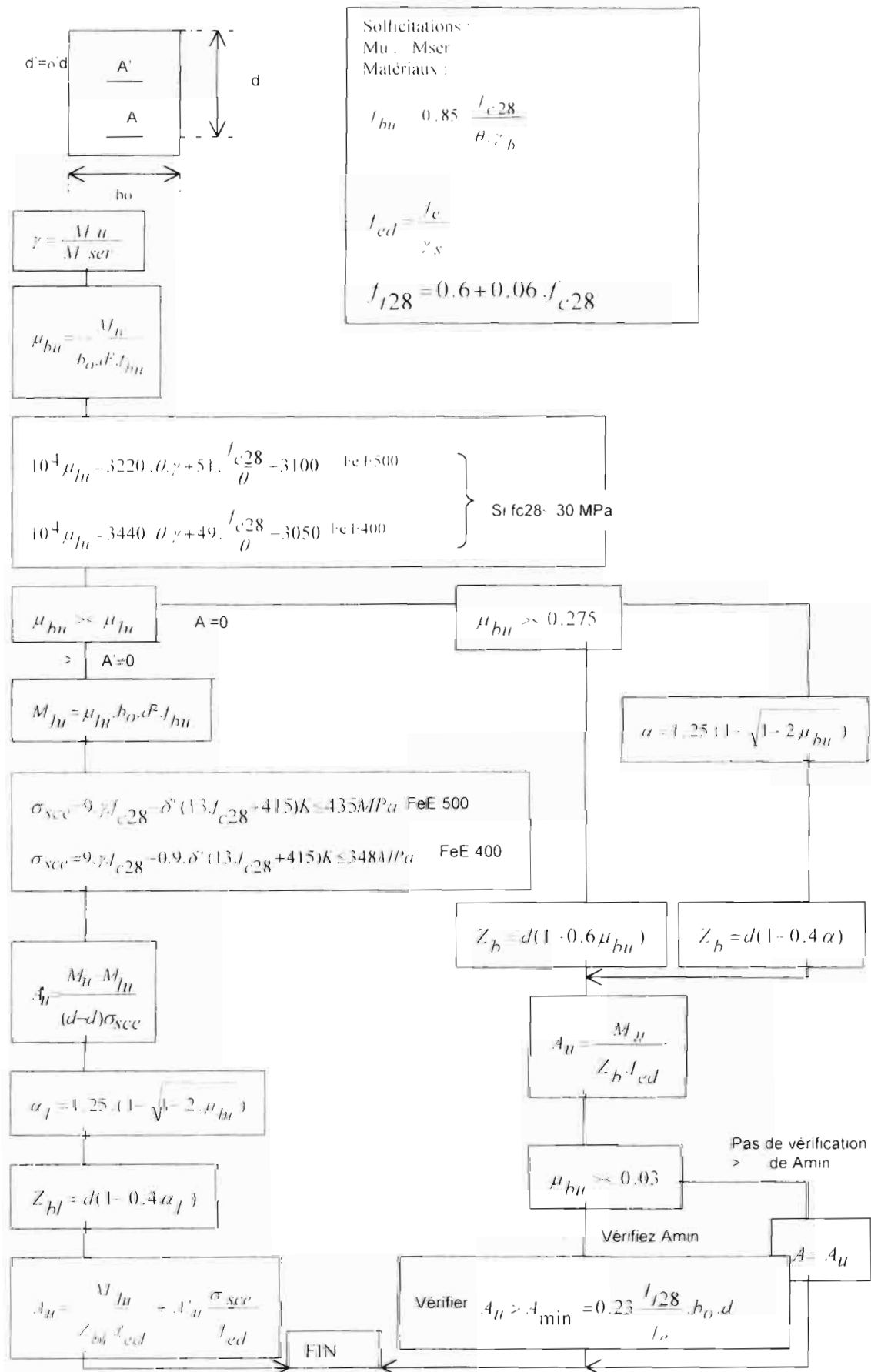
Les calculs ont été menés suivant l'organigramme de calcul d'une poutre rectangulaire en fissuration non préjudiciable. Cet organigramme présenté à la page suivante est tiré de l'ouvrage intitulé « Pratique du BAEL 91 ».

La combinaison qui a été considérée pour l'ensemble des calculs des poutres est l'Etat Limite Ultime (ELU).

Notons que toutes les poutres sont soumises à une flexion simple.

#### **III-2°) L'organigramme**

**Sections rectangulaires –dimensionnement à l'ELU**



### III-3°) Calcul des contraintes à l'ELS

Une fois les aciers choisis, il faut maintenant vérifier les contraintes à l'ELS.

#### III-3-1°) Position de l'axe neutre

$$\frac{b_0 \cdot y_1^3}{2} + n \cdot (A + A') \cdot y_1 - n \cdot (A \cdot d + A' \cdot d') = 0$$

#### III-3-2°) Moment d'inertie

$$I_1 = \frac{b_0 \cdot y_1^3}{3} + n \cdot A' \cdot (y_1 - d')^2 + n \cdot A \cdot (d - y_1)^2$$

#### III-3-3°) Contraintes

D'où les contraintes en posant

$$K = \frac{M_{sc}}{I_1}$$

➤ Contrainte de compression du béton

$$\sigma_{bc} = K \cdot y_1 \leq \sigma_{bs}$$

➤ Contrainte de l'acier comprimé

$$\sigma_{sc} = n \cdot K \cdot (y_1 - d')$$

➤ Contrainte de l'acier tendu

$$\sigma_s = n \cdot K \cdot (d - y_1)$$

Avec la contrainte limite du béton comprimé à l'ELS

$$\bar{\sigma}_{hc} = 0.6 * f_{c28}$$

En ce qui concerne l'acier, aucune vérification particulière n'est requise en dehors des conditions de non fragilité car la fissuration est non préjudiciable.

### III-4°) Exemple de calcul : l'appui 4 de la poutre 9 :

**Largeur de la poutre :**

$$b = 40 \text{ cm}$$

**Hauteur :**  $l/16 \leq h \leq l/12$

Plus grande travée:  $l = 10.5 \text{ m} \Rightarrow 65.6 \text{ cm} \leq h \leq 87.5 \text{ cm}$

Pour toute la poutre la hauteur est fixée à

$$h = 70 \text{ cm}$$

$$d = 0.9 * h = 63 \text{ cm}$$

$$d' = 0.1 * h = 7 \text{ cm}$$

**Sollicitations**

$$M_{i,j} = -1090,54 \text{ KN.m}$$

$$M_{ser} = -793,51 \text{ KN.m}$$

**Matériaux :**

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$\gamma_b = 1,5$$

➤ Calcul des aciers longitudinaux

$$f_{bu} = 0,85 \cdot \frac{f_{c,28}}{\theta \cdot \gamma_b} = 0,85 \cdot \frac{25}{1,5} = 14,17 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_c}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 347,82 \text{ MPa}$$

$$f_{t,28} = 0,6 + 0,06 \cdot f_{c,28} = 0,6 + 0,06 \cdot 25 = 2,1 \text{ MPa}$$

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} = \frac{109056}{79351} = 1,374$$

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{b_0 \cdot d^2 \cdot f_{bu}} = \frac{1,09056}{0,40 \cdot 0,63^2 \cdot 14,17} = 0,485$$

Moment réduit ultime

$$\mu_{lu} = (3440 \cdot \theta \cdot \gamma + 49 \cdot \frac{f_{c,28}}{\theta} - 3050) \cdot 10^{-4} = (3440 \cdot 1,374 + 49 \cdot \frac{25}{1} - 3050) \cdot 10^{-4} = 0,290$$

$\mu_{bu} > \mu_{lu}$  : il faut donc prévoir des aciers comprimés.

Moment ultime limite

$$M_{lu} = \mu_{lu} \cdot b_0 \cdot d^2 \cdot f_{bu} = 0,290 \cdot 0,40 \cdot 0,63^2 \cdot 14,17 = 0,653 \text{ KN.m}$$

### Contrainte de compression équivalente des aciers comprimés

$$\sigma_{sc} = 9 \cdot \gamma_s \cdot f_{yk} - 0.9 \cdot \delta \cdot (1.3 \cdot f_{yk} + 415) K \leq 348 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sc} = 9 \cdot 1.374 \cdot 25 - 0.1 \cdot (1.3 \cdot 25 + 415) \cdot 1 = 235.22 \text{ MPa}$$

### Aciers comprimés

$$A'_s = \frac{M_u - M_{lim}}{(d-d')\sigma_{sc}} = \frac{1.09056 - 0.653}{(0.63 - 0.07) \cdot 235.22} = 0.003322 \text{ m}^2$$

$$A'_s = 33.22 \text{ cm}^2$$

$$\alpha_s = 1.25 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{lim}}) = 1.25 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.290}) = 0.44$$

$$Z_{lim} = d(1 - 0.4 \alpha_s) = 0.63 \cdot (1 - 0.4 \cdot 0.44) = 0.52 \text{ m}$$

### Aciers tendus

$$A_s = \frac{M_u}{Z_{lim} \cdot f_{cd}} + A'_s \frac{\sigma_{sc}}{f_{cd}} = \frac{0.653}{0.52 \cdot 347.83} + 0.003322 \cdot \frac{235.22}{347.83} = 0.005863 \text{ m}^2$$

$$A_s = 58.63 \text{ cm}^2$$

Appuis	2	3	4	5
$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )	0	32.23	33.22	0
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	29.22	57.97	58.63	24.58

Travées	1	2	3	4	5
$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )	0	0	41.8	0	0
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	21.5	3	64.6	3	22.8

Tableaux 7 : Sections d'acier calculées de la poutre 9

Travées	1	2	3	4	5
$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )			12HA20+ 2HA16		
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	10HA16+ 2HA10	2HA14	18HA20+ 4HA16	2HA14	10HA16+ 2HA12

Tableau 8 : Choix des aciers des travées de la poutre 9

Travées	1	2	3	4	5
$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )			41.72		
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	21.68	3.08	64.59	3.08	22.37

Tableau 9 : Sections réelles des aciers des travées de la poutre 9

Appuis	2	3	4	5
$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )		0	0	
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	31.22	16.25	16.91	24.85

Tableau 10 : Sections réduites sur appuis de la poutre 9

**N.B :** Au niveau des appuis, pour diminuer la section d'acier, il faut prendre en compte la section d'acier de travée qui est prolongée au-delà du nu d'appui.

Appuis	2	3	4	5
A's (cm <sup>2</sup> )		0	0	
A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	14HA16+ 2HA14	7 HA 16 + 2 HA 14	7 HA 16+ 2 HA 14	7HA16+ 7HA14

Tableau 11 : Choix des aciers sur appuis de la poutre 9

### ➤ Vérification des contraintes à l'ELS de l'appui 4

#### Position de l'axe neutre

$$\frac{h_0 \cdot y_1^2}{2} + n \cdot (A + A') \cdot y_1 - n \cdot (A \cdot d + A' \cdot d') = \frac{40 \cdot y_1^2}{2} + 15 \cdot (58.81 + 33.73) \cdot y_1 - 15 \cdot (58.81 \cdot 63 + 33.73 \cdot 7) = 0$$

la résolution de cette équation du second degré donne :

$Y_1 = 29.8 \text{ cm}$

#### Moment d'inertie

$$I_1 = \frac{h_0 \cdot y_1^3}{3} + n \cdot A' \cdot (y_1 - d')^2 + n \cdot A \cdot (d - y_1)^2 = \frac{40 \cdot 29.8^3}{3} + 15 \cdot 33.73 \cdot (29.8 - 7)^2 + 15 \cdot 58.81 \cdot (63 - 29.8)^2 = 1588201.96 \text{ cm}^4$$

#### Contraintes

D'où les contraintes en posant

$$K = \frac{M_{ser}}{I_1} = \frac{793.51}{1588201.96} = 49962.78 \text{ KN/m}^3$$



---

Contrainte de compression du béton

$$\sigma_{bc} = K \cdot y_1 = 49962.78 \cdot 0.298 = 14888.9 \text{ KN/m}^2$$

avec la contrainte limite du béton comprimé

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0.6 \cdot f_{c28} = 15000 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{bc} \leq \bar{\sigma}_{bc} \quad \text{OK}$$

**Remarque :** la méthode développée par Perchât en fissuration peu préjudiciable permet de s'affranchir de la vérification de la contrainte de béton en l'ELS.

Voir la page suivante pour les autres vérifications de contrainte de la poutre 9.

	h	b	A'	A	Y1	I1	Mser	K	$\sigma_{bc}$	$\sigma_{bc} \leq \sigma_{lim}$
Appui1	70	40	0	31,22	28,44	866044,224	398,2	45979,1762	13076,4777	bon
Appui2	70	40	0	31,22	28,44	866044,224	398,2	45979,1762	13076,4777	bon
Appui3	70	40	32,16	58,81	30	1575850,95	784,09	49756,6093	14926,9828	bon
Appui4	70	40	33,73	58,81	29,8	1588201,96	793,51	49962,7895	14888,9113	bon
Appui5	70	40	0	24,85	26,2	744589,333	342,97	46061,6322	12068,1476	bon

Tableau 10 : Vérification des contraintes sur appuis de la poutre 9

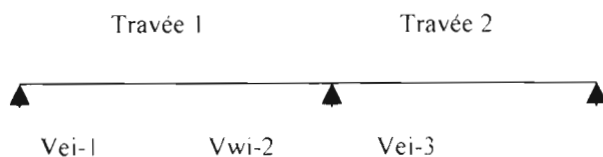
	h	b	A'	A	Y1	I1	Mser	K	$\sigma_{bc}$	$\sigma_{bc} \leq \sigma_{lim}$
travée1	70	40	0	21,68	24,9	677906,892	304,38	44899,9713	11180,0929	bon
travée2	70	40	0	3,08	10,9	142672,795	28,01	19632,3342	2139,92443	bon
travée3	70	40	41,72	64,59	29,8	1746068,99	876,28	50185,875	14955,3907	bon
travée4	70	40	0	3,08	10,9	142672,795	171,57	120254,18	13107,7056	bon
travée5	70	40	0	22,37	25,18	692820,559	320,11	46203,8829	11634,1377	bon

Tableau 10 : Vérification des contraintes sur travées de la poutre 9

## IV °) CALCUL DES ARMATURES TRANSVERSALES

### IV-1°) Efforts tranchants sur appuis

Dans une poutre, l'effort tranchant est maximal au voisinage des appuis. Par conséquent, il est tout à fait sécuritaire de considérer les efforts tranchants sur appuis pour dimensionner les armatures transversales sur toute la poutre. Cependant, pour chaque appui, il existe 2 valeurs différentes d'efforts tranchants :  $V_{wi}$  et  $V_{ci}$ . Ce qui implique que pour chaque travée il existe également 2 valeurs.



Le calcul des armatures transversales se fera avec  $V_{ei1}$  à gauche de la travée et avec  $V_{wi2}$  à droite de la travée.

### IV-2) Effort tranchant réduit :

Pour tenir compte du fait de la transmission directe des efforts aux appuis.

$$V_{uo} = V_{u\max} - \rho_u \cdot \frac{5 \cdot h}{6}$$

**IV-3°) Vérification du béton**

Contrainte tangente conventionnelle

$$\tau_{uo} = \frac{V_{uo}}{b.d}$$

Vérification

$$\tau_{lim} = \min\left(0.2 \cdot \frac{f_{cj}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa}\right)$$

$\tau_{uo} \leq \tau_{lim}$  : OK : calculer les armatures d'âme.

**IV-4°) Armatures d'âme****IV-4-1°) Pourcentage d'armatures d'âme**

$$\frac{A_t}{b.S_t} \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \geq \frac{\tau_u - 0.3 \cdot k \cdot f_{tj}}{0.9 \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

Pour l'ensemble des poutres

$$\alpha = 90^\circ$$

$K = 1$  car les poutres sont soumises à des flexions simples

$$f_{t28} = 2.1 \text{ MPa}$$

Le pourcentage d'armatures transversales

$$\Rightarrow \frac{A_t}{S_t} \geq \frac{(\tau_u - 0.3 \cdot K \cdot f_{tj}) \cdot \gamma_s \cdot b}{0.9 \cdot f_e \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

Mais si  $\tau_{uo} > \tau_{lim}$ , il existe trois possibilités :

➤ Augmenter la largeur de la poutre.

➤ Créer sur l'appui un gousset qui aura pour rôle de réduire  $\tau_{uo} = \frac{V_{uo}}{b.d}$

par l'augmentation de « d », donc de « h ».

- Incliner les armatures d'âme. L'angle d'inclinaison doit être compris entre  $45^\circ$  et  $90^\circ$ .

$$\varphi_t = \frac{A_t}{S_t} \geq \frac{(\tau_u - 0.3 \cdot K \cdot f_{tj}) \cdot \gamma_s \cdot b}{0.9 \cdot f_e \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$\varphi_t$  est minimal pour  $f(\alpha) = (\sin \alpha + \cos \alpha)$ .  $\sin \alpha$  maximal

d'où,  $f'(\alpha) = 2 \sin \alpha \cos \alpha + \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$

$$= \sin 2\alpha + \cos 2\alpha = 0$$

$$\Rightarrow 2\alpha = -\frac{\pi}{4} + k\pi \Rightarrow \alpha = -\frac{\pi}{8} + k \cdot \frac{\pi}{2}$$

$k = 0 \Rightarrow \alpha = -\pi/8 < 0 < 45^\circ$  donc inacceptable

$k = 1 \Rightarrow \alpha = 3\pi/8 = 67.5^\circ$  compris entre  $45^\circ$  et  $90^\circ$  OK

$k = 2 \Rightarrow \alpha = 7\pi/8 = 157.5^\circ > 90^\circ$  donc inacceptable

L'extremum est donc obtenu à  $\alpha = 67.5^\circ$  et on a par conséquent :

$$|\varphi_t|_{\min} \Leftrightarrow \boxed{\alpha = 67.5^\circ}$$

Puisque les armatures sont alors inclinées, la nouvelle valeur de contrainte tangentielle limite s'obtient en fissuration peu préjudiciable par :

$$\tau_{\text{lim}} = \min \left\{ \left( 0.34 - 0.07 \cdot \frac{\alpha^\circ}{45^\circ} \right) \frac{f_{ctj}}{\gamma_b}; \left( 9 - 2 \cdot \frac{\alpha^\circ}{45^\circ} \right) MPa \right\}$$

**Conclusion :**

Dans ce projet, il sera retenu la première solution : la création de goussets.  
Ce choix se justifie par le fait que la réalisation, sur le chantier, de l'inclinaison n'est pas sans difficultés pour les ouvriers. Le choix d'une telle méthode nécessiterait un suivi permanent et rigoureux lors du façonnage des aciers.

**IV-4-2°) Pourcentage minimal d'armatures**

$$\frac{A_t}{b \cdot S_t} \cdot f_c \geq 0.4 MPa$$

$$\Rightarrow \frac{A_t}{S_t} \geq \frac{0.4 \cdot b}{f_c}$$

**IV-4-3°) Diamètre des armatures transversales**

$$\phi_t \leq \text{Min}(\phi_l; \frac{h}{35}; \frac{b}{10})$$

**IV-4-4°) Espacement maximal**

$S_t \leq \text{Min}(0.9 \cdot d; 40 \text{ cm}; 15\phi_l)_{\text{min}}$  si  $A' \neq 0$  réalisé avec des aciers de diamètre  $\phi_l$

**IV-5°) Exemple de calcul**

Soit la travée 3 de la poutre 9 :

$$V_u = 869.91 \text{ KN}$$

Effort tranchant réduit

$$V_{uo} = V_{u \text{ max}} - p_u \cdot \frac{5 \cdot h}{6} = 869.91 - 164.98 \cdot \frac{5 \cdot 0.7}{6} = 773.67 \text{ KN/m}^2$$

## Vérification du béton

### *Contrainte tangente conventionnelle*

$$\tau_{uo} = \frac{V_{uo}}{b \cdot d} = \frac{773.67}{0.40 \cdot 0.9 \cdot 0.70} = 3070.147 \text{ KN/m}^2$$

### *Vérification*

$$\tau_{lim} = \min\left(0.3 \cdot \frac{f_{cj}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa}\right) = \min\left(0.3 \cdot \frac{25}{1.5} * 1000; 5000 \text{ KN/m}^2\right) = 3333.33 \text{ KN/m}^2$$

$\Rightarrow \tau_{uo} < \tau_{lim}$  : la section est convenable pour reprendre les efforts tranchants.

### *Pourcentage d'armature d'âme*

$$\Rightarrow \frac{A_t}{S_t} \geq \frac{(\tau_u - 0.3 \cdot K \cdot f_{ly}) \cdot \gamma_s \cdot b}{0.9 \cdot f_c} = \frac{(3070.147 - 0.3 \cdot 2100) \cdot 1.15 \cdot 40}{0.9 \cdot 400000} = 0.311 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

### *Pourcentage minimal d'armature d'âme*

$$\Rightarrow \frac{A_t}{S_t} \geq \frac{0.4 \cdot b}{f_c} = \frac{0.4 \cdot 40}{400000} = 0.04 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

### *Diamètre des armatures transversales*

$$\phi_t \leq \text{Min}\left(\phi_l; \frac{h}{35}; \frac{b}{10}\right)$$

Dans cette formule,  $\phi_l$  à considérer est le diamètre minimal des aciers choisis de la travée 3.

$$\phi_{l\min} = 16 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \phi_l \leq \text{Min}(\phi_l; \frac{h}{35}; \frac{b}{10}) = \min(16, \frac{700}{35}, \frac{400}{10}) = 16 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{il sera retenu } \boxed{\phi_l = 8 \text{ mm}}$$

### Espacement minimal

$$\Rightarrow A_t = 6 * 0.50 = 3.02 \text{ cm}^2$$

$$\boxed{A_t = 3.02 \text{ cm}^2}$$

$$\frac{A_t}{S_t} \geq 0.311 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow S_{t0} &= A_t / 3.02 \\ &= 9.68 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\boxed{S_{t0} = 9.68 \text{ cm}}$$

### Espacement maximal

$$S_t \leq \text{Min}(0.9 * d ; 40 \text{ cm}) = \min(56.7 ; 40 \text{ cm}) = 40 \text{ cm}$$

$$S_{t0} < S_{t\max}: \text{OK}$$



Poutre 9	(-)Vei	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérificati	At/St	At/St r	AT	Sto	Stmax	Sto final
travée1	348,3592	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	263,93526	1047,3621	3333,3	bon	0,0533296	0,04	2,26	42,377961	40	40
travée2	373,16312	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	288,73919	1145,7904	3333,3	bon	0,0659066	0,04	3,02	45,822453	24	24
travée3	865,51023	100,5125	19,53	164,98688	0,4	0,7	769,26788	3052,6503	3333,3	bon	0,3095609	0,04	3,02	9,7557548	15	9,7557548
travée4	381,68952	64,79	11,16	104,2065	0,4	0,7	320,90239	1273,4222	3333,3	bon	0,0822151	0,04	3,02	36,73293	15	15
travée5	512,70293	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	428,279	1699,5198	3333,3	bon	0,1366609	0,04	2,26	16,537287	40	16,537287

Poutre 9	Vwi	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérificati	At/St	At/St r	AT	Sto	Stmax	Sto final
travée1	525,3581	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	440,93417	1749,7388	3333,3	bon	0,1430777	0,04	2,26	15,79561	40	15,79561
travée2	533,06402	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	448,64008	1780,3178	3333,3	bon	0,146985	0,04	3,02	20,546307	24	20,546307
travée3	869,91939	100,5125	19,53	164,98688	0,4	0,7	773,67704	3070,147	3333,3	bon	0,3117966	0,04	3,02	9,6858028	15	9,6858028
travée4	100,33561	64,79	11,16	104,2065	0,4	0,7	39,548488	159,53844	3333,3	bon	0,060447	0,04	4,02	100,3	15	15
travée5	356,89972	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	272,47579	1081,2531	3333,3	bon	0,0576601	0,04	2,26	39,1952	40	39,1952

Tableau12 : Calcul des armatures transversales de la poutre 9

Vei, Vwi et Vuo en KN

G et Q en KN/ml

b et h en mètres

$\tau_{uo}$  et  $\tau_{lim}$  en KN/m<sup>2</sup>

St en cm

N.B.: Un schéma de ferrailage de la poutre 9 est proposé en annexe IV-2

Sto obtenu avec Vei s'applique sur la 1/2 portée de gauche de chaque travée

Sto obtenu avec Vwi s'applique sur la 1/2 portée de droite de chaque travée

---

## TROISIEME PARTIE

### DIMENSIONNEMENT DES POTEAUX ET D'UN VOLET DE L'ESCALIER

#### I°) CALCUL DES POTEAUX

##### I-1°) Sollicitation des poteaux

La sollicitation d'un poteau est obtenue en faisant la somme des réactions d'appui qui s'appliquent sur le poteau considéré. La combinaison à considérer est l'E.L.U. De plus, les poteaux sont dimensionnés à la compression centrée. Ce qui suppose que tout poteau est sollicité par un effort normal de compression  $N$  et par des moments n'intervenant pas dans les calculs de stabilité et de résistance des éléments qui lui sont liés lorsque les excentricités sont faibles.

##### I-2°) Dimensions des poteaux

Certains poteaux ont leurs dimensions qui sont quasiment imposées par l'architecture du bâtiment. Il s'agit par exemple des poteaux P13, P14, P18, P19 qui sont circulaires et qui ne sont pas noyés dans la maçonnerie.

Pour les autres, les dimensions finales résultent des conditions de limitation par l'effort normal limite théorique  $N_{ultim}$ .

### **I-3°) Dimensionnement proprement dit**

#### **I-3-1°) Longueur ( $l_0$ )**

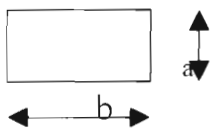
La longueur  $l_0$  d'un poteau est la distance verticale séparant la face supérieure du plancher portant le poteau et la face supérieure du plancher le coiffant. Les poteaux du RDC sont longs de 4,15 m. Ceux de la mezzanine, du 1<sup>er</sup> étage et des étages courants ont une longueur de 3,5 m.

#### **I-3-2°) Longueur de flambement ( $l_f$ )**

Les poutres sont supposées plus raides que les poteaux ; la longueur de flambement a donc pour expression  $l_f = 0,7 * l_0$

#### **I-3-3°) Élanement ( $\lambda$ )**

Les deux formes de poteaux rencontrées dans ce bâtiment sont la forme circulaire et la forme rectangulaire.



- section rectangulaire

- section circulaire

$$\lambda = \text{Max} \left( \frac{l_f \sqrt{12}}{a}, \frac{l_f \sqrt{12}}{b} \right)$$

$$\lambda = \frac{4 \cdot l_f}{a}$$

**I-3-4°) Facteur réducteur  $\alpha$** 

$$\frac{0.85}{\alpha} = \beta = 1 + 0.2 \cdot \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2 \quad \text{si } \lambda \leq 50$$

$$\frac{0.85}{\alpha} = \beta = 0.85 \cdot \frac{\lambda^2}{1500} \quad \text{si } 50 < \lambda \leq 70$$

**I-3-5°) Les armatures**

Les aciers doivent équilibrer :  $N_s = k \cdot \beta \cdot N_u - N_b$

$$\text{avec } \begin{cases} N_b = \theta \cdot B_r \cdot f_{bu} / 0,9 \\ B_r = (a-2\text{cm})(b-2\text{cm}) \text{ pour section rectangulaire} \\ \quad = \pi \cdot (a-2\text{cm})^2 / 4 \text{ pour section circulaire} \\ k = 1 \end{cases}$$

$$A = \frac{N_s \cdot \gamma_s}{0,85 \cdot f_c}$$

la section d'acier longitudinale

les sections extrêmes :  $A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$

$$A_{\min} = \text{Max} ( 4 \text{ cm}^2/\text{m de périmètre} ; 0,2 \cdot B/100 )$$

$$A_{\max} = 5 \cdot B/100$$

Vérification :

$$N_u \leq N_{ulim} = \alpha \left[ \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_s} + A \cdot \frac{f_s}{\gamma_s} \right]$$

**I-3-6°) Dispositions constructives**

Sur chaque face, on doit vérifier

$$C \leq \text{Min} ( 40 \text{ cm} ; a + 10 \text{ cm} )$$

C : écart entre 2 barres longitudinales voisines

**I-3-7°) Armatures transversales**

$$\Phi_t \cong \Phi_l / 3$$

$$\Phi_t \leq 12 \text{ mm}$$

**Espacement des barres transversales**

- **en zone courante** ( hors recouvrement )

$$s_t \leq \text{Min} ( 40 \text{ cm} ; a + 10 \text{ cm} ; 15\Phi_{\text{min}} )$$

où a = plus petite dimension transversale dans le plan de flambement.

$$\Phi_{\text{min}} : \text{pour } A \geq A_{\text{min}}$$

- **en zone de recouvrement**

$$\text{longueur de recouvrement } l_r = 0,6.l_s$$

$$\text{avec } l_s = 40 \Phi \text{ pour HA Fe E 400}$$

dans les zones où il y' a plus de la moitié des barres en recouvrement il faut prévoir 3 nappes d'armatures transversales.



**1-4°) Exemple de calcul**

Soit le poteau circulaire P14

Au RDC,  $N_u = 3030.75 \text{ KN}$

$$L_o = 4,15 \text{ m}$$

Diamètre  $D^* = 0,50 \text{ m}$

$$L_f = 0,7 * 4,15 = 2,905 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{4 * 2,905}{0,5} = 23,24 \leq 50$$

$$\frac{0,85}{\alpha} = \beta = 1 + 0,2 * \left(\frac{23,24}{35}\right)^2 = 1,088$$

$$\alpha = 0,781$$

$$B_r = \pi * (D - 0,02)^2 / 4 = 0,18 \text{ m}^2$$

$$f_{bu} = 14,2 \text{ MPa}$$

$$N_s = 1,088 * 3,03075 - 1 * 0,18 * 14,2 / 0,9 \\ = 0,444$$

$$A = \left(\frac{0,444 * 1,15}{0,85 * 400}\right) * 10000 = 15,03 \text{ cm}^2 \quad A_{\min} ?$$

$$\text{périmètre} = \pi * D = \pi * 0,5 = 1,57 \text{ m}$$

$$4 * 1,57 = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$B = \pi * D^2 / 4 = 0,196 \text{ m}^2$$

$$0,2 * 1962,5 / 100 = 3,925 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow A_{\min} = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} ?$$

$$A_{\max} = 5 * 1962,5 / 100 = 98,125 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} \leq A \leq A_{\max} : \text{ok}$$

Vérification

$$N_{ulim} = 0,781 * \left[ \frac{0,18 * 25}{0,9 * 1,5} + 15,03 * \frac{400}{11500} \right] = 3,01163 MN = 3011,63 KN$$

$N_u \leq N_{ulim}$  : ok la section A convient.

\*Au cas où la condition n'est pas respectée il faut d'abord fixer  $A = A_{max}$  et si ça ne passe toujours pas, il faut alors augmenter la section du poteau. Ce fut le cas du poteau P14 qui avait initialement un diamètre de 40 cm.

Choix des aciers : 3 HA 16 + 3 HA 20 = 15,45 cm<sup>2</sup>

Disposition constructive

C ?

Enrobage = 2 cm

Périmètre =  $\pi * (D - 0,04) = \pi * 0,46 = 1,44m$

$C = P/7 = 144/7 = 20,6 \text{ cm} \leq 40 \text{ cm}$  : ok

Armatures transversales

$\Phi_1 / 3 = 20 / 3 = 6,66 \text{ mm} \leq 12 \text{ mm}$

choix des aciers : 1 HA 6

A la mezzanine, le même poteau est caractérisé par :

$N_u = 2627,4 \text{ KN}$

$l_0 = 3,15 \text{ m}$

$a = 0,50 \text{ m}$

$l_f = 2,205 \text{ m}$

$\lambda = 17,64$

$\beta = 1,05$

$\alpha = 0,8$

$N_s = - 0,093$

En principe il n'est pas nécessaire de prévoir des aciers, mais il sera retenu

$A_{s \text{ min}}$

$\Rightarrow A_s = 6,28 \text{ cm}^2$

Choix des aciers :  $3 \text{ HA } 14 + 3 \text{ HA } 12 = 8.01 \text{ cm}^2$

armatures transversales

$\Phi_1 / 3 = 12 / 3 = 4 \text{ mm}$ , soit 1 HA 6  $\leq 12 \text{ mm}$

Le recouvrement

$l_s = 40. \Phi = 40 * 12 = 480 \text{ mm}$

$l_r = 0,6.l_s = 288 \text{ mm}$

En zone courante :  $St = \min ( 40 \text{ cm}, a+10, 15\Phi ) = 30 \text{ cm}$

Le schéma de ferrailage du poteau P14 est en annexe V-2.

## II°) CALCUL DE L'ESCALIER

### II-1°) Architecture de l'escalier

Les caractéristiques de l'escalier sont lues dans les plans d'architectures.

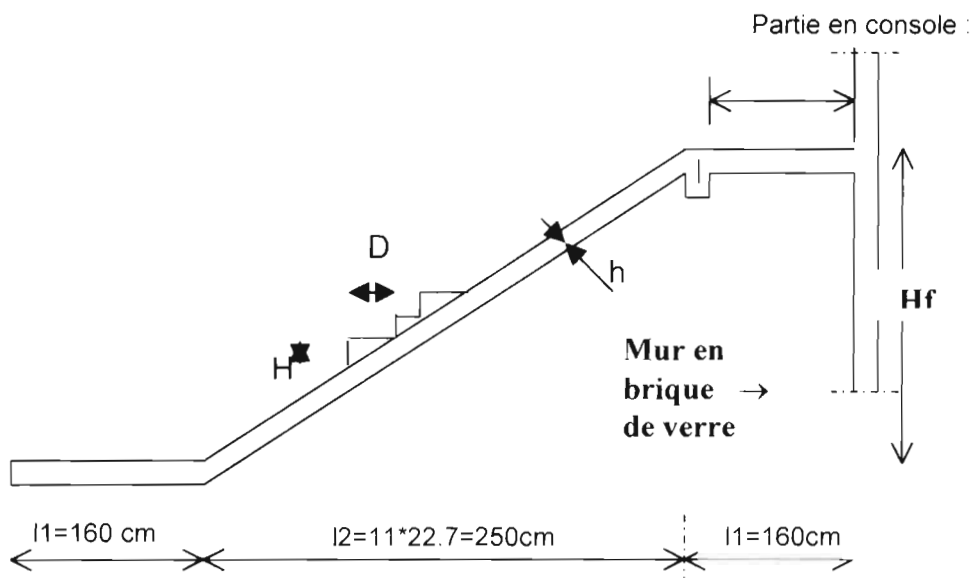
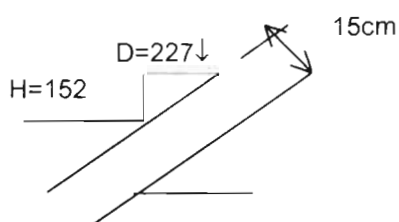


Figure 10 : Caractéristiques de l'escalier

### II-2°) Données



$$\text{tg } \alpha = 152 / 227 = 0.6692$$

$$\Rightarrow \alpha = 33.8^\circ$$



$$q = 2.5 \text{ KN/m}^2$$

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$$

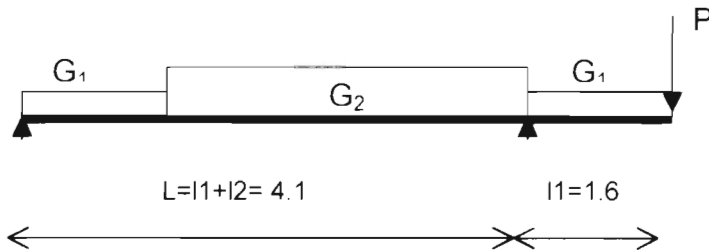
$$\text{acier, } f_e = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Epaisseur de la paillasse } h = 15 \text{ cm}$$

### II-3°) Calcul des sollicitations

L'escalier se dimensionne comme une poutre de largeur 1.00 m.

Dans le cas d'espèce, il est schématisé comme suit :



La travée L reprend 2 chargements différents :

$G_1$  : charge permanente du palier

$G_2$  : charge permanente de la paillasse

Cependant, par souci de simplification il lui sera appliqué la charge maximale qui est  $G_2$ .

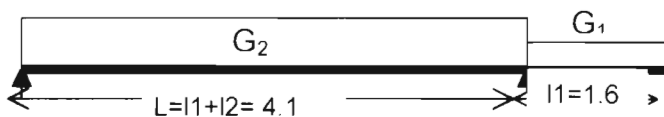
$P$  : charge ponctuelle apportée par la maçonnerie

Selon Henry THONIER dans « Le projet de béton armé » :

$$G_1 = \gamma * h$$

$$G_2 = \frac{\gamma}{\cos \alpha} * (h + \frac{H}{2})$$

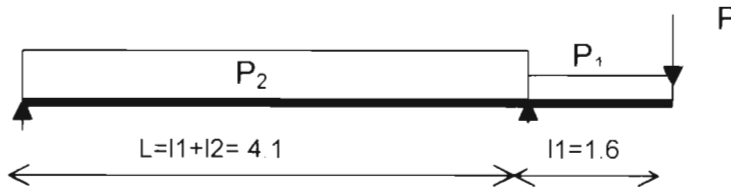
avec  $\gamma$  : poids volumique du béton.



Hypothèse : le calcul des sollicitations se fera à l'aide de la méthode de Caquot.

➤ **Moment maximal sur appui**

Pour obtenir le moment maximal sur l'appui B, les travées L et l1 sont chargées.



Le mur en brique de verre apporte une charge au palier dont la valeur est estimée à  $4.7 \text{ KN/m}^2$

$$G1 = \gamma \cdot h + 4.7$$

$$= 25 \cdot 0.15 + 4.7$$

$$G1 = 8.45 \text{ KN/m}^2$$

$$G2 = \frac{\gamma}{\cos \alpha} \cdot \left( h + \frac{H}{2} \right)$$

$$G2 = 6.8 \text{ KN/m}^2$$

$$P1 = 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot Q = 1.35 \cdot 8.45 + 1.5 \cdot 2.5 = 15.15 \text{ KN/m}^2$$

$$P2 = 1.35 \cdot G2 + 1.5 \cdot Q = 1.35 \cdot 6.8 + 1.5 \cdot 2.5 = 12.93 \text{ KN/m}^2$$

$$P = 18 \text{ KN/m}^3 \cdot 1.85 \text{ m} \cdot 0.10 \text{ m} = 3.33 \text{ KN}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1 \cdot 0.15^3}{12} = 0.000281 \text{ m}^4$$

$$K_e = \frac{I}{l_e^3} = \frac{0.000281}{0.8 \cdot 1.6^3} = 0.00022 \text{ m}^3$$

$$M_i = \frac{p_w \cdot l_w^3 + p_e \cdot l_e^3}{8.5(l_w + l_e)} + \frac{\sum K_w \cdot p_w \cdot l_w^2 + \sum K_e \cdot p_e \cdot l_e^2}{l_w + l_e}$$

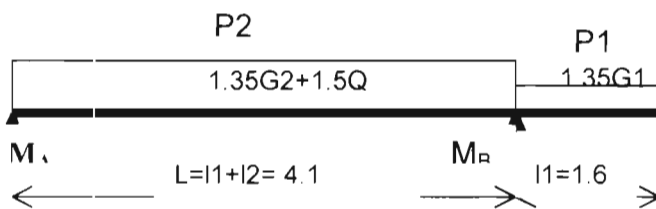
$$M_B = - \left( \frac{12.93 \cdot 4.1^3 + 15.15 \cdot 1.6^3}{8.5(4.1 + 1.6)} + \frac{0.00022 \cdot 3.33 \cdot 1.28^2}{1.28} \right) = -19.67 \text{ KN.m}$$

$$M_B = -19.67 \text{ KN.m}$$

➤ Le moment max. en travée :

( la démarche qui suit, est détaillée au paragraphe relatif au calcul des poutres continues du radier )

Il s'obtient en chargeant la travée L et en déchargeant la travée II



$$P1 = 1.35 * G1 = 11.4 \text{ KN/m}^2$$

$$P2 = 1.35G2 + 1.5Q = 12.93 \text{ KN/m}^2$$

$$M_A = 0$$

$$M_B = - \left( \frac{12.93 * 4.1^3 + 11.4 * 1.6^3}{8.5(1.6 + 4.1)} + \frac{0.00022 * 3.33 * 1.28^2}{1.28} \right) = -19.36 \text{ KN.m}$$

Point où le moment est maximal

$$x_0 = \frac{l}{2} + \frac{M_e - M_w}{P * l}$$

$$x_0 = \frac{4.1}{2} + \frac{-19.36}{12.93 * 4.1} = 1.68 \text{ m}$$

Moment maximal en travée

$$M_{I_{\max}} = \left( \frac{P \cdot l}{2} + \frac{M_e - M_w}{l} \right) \cdot x_0 - \frac{P}{2} \cdot x_0^2 + M_w$$

$$M_{I_{\max}} = \left( \frac{12.93 \cdot 4.1}{2} + \frac{-19.36 - 0}{4.1} \right) \cdot 1.68 - \frac{12.93}{2} \cdot 1.68^2 - 0 = 18.35 \text{ KN.m}$$

$$M_{I_{\max}} = 18.35 \text{ KN.m}$$

Les calculs à l'ELS donnent :

$$\begin{aligned} M_{B_{\text{ser}}} &= -14.15 \text{ KN.m} \\ M_{I_{\max \text{ ser}}} &= 10.6 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

## II-4°) Calcul des aciers

➤ Aciers sur appuis

Largeur de la poutre :

$$b = 100 \text{ cm}$$

Hauteur :

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$d = 0.9 \cdot h = 13.5 \text{ cm}$$

$$d' = 0.1 \cdot h = 1.5 \text{ cm}$$

### Sollicitations

$$M_u = -19.67 \text{ KN.m}$$

$$M_{ser} = -14.15 \text{ KN.m}$$

### Matériaux :

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$\gamma_b = 1,5$$

$$f_{bu} = 0.85 \cdot \frac{f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} = 0.85 \cdot \frac{25}{1.5} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.82 \text{ MPa}$$

$$f_{l28} = 0.6 + 0.06 \cdot f_{c28} = 0.6 + 0.06 \cdot 25 = 2.1 \text{ MPa}$$

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} = \frac{19.67}{14.15} = 1.39$$

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{b_0 \cdot d^2 \cdot f_{bu}} = \frac{0.01967}{1 \cdot 0.135^2 \cdot 14.17} = 0.0761$$

Moment réduit ultime

$$\mu_{lu} = (3440 \cdot \theta \cdot \gamma + 49 \cdot \frac{f_{c28}}{\theta} - 3050) \cdot 10^{-4} = (3440 \cdot 1.39 + 49 \cdot \frac{25}{1} - 3050) \cdot 10^{-4} = 0.295$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu}$  : pas d'aciers comprimés

$\mu_{bu} < 0.275 \Rightarrow$  il faut appliquer la méthode simplifiée

$$Z_b = d(1 - 0.6\mu_{bu}) = 0.135 * (1 - 0.6 * 0.0761) = 0.128 \text{ m}$$

$$A_u = \frac{M_u}{Z_b \cdot f_{ed}} = \frac{0.01967}{0.128 * 347.83} = 4.42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_{min} = 0.23 \frac{f_{t28}}{f_c} \cdot b_o \cdot d = 0.23 * \frac{2.1}{400} * 1 * 0.135 = 1.63 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$A_u > A_{min}$  : OK

$$A_u = 4.42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

➤ Aciers en travées

b	h	Mtu1	Mtser1	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	Zb	Au
1	0,15	18.35	10.6	1,73	0.0710	0.412	0,1293	0,000412

$$A_{tu} = 4.12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

➤ Choix des aciers :

Sur appui et en travée : 4 HA 12 = 4.52 cm<sup>2</sup>

---

## CONCLUSION

Dans cette étude, les effets du vent n'ont pas été prises en compte. Cela est dû au fait que la cage d'ascenseur qui n'a pas été calculée pour manques d'informations, intègre dans ses charges d'exploitation, les effets du vent.

Par ailleurs, du dimensionnement des autres ouvrages, il apparaît l'aspect pluridisciplinaire de l'étude béton armé d'un immeuble. En témoigne le recours à la mécanique des sols pour un pré dimensionnement du radier, l'application des calculs RDM au béton armé...

Cependant, au vu du temps consacré pour l'étude d'un seul bâtiment, l'utilisation de logiciels de calcul aussi bien pour l'étude structurale, que pour l'étude béton armé, s'avère plus que nécessaire pour le bon fonctionnement d'un BET.

Les résultats de cette étude ( plans de coffrage, sections d'armatures et schémas de ferrailage des différents ouvrages ) sont confinés en annexes.

En recommandations, il est conseillé :

L'utilisation d'un enduit grillagé sur les parois verticales comportant des ouvertures (portes et fenêtres) pour éviter les fissures liées aux concentrations de contraintes sur les angles.

Le radier étant encastrée à 1.00 m, la nappe se retrouve à 90 cm en dessous. La mécanique des sols impose une distance de 50 cm, mais pour se prémunir d'éventuels désagréments liés à la remontée de la nappe, il est suggéré de couler la dalle du radier sur un « sachet plastique » ou l'emploi d'un adjuvant dans le béton.

---

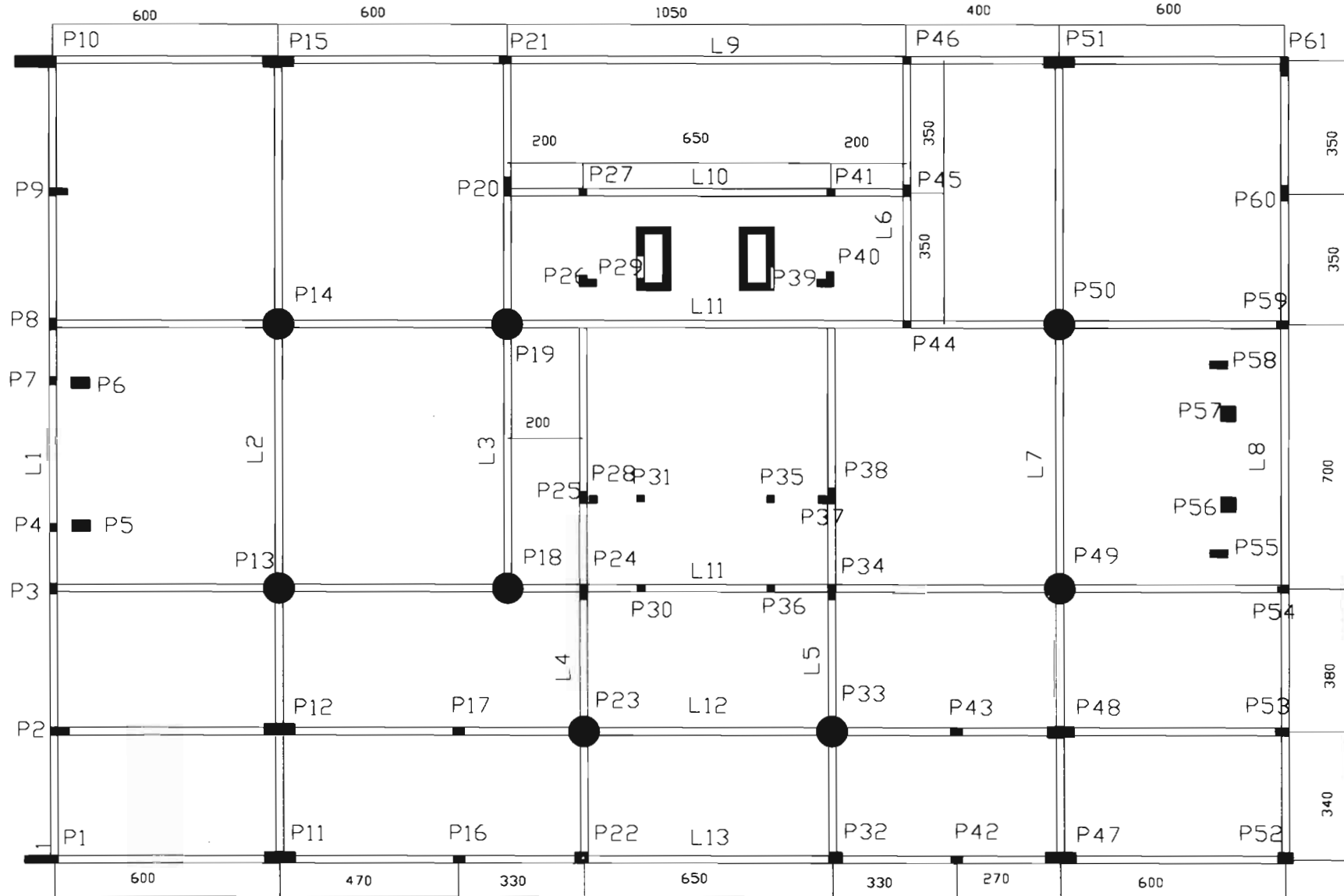
**BIBLIOGRAPHIE**

- [ 1 ] PERCHAT ,Jean ; ROUX Jean  
Pratique du BAEL  
Paris ;  
2<sup>ème</sup> édition
- [ 2 ] DERNEVILLE , Bruno .  
Cours de Béton armé II  
Ecole Supérieure Polytechnique  
Thiès  
Année 2002 ;
- [3] MOUGIN, Jean-Pierre  
Calcul des éléments simples de structure de bâtiments  
Paris ;  
Editions Eyrolles ; 1997
- [4] MOUGIN , Jean -Pierre  
Guide de calcul de béton armé  
Paris,  
Editions Eyrolles ; 1992
- [5] PAYE , Falla ;  
Cours de béton armé I ;  
Thiès  
Ecole supérieure Polytechnique, 2001
- [6] PERCHAT ,Jean  
Construction  
Paris ;  
Volume C4  
Technique de l'ingénieur ; 1996



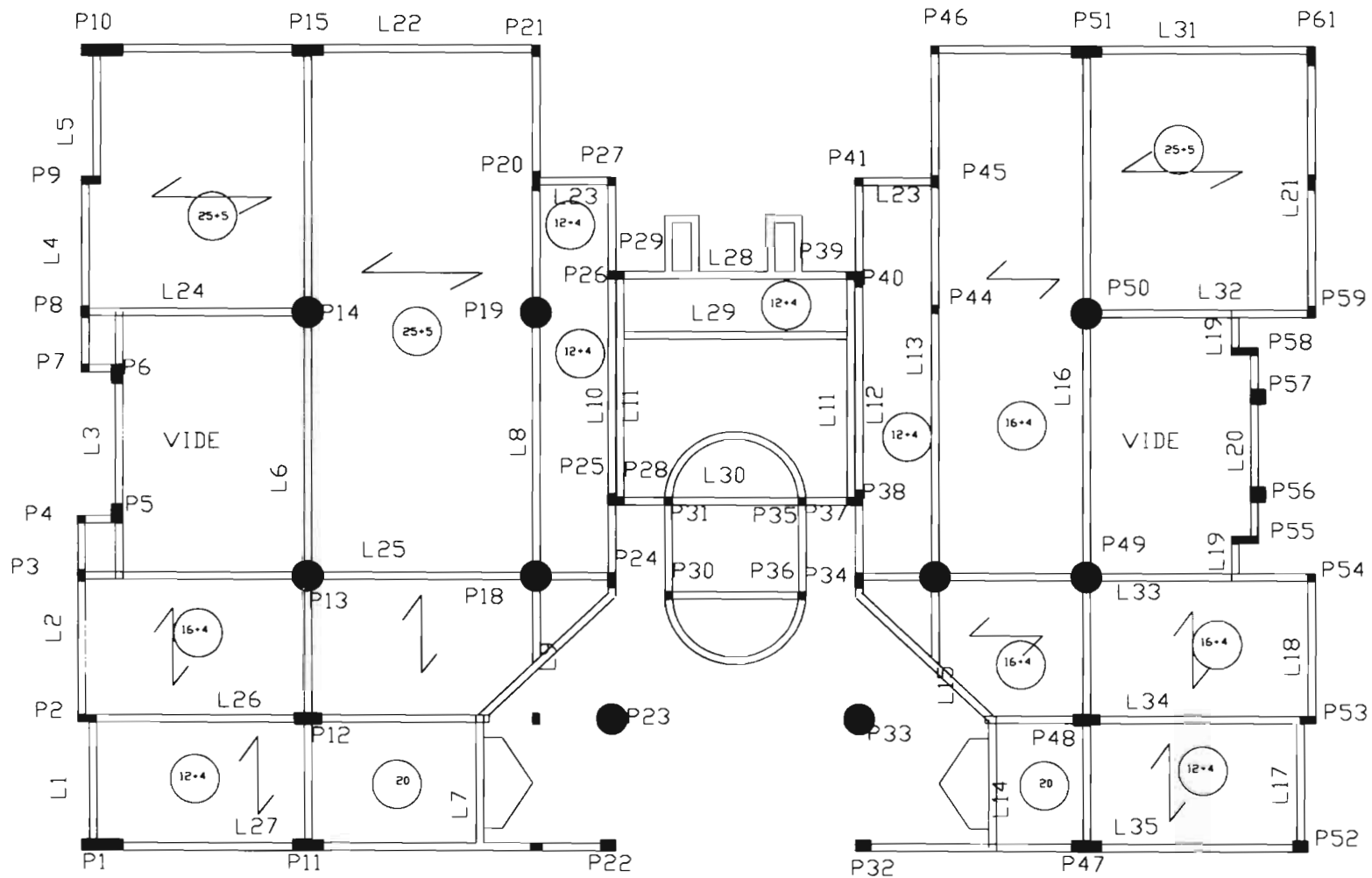
# ANNEXE 1

# ANNEXE I-1



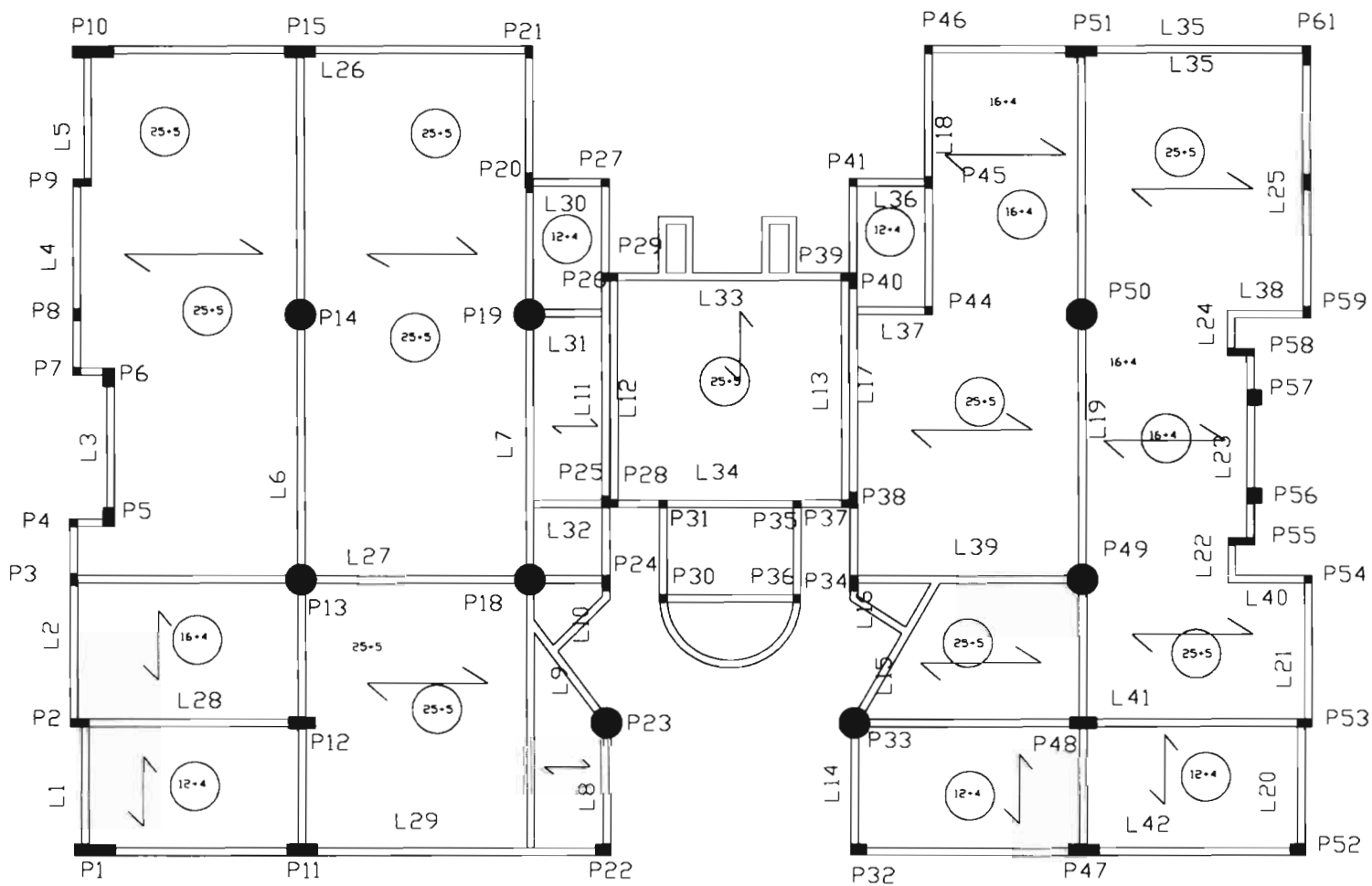
PLAN DE COFFRAGE RDC

ANNEXE I-2



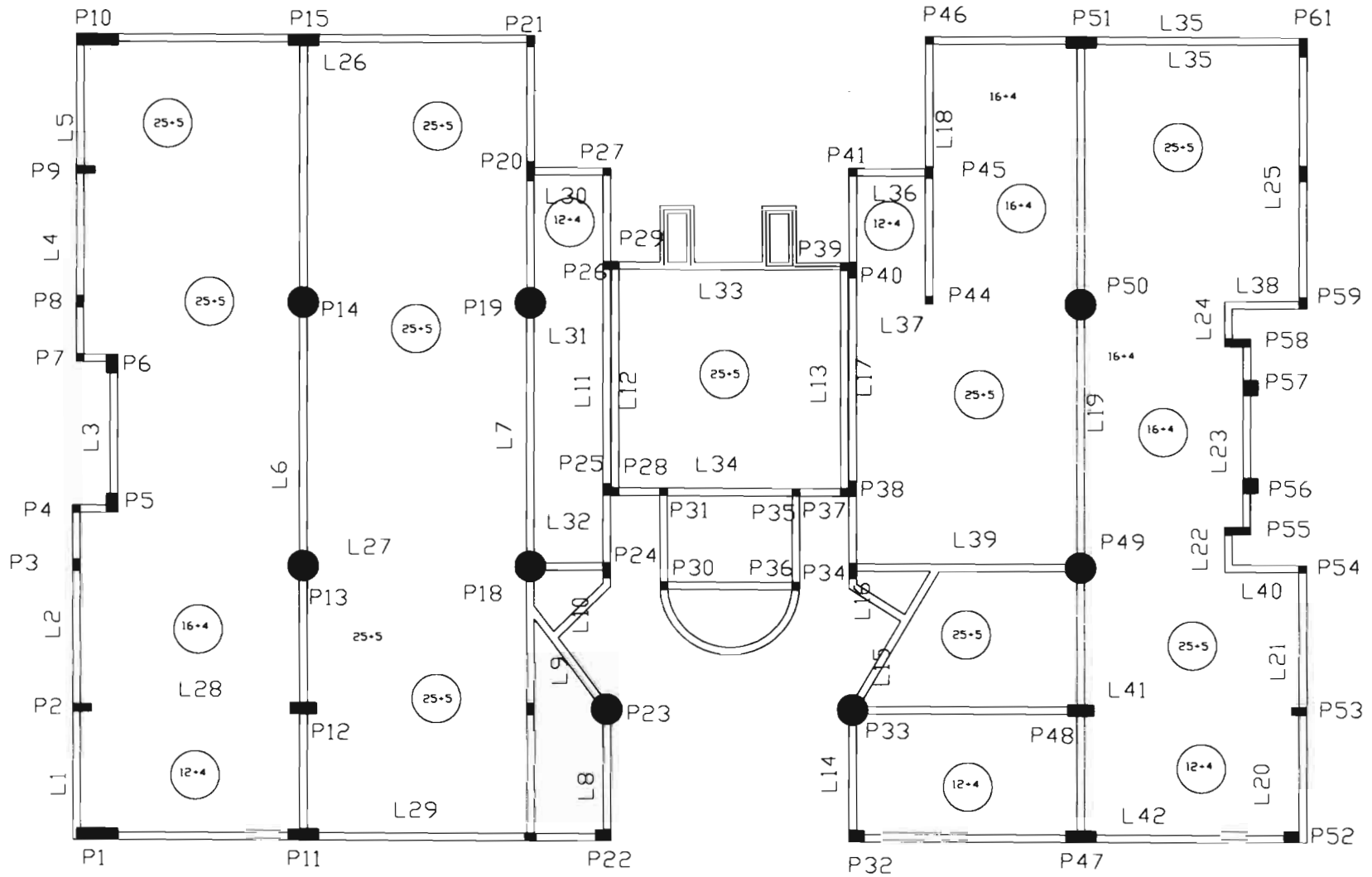
PLAN DE COFFRAGE DE LA  
MEZZANINE

ANNEXE I-3



PLAN DE COFFRAGE DU PREMIER ETAGE

ANNEXE I- 4



PLAN DE COFFRAGE DES ETAGES COURANTS

# ANNEXE 2

## ANNEXE II-1

POTEAUX	MEZZANINE		1er ETAGE		2ème ETAGE		TOITURE		RDC	
	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q
P1	79,32375	11,6875	59,2392	23,8	64,184	12,75	53,97	6	385,08495	79,7375
P2	46,918	0	112,065	39,75	121,6512	29,7	96,4656	11,88	620,4022	140,73
P3	73,0293	15,328125	78,593	19,875	89,5488	21,8625	71,0094	8,745	491,2781	109,535625
P4	11,49	0,9375	23,265	5,625	23,04	5,625	18,27	2,25	122,145	25,6875
P5	42,3225	1,03125	55,92	12,5	55,92	12,5	40,6	5	306,6025	56,03125
P6	42,94125	1,03125	55,92	12,5	55,92	12,5	40,6	5	307,22125	56,03125
P7	12,2775	0,9375	23,265	5,625	23,04	5,625	18,27	2,25	122,9325	25,6875
P8	82,400625	16,171875	89,1825	21,5625	86,1696	21,0375	68,3298	8,415	498,421725	109,261875
P9	105,74375	25,1475	86,898	37,625	119,9616	29,2875	93,786	11,55	646,31255	162,185
P10	88,82875	12,0225	71,793	24,5	92,94	13,125	41,412	5,1	480,85375	80,9975
P11	113,022788	26,709375	144,79358	40,12	154,578	25,5	109,15	12,27	830,700368	155,599375
P12	97,0947875	55,041875	169,1214	70,8	156,9888	62,1	195,4908	24,84	932,673388	336,981875
P13	141,4892	57,6	206,6381	78,7625	197,558	76,625	244,103	30,65	1184,9043	396,8875
P14	233,568125	88,02675	296,0629	113,70625	300,9895	115,71875	370,42075	46,2875	1803,02028	595,17675
P15	219,16775	50,295	222,05	131,936	226,334	52,5	196,6034	23,07	1316,82315	362,801
P16	75,03074	16,165	0	0	0	0	0	0	75,03074	16,165
P17	114,68774	35,665	0	0	0	0	0	0	114,68774	35,665
P18	143,781975	59,51875	209,6617	81,65	203,9617	81,65	252,9517	32,66	1218,28048	418,77875
P19	90,545	35	149,3625	52,5	148,6625	52,5	161,3325	14	847,2275	259
P20	147,255875	35,21875	145,610125	35,21875	144,000125	35,21875	112,4233	14,3875	837,289675	190,48125
P21	96,15	13,125	93,465	13,125	92,765	13,125	55,188	6,15	523,098	71,775
P22	0	0	21,259	8,5	48,479	8,5	11,849	1,7	178,545	35,7
P23	0	0	45,519	13,81	45,519	13,81	26,789	3,82	208,865	59,06
P24	65,245	11,3125	31,4738	4,65	31,4738	4,65	7,77	1	198,9102	30,9125
P25	79,244	11	76,692	11	76,692	11	34,188	4,4	420,2	59,4
P26	84,19675	11,6875	81,48525	11,6875	81,48525	11,6875	36,32475	4,675	446,4625	63,1125
P27	35,1925	3,125	33,7475	3,125	33,7475	3,125	12,27	1,55	182,4525	17,175
P28	14,0072	0	25,5528	4,8	25,5528	4,8	21,2904	1,92	137,5088	21,12
P29	16,10896	2,048	30,4782	7,05	30,4782	7,05	21,2904	1,92	159,31216	32,168
P30	64,22	12,28	64,22	12,28	61,705	12,28	139,2	24,05	452,755	85,45
P31	65,97967	7,5075	113,40683	27,225	113,41183	27,225	205,289315	31,9495	724,911305	148,357

**RESULTAT DE LA DESCENTE DES CHARGES-CHARGEMENT DES POTEAUX**

Ascenseur	56,14592	10,496	101,7456	24,6	101,7456	24,6	79,9008	9,84	543,02912	118,736
P32	0	0	82,309	25,5	63,337	25,5	41,3932	5,61	313,7132	107,61
P33	0	0	130,864672	43,9854864	82,38	18	47,3512	6,51	425,355872	104,495486
P34	19,91	2,5	105,787636	20,0625	42,73	18,81	54,80275	6,5225	308,690386	85,515
P35	65,97967	7,5075	113,40683	27,225	113,41183	27,225	205,289315	31,9495	724,911305	148,357
P36	61,7	11,42	61,7	11,42	64,225	11,42	137,91	23,71	453,985	80,81
P37	14,0072	0	30,4782	7,05	30,4782	7,05	21,2904	1,92	157,2104	30,12
P38	79,244	11	138,248	33	138,248	33	108,944	13,2	741,18	156,2
P39	16,10896	2,048	30,4782	7,05	30,4782	7,05	21,2904	1,92	159,31216	32,168
P40	84,19675	11,6875	127,65225	28,1875	127,65225	28,1875	92,39175	11,275	687,1975	135,7125
P41	35,1925	3,125	33,7475	3,125	33,7475	3,125	10,5125	1,25	180,695	16,875
P42	49,224	12,6095	0	0	0	0	0	0	49,224	12,6095
P43	34,374	12,6095	0	0	0	0	0	0	34,374	12,6095
P44	45,7975	13,125	45,2725	13,125	45,2725	13,125	33,6175	5,25	260,505	70,875
P45	40,7837	14,4831	101,032125	25,15625	107,292125	25,15625	41,673875	10,0625	505,366075	125,1706
P46	73,3575	13,125	49,585	8,75	49,585	8,75	5,725	3,5	277,4225	51,625
P47	120,6998	45,572125	138,033513	56,20625	148,99605	42,075	99,31995	12,51	805,041413	240,513375
P48	92,14766	45,691225	139,461363	86,25	141,4959	70,20625	186,270405	24,469	842,367128	367,028975
P49	96,9036	42,675	221,414336	72,045	174,5765	72,045	123,469	15,41	965,516436	346,265
P50	201,4365	70,4375	244,538875	103,1205	244,538875	103,1205	306,42325	41,25625	1486,01525	524,17575
P51	181,085	43,75	179,395	43,75	179,395	43,75	141,475	17,5	1040,14	236,25
P52	100,886	35	77,18675	23,375	91,404	28,5	53,46	6	505,74475	149,875
P53	95,7864	25,2	104,60975	37,625	127,1808	62,1	99,6084	12,42	681,54695	261,545
P54	24,852	0	58,938	14,25	58,368	28,5	45,714	5,7	304,608	105,45
P55	14,812	0	25,36075	6,153	25,36075	6,153	16,2205	2,4625	132,4755	27,0745
P56	26,2108	0	45,899425	11,4367	45,899425	11,4367	30,05695	4,57875	239,86545	50,32555
P57	26,2108	0	45,899425	11,4367	45,899425	11,4367	30,05695	4,57875	239,86545	50,32555
P58	14,812	0	25,36075	6,153	25,36075	6,153	16,2205	2,4625	132,4755	27,0745
P59	94,2	13,125	54,285	13,125	54,285	13,125	41,93	5,25	353,27	70,875
P60	126,063	45,28125	124,8555	45,28125	124,8555	30,1875	96,439	12,075	721,924	193,2
P61	96,15	26,25	54,285	26,25	93,465	13,125	47,63	5,25	478,46	97,125
									<b>TOTAL G</b>	<b>TOTAL Q</b>
									<b>31526,3999</b>	<b>8274,24329</b>

**SUITE CHARGEMENT DES POTEAUX**



## ANNEXE II-2

POUTRES		TRAVÉE 1		TRAVÉE 2		TRAVÉE 3		TRAVÉE 4	
	l	1,5		3,5		3,5			
P1	g,q	24,36	3	24,36	3	24,36	3		
	l	4							
P2	g,q	20,3	2,5						
	l	3,4		3,8		1,5			
P3	g,q	24,36	3	24,36	3	24,36	3		
	l	3,4		3,8		7		7	
P4	g,q	47,22	6	47,22	6	44,11	5,5	47,92	6
	l	7,2		7		3,5		3,5	
P5	g,q	30,98	4	30,98	4	30,23	4	24,36	3
	l	2		6		2,5			
P6	g,q	7,77	1	7,77	1	7,77	1		
	l	3,4							
P7	g,q	6,97	1						
	l	3,8							
P8	g,q	7,07	1						
	l	1,72							
P9	g,q	6,67	1						
	l	2							
P10	g,q	0,8	0						
	l	6							
P11	g,q	1,9	0						
	l	1,28		2		1,28			
P12	g,q	24,36	3	24,36	3	24,36	3		
	l	1,28		3,5		1,28			
P13	g,q	24,36	3	97,735	15,5	24,36	3		
	l	2		6		2,5			
P14	g,q	24,76	3	24,76	3	7,77	1		
	l	3,4							
P15	g,q	3,386	0,3						
	l	4,78							
P16	g,q	20,65	2,5						
	l	2,01							
P17	g,q	20,55	2,5						
	l	3,5		3,5					
P18	g,q	19,21	3	1,1	2				
	l	3,4		3,8		7		7	
P19	g,q	25,821	3,3	43,11	5,5	38,83	5,25	37,3	5
	l	3,4		3,8					
P20	g,q	24,06	3	24,06	3				
	l	1							
P21	g,q	13,24	2						
	l	1,3		2,4		1,3			
P22	g,q	14,77	2,25	14,77	2,25				
	l	3,5		3,5					
P23	g,q	23,96	3	23,96	3				
	l	6		6					
P24	g,q	1,9	0	1,9	0				
	l	4		6					
P25	g,q	1,9	0	1,9	0				
	l	6							
P26	g,q	6,172	0,6						
	l	6							
P27	g,q	13,865	2						
	l	6		6					
P28	g,q	11,879	1,7	4,186	0,3				

l. en mètre; g,q en KN/ml

### CHARGEMENT DES POUTRES DE LA TOITURE

POUTRES		TRAVÉE 1		TRAVÉE 2		TRAVÉE 3		TRAVÉE 4	
	l	1,5		3,5		3,5			
P1	g,q	30,72	7,5	30,72	7,5	30,72	7,5		
	l	4							
P2	g,q	27,96	6,25						
	l	3,4		3,8		1,5			
P3	g,q	30,72	7,5	30,72	7,5	30,72	7,5		
	l	3,4		3,8		7		7	
P4	g,q	37,92	15	37,92	15	35,86	13,75	38,92	15
	l	7,2		7		3,5		3,5	
P5	g,q	24,98	10	24,98	10	34,99	10	30,62	7,5
	l	2		6		2,5			
P6	g,q	17,43	2,5	17,43	2,5	17,43	2,5		
	l	3,4							
P7	g,q	5,47	5						
	l	3,8							
P8	g,q	16,73	2,5						
	l	1,72							
P9	g,q	16,33	2,5						
	l	2							
P10	g,q	11,96	0						
	l	6							
P11	g,q	1,9	0						
	l	1,28		2		1,28			
P12	g,q	31,02	7,5	31,02	7,5	31,02	7,5		
	l	1,28		3,5		1,28			
P13	g,q	31,02	7,5	39,35	11,4	31,02	7,5		
	l	2		6		2,5			
P14	g,q	31,42	7,5	31,42	7,5	17,43	2,5		
	l	3,4							
P15	g,q	1,1	0						
	l	4,78							
P16	g,q	28,06	6,25						
	l	2,01							
P17	g,q	27,96	6,25						
	l	3,5		3,5					
P18	g,q	25,87	7,5	21,5	5				
	l	3,4		3,8		7		7	
P19	g,q	19,56	7,5	34,86	13,75	30,955	13,12	29,8	12,5
	l	3,4		3,8					
P20	g,q	30,72	15	30,72	15				
	l	1							
P21	g,q	21,4	5						
	l	1,3		2,4		1,3			
P22	g,q	22,55	5,62	22,55	5,62	22,55	5,62		
	l	3,5		3,5					
P23	g,q	31,02	7,5	31,02	7,5				
	l	6		6					
P24	g,q	13,06	0	13,06	0				
	l	4		6					
P25	g,q	13,06	0	13,06	0				
	l	6							
P26	g,q	9,029	8,5						
	l	6							
P27	g,q	9,029	8,5						
	l	6		6					
P28	g,q	20,489	8,5	13,06	0				

l, en mètres; g,q en KN/ml

#### CHARGEMENT DES POUTRES DES ETAGES COURANTS

POUTRES		Travée 1		Travée 2		Travée 3		Travée 4	
	l		3,4						
P1	g et q	13,06	0						
	l		1,5		3,8				
P2	g et q	31,02	7,5	13,06	0				
	l		4						
P3	g et q	27,96	6,25						
	l		1,5		3,5				
P4	g et q	31,02	7,5	31,02	7,5				
	l		3,5						
P5	g et q	18,636	14						
	l		3,4		3,8		7	7	
P6	g et q	19,86	7,5	19,86	7,5	35,86	13,75	37,696	14,5
	l		7,2		7		3,5		3,5
P7	g et q	24,98	10	24,98	10	35,39	10	31,02	7,5
	l		3,4						
P8	g et q	5,47	5						
	l		3,8						
P9	g et q	16,73	2,5						
	l		1,72						
P10	g et q	16,33	2,5						
	l		2		6		2,5		
P11	g et q	17,43	2,5	17,43	2,5	17,43	2,5		
	l		3,4						
P12	g et q	13,06	0						
	l		3,4						
P13	g et q	13,06	0						
	l		3,4						
P14	g et q	12,26	0						
	l		4,78						
P15	g et q	28,06	6,25						
	l		2,01						
P16	g et q	27,96	6,25						
	l		2		6		2,5		
P17	g et q	31,42	7,5	31,42	7,5	17,43	2,5		
	l		3,5		3,5				
P18	g et q	25,87	7,5	21,5	5				
	l		3,4		3,8		7	7	
P19	g et q	1,5	0	35,16	13,75	30,955	13,12	29,8	12,5
	l		3,4						
P20	g et q	12,26	0						
	l		3,8						
P21	g et q	31,02	7,5						
	l								
P22	g et q	21,4	5						
	l		1,3		2,4		1,3		
P23	g et q	22,555	5,62	22,555	5,62	22,555	5,62		
	l								
P24	g et q	21,4	5						
	l		3,5		3,5				
P25	g et q	31,02	7,5	31,02	15				
	l		6		6				
P26	g et q	13,06	0	13,06	0				
	l		6		6		2		
P27	g et q	10,678	4,75	1,9	0	11,96	0		
	l		6						
P28	g et q	28,967	13,25						
	l		5,6		6		2		
P29	g et q	20,489	8,5	13,06	0	11,96	0		
	l		2						
P30	g et q	13,06	0						
	l		6						
P31	g et q	13,06	0						

L en mètres; g,q en KN/ml

CHARGEMENT DES POUTRES DU 1er ETAGE

	l	6						
P32	g et q	13,06	0					
	l	1,28		2		1,28		
P33	g et q	31,02	7,5	31,02	7,5	31,02	7,5	
	l	1,28		3,5		1,28		
P34	g et q	31,02	7,5	39,35	11,4	31,02	7,5	
	l	5		6				
P35	g et q	13,06	0	13,06	0			
	l	2						
P36	g et q	13,06	0					
	l	2						
P37	g et q	13,06	0					
	l	2						
P38	g et q	13,06	0					
	l	6						
P39	g et q	1,6	0					
	l	6						
P40	g et q	1,6	0					
	l	6		5,5				
P41	g et q	9,029	8,5	9,029	8,5			
	l	6		5,5				
P42	g et q	20,489	8,5	20,489	8,5			

l. en mètres; g,q en KN/ml

SUITE CHARGEMENT DES POUTRES DU 1er ETAGE

POUTRES		TRAVÉE 1		TRAVÉE 2		TRAVÉE 3		TRAVÉE 4	
P1	l	3,4							
	g,q	12,98	0						
P2	l	3,8		1,5					
	g,q	13,08	0	15,32	1,25				
P3	l	1,5		4		1,5			
	g,q	15,62	1,25	13,38	0	16,37	1,25		
P4	l	1,5		3,5					
	g,q	16,37	1,25	31,32	7,5				
P5	l	3,5							
	g,q	29,105	6,87						
P6	l	3,4		3,8		7		7	
	g,q	3,2	4	1,2	0	20,14	7,5	36,585	14,37
P7	l	3,4							
	g,q	22,7872	6,2						
P8	l	2,5		7		3,5		3,5	
	g,q	6,43	2,5	24,37	10	35,55	10	31,32	7,5
P9	l	4,7							
	g,q	20,1	3,75						
P10	l	2		6		2,5			
	g,q	18,01	2,5	18,01	2,5	18,01	2,5		
P11	l	6							
	g,q	1,9	0						
P12	l	2		6		2,5			
	g,q	18,01	2,5	18,01	2,5	18,01	2,5		
P13	l	2,5		7		3,5		3,5	
	g,q	15,39	7,5	15,39	7,5	26,17	7,5	26,17	7,5
P14	l	3,2							
	g,q	17,22	6,67						
P15	l	4,7							
	g,q	20,1	3,75						
P16	l	3,4		3,8		7		7	
	g,q	3,02	1,82	10,16	5	11,16	5	29,1	12,5
P17	l	3,4							
	g,q	12,98	0						
P18	l	3,8							
	g,q	13,08	0						
P19	l	1							
	g,q	12,88	0						
P20	l	1,3		2,4		1,3			
	g,q	12,88	0	12,88	0	12,88	0		
P21	l	3,5		3,5					
	g,q	31,32	7,5	31,32	15				
P22	l	5,5		6					
	g,q	13,78	0	13,78	0				
P23	l	2							
	g,q	12,68	0						
P24	l	6							
	g,q	1,75	0						
P25	l	6		6		2			
	g,q	10,412	4,75	10,412	4,75	1,9	0		
P26	l	5,5		4,5					
	g,q	17,453	9	12,762	7,25				
P27	l	5,5		4,5		3,5			
	g,q	20,821	4,25	16,13	2,5	12,68	0		

CHARGEMENT DES POUTRES DE LA MEZZANINE

	l	1,28						
P28	g,q	16,264	3,2					
	l	2						
P28	g,q	17,664	3,2					
	l	6,06						
P29	g,q	5,284	3,2					
	l	1,28		3,5		1,28		
P30	g,q	12,98	0	21,31	3,9	12,98	0	
	l	4		6				
P31	g,q	13,78	0	13,78	0			
	l	6						
P32	g,q	13,13	0					
	l	2		4		6		
P33	g,q	1,9	0	1,9	0	10,412	4,75	
	l	2,5		5,6				
P34	g,q	5,4576	1,55	17,453	9			
	l	3,5		2,5		5,6		
P35	g,q	12,68	0	17,3376	1,55	28,15	12,5	

l. en mètres; g,q en KN/ml

SUITE CHARGEMENT DES POUTRES DE LA MEZZANINE

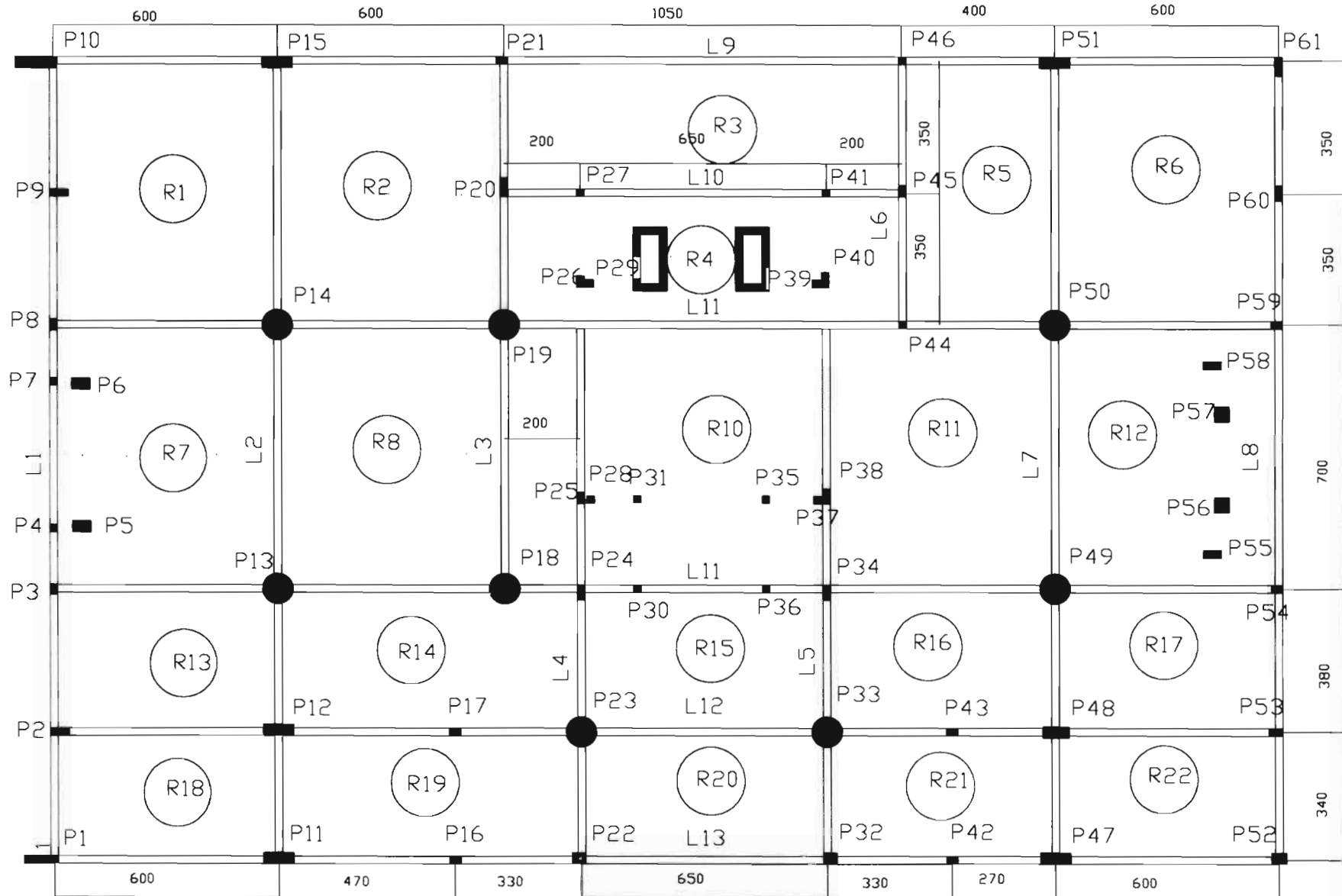
CHARGEMENT DES POTRES DU RDC

POTRES	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4	TRAVEE 5	TRAVEE 6	TRAVEE 7
P1	g-q	60,41	10,602	96,61	19,0836	96,6073	19,0836
	L	3,4		1,5	4	3,5	
P2	g-q	96,497	21,204	168,8946	38,1672		
	L	3,4	3,8	7			
P3	g-q	135,0773	30,2436	98,6073	19,0836		
	L	7	3,5	3,5			
P4	g-q	94,497	21,204	145,6662	30,5784		
	L	3,4	3,8	2,5	4,5		
P5	g-q	94,497	21,204	179,4835	38,502		
	L	3,4	3,8	2,5	4,5		
P6	g-q	83,2709	15,9588				
	L	3,4	3,5				
P7	g-q	96,497	21,204	168,8946	38,1672	155,5582	35,0424
	L	3,4	3,8	7	7		
P8	g-q	60,4085	10,602	96,6073	19,0836	96,6073	19,0836
	L	3,4	3,8	7	3,5	3,5	
P9	g-q	88,605	16,74	100,5125	19,53	64,79	11,16
	L	6	6	10,5	4	6	
P10	g-q	183,865	39,06	172,705	39,06		
	L	2	2	6,5	6,5		
P11	g-q	160,05	33,48	100,5125	19,53	172,2287	38,9484
	L	6	6	2	2	6,5	6,5
P12	g-q	140,7929	31,5828	146,0322	32,922	140,7929	31,5828
	L	6	6	6	6	6	6
P13	g-q	143,8558	29,6856	143,8558	29,6856	133,6484	29,9088
	L	6	6	4,7	3,3	6,5	6,5
P14	g-q	80,5079	14,8428	80,5079	14,8428	14,9544	14,9544
	L	6	6	4,7	3,3	6,5	6,5

# ANNEXE 3

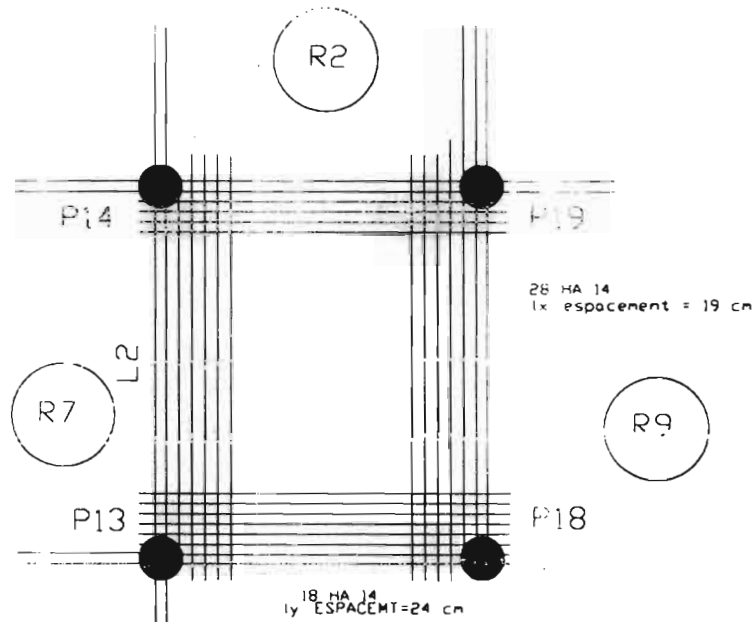


# ANNEXE III-1

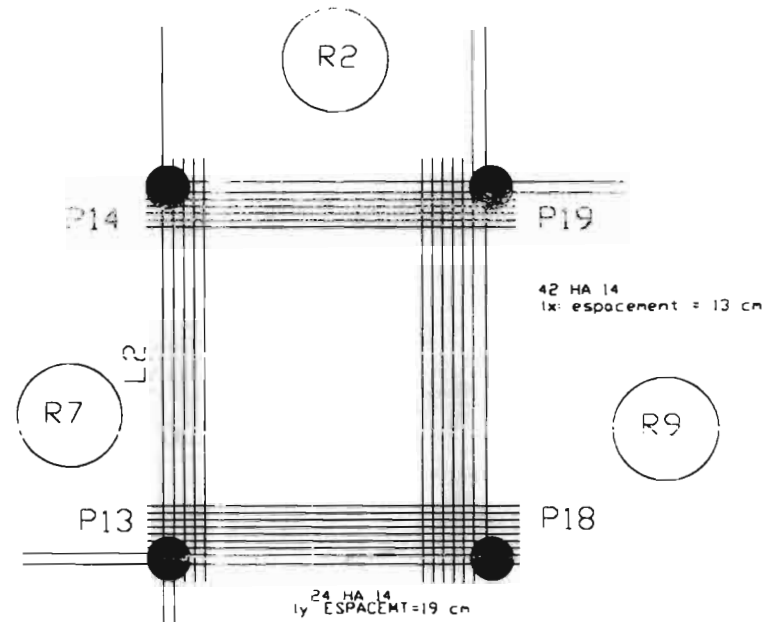


PLAN DE COFFRAGE RDC [LES PANNEAUX]

ANNEXE III-2



ferrailage du 2ème  
lits du panneau R8



ferrailage du 1er lits  
du panneau R8

### ANNEXE III-3

DALLE	$l_x$	$l_y$	$\alpha$	$\mu_x$	$\mu_y$	$M_{ox}$		$M_{oy}$		Mt suivant lx			Mt suivant ly		
						ELU	ELS	ELU	ELS	coeff.	ELU	ELS	coef	ELU	ELS
R1	6	7	0.857	0.050	0.711	205.256	149.154	145.877	106.004	0.850	174.468	126.781	0.850	123.995	90.103
R2	6	7	0.857	0.050	0.711	205.256	149.154	145.877	106.004	0.750	153.942	111.865	0.850	123.995	90.103
R3	3.5	10.5	0.333			175.405	36.418	0.000	0.000	0.850	149.094	30.955	0.750	0.000	0.000
R4	3.5	10.5	0.333			175.405	127.461	0.000	0.000	0.750	131.554	95.596	0.750	0.000	0.000
R5	4	7	0.571	0.086	0.259	158.239	114.987	40.914	29.731	0.750	118.679	86.240	0.850	34.777	25.271
R6	6	7	0.857	0.050	0.711	205.256	149.154	145.877	106.004	0.850	174.468	126.781	0.850	123.995	90.103
R7	6	7	0.857	0.050	0.711	205.256	149.154	145.877	106.004	0.850	174.468	126.781	0.750	109.407	79.503
R8	6	7	0.857	0.050	0.711	205.256	149.154	145.877	106.004	0.750	153.942	111.865	0.750	109.407	79.503
R9	2	7	0.286			57.275	41.620	0.000	0.000	0.750	42.956	31.215	0.750	0.000	0.000
R10	6.5	7	0.929	0.043	0.852	207.069	150.471	176.449	128.220	0.750	155.302	112.853	0.750	132.337	96.165
R11	6	7	0.857	0.050	0.711	205.256	149.154	145.877	106.004	0.750	153.942	111.865	0.750	109.407	79.503
R12	6	7	0.857	0.050	0.711	205.256	149.154	145.877	106.004	0.850	174.468	126.781	0.750	109.407	79.503
R13	3.8	6	0.633	0.078	0.338	128.449	93.340	43.399	31.537	0.750	96.337	70.005	0.850	36.889	26.806
R14	3.8	8	0.475	0.099	0.250	164.461	119.509	41.115	29.877	0.750	123.346	89.632	0.750	30.836	22.408
R15	3.8	6.5	0.585	0.084	0.275	139.748	101.551	38.361	27.876	0.750	104.811	76.163	0.750	28.771	20.907
R16	3.8	6	0.633	0.078	0.338	128.449	93.340	43.399	31.537	0.750	96.337	70.005	0.750	32.549	23.653
R17	3.8	6	0.633	0.078	0.338	128.449	93.340	43.399	31.537	0.750	96.337	70.005	0.850	36.889	26.806
R18	3.4	6	0.567	0.087	0.253	115.211	83.720	29.140	21.175	0.850	97.929	71.162	0.850	24.769	17.999
R19	3.4	8	0.425	0.106	0.250	139.773	101.569	34.943	25.392	0.850	118.807	86.334	0.750	26.207	19.044
R20	3.4	6.5	0.523	0.093	0.250	123.205	89.530	30.801	22.382	0.850	104.725	76.100	0.750	23.101	16.787
R21	3.4	6	0.567	0.087	0.253	115.211	83.720	29.140	21.175	0.850	97.929	71.162	0.750	21.855	15.881
R22	3.4	6	0.567	0.087	0.253	115.211	83.720	29.140	21.175	0.850	97.929	71.162	0.850	24.769	17.999

\*\*Les dalles R3,R4,R9 sont simplement appuyées

Mt: moments en travées

coeff: coefficients pondérateurs de  $M_{ox}$  et  $M_{oy}$

### CALCUL DES SOLLICITATIONS DU RADIER-MOMENTS EN TRAVEES

DALLE	M <sub>ox</sub>		M <sub>oy</sub>		Ma sur appuis gauches suivant lx			Ma sur appuis droits suivant lx			Ma sur appuis gauches suivant ly			Ma sur appuis droits suivant ly		
	ELU	ELS	ELU	ELS	coeff.	ELU	ELS	coeff.	ELU	ELS	coeff	ELU	ELS	coeff	ELU	ELS
R1	205.256	149.154	145.877	106.004	0.3	61.577	44.746	0.5	102.628	74.577	0.3	43.763	31.801	0.5	72.938	53.002
R2	205.256	149.154	145.877	106.004	0.5	102.628	74.577	0.5	102.628	74.577	0.3	43.763	31.801	0.5	72.938	53.002
R3	175.405	36.418	0.000	0.000	0.3	52.621	10.925	0.5	87.702	18.209	0.5	0.000	0.000	0.5	0.000	0.000
R4	175.405	127.461	0.000	0.000	0.5	87.702	63.731	0.5	87.702	63.731	0.5	0.000	0.000	0.5	0.000	0.000
R5	158.239	114.987	40.914	29.731	0.5	79.119	57.494	0.5	79.119	57.494	0.3	12.274	8.919	0.5	20.457	14.865
R6	205.256	149.154	145.877	106.004	0.5	102.628	74.577	0.3	61.577	44.746	0.3	43.763	31.801	0.5	72.938	53.002
R7	205.256	149.154	145.877	106.004	0.3	61.577	44.746	0.5	102.628	74.577	0.5	72.938	53.002	0.5	72.938	53.002
R8	205.256	149.154	145.877	106.004	0.5	102.628	74.577	0.5	102.628	74.577	0.5	72.938	53.002	0.5	72.938	53.002
R9	57.275	41.620	0.000	0.000	0.5	28.638	20.810	0.5	28.638	20.810	0.5	0.000	0.000	0.5	0.000	0.000
R10	207.069	150.471	176.449	128.220	0.5	103.534	75.235	0.5	103.534	75.235	0.5	88.224	64.110	0.5	88.224	64.110
R11	205.256	149.154	145.877	106.004	0.5	102.628	74.577	0.5	102.628	74.577	0.5	72.938	53.002	0.5	72.938	53.002
R12	205.256	149.154	145.877	106.004	0.5	102.628	74.577	0.3	61.577	44.746	0.5	72.938	53.002	0.5	72.938	53.002
R13	128.449	93.340	43.399	31.537	0.5	64.224	46.670	0.5	64.224	46.670	0.3	13.020	9.461	0.5	21.699	15.768
R14	164.461	119.509	41.115	29.877	0.5	82.231	59.754	0.5	82.231	59.754	0.5	20.558	14.939	0.5	20.558	14.939
R15	139.748	101.551	38.361	27.876	0.5	69.874	50.775	0.5	69.874	50.775	0.5	19.181	13.938	0.5	19.181	13.938
R16	128.449	93.340	43.399	31.537	0.5	64.224	46.670	0.5	64.224	46.670	0.5	21.699	15.768	0.5	21.699	15.768
R17	128.449	93.340	43.399	31.537	0.5	64.224	46.670	0.5	64.224	46.670	0.5	21.699	15.768	0.3	13.020	9.461
R18	115.211	83.720	29.140	21.175	0.5	57.605	41.860	0.3	34.563	25.116	0.3	8.742	6.353	0.5	14.570	10.588
R19	139.773	101.569	34.943	25.392	0.5	69.887	50.784	0.3	41.932	30.471	0.5	17.472	12.696	0.5	17.472	12.696
R20	123.205	89.530	30.801	22.382	0.5	61.603	44.765	0.3	36.962	26.859	0.5	15.401	11.191	0.5	15.401	11.191
R21	115.211	83.720	29.140	21.175	0.5	57.605	41.860	0.3	34.563	25.116	0.5	14.570	10.588	0.5	14.570	10.588
R22	115.211	83.720	29.140	21.175	0.5	57.605	41.860	0.3	34.563	25.116	0.5	14.570	10.588	0.3	8.742	6.353

\*\* Les dalles R3,R4,R9 sont simplement appuyées

Mt: moments en travées

coeff: coefficients pondérateurs de Mox et Moy

### CALCUL DES SOLlicitATIONS DU RADIER-MOMENTS SUR APPUIS

DALLE	Mt mom. travées		Mt mom. travées		Ma appuis de gauche		Ma appuis droits		Ma appuis de gauche		Ma appuis droits	
	suivant lx		suivant ly		suivant lx				suivant ly			
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS
R1	174,468	126,781	123,995	90,103	61,577	44,746	102,628	74,577	43,763	31,801	72,938	53,002
R2	153,942	111,865	123,995	90,103	102,628	74,577	102,628	74,577	43,763	31,801	72,938	53,002
R3	149,094	108,342	37,273	27,086	52,621	38,238	87,702	63,731	0,000	0,000	0,000	0,000
R4	131,554	124,860	32,888	31,215	87,702	83,240	87,702	83,240	0,000	0,000	0,000	0,000
R5	118,679	86,240	34,777	25,271	79,119	57,494	79,119	57,494	12,274	8,919	20,457	14,865
R6	174,468	126,781	123,995	90,103	102,628	74,577	61,577	44,746	43,763	31,801	72,938	53,002
R7	174,468	126,781	109,407	79,503	61,577	44,746	102,628	74,577	72,938	53,002	72,938	53,002
R8	153,942	111,865	109,407	79,503	102,628	74,577	102,628	74,577	72,938	53,002	72,938	53,002
R9	42,956	31,215	10,739	7,804	28,638	20,810	28,638	20,810	0,000	0,000	0,000	0,000
R10	155,302	112,853	132,337	96,165	103,534	75,235	103,534	75,235	88,224	64,110	88,224	64,110
R11	153,942	111,865	109,407	79,503	102,628	74,577	102,628	74,577	72,938	53,002	72,938	53,002
R12	174,468	126,781	109,407	79,503	102,628	74,577	61,577	44,746	72,938	53,002	72,938	53,002
R13	96,337	70,005	36,889	26,806	64,224	46,670	64,224	46,670	13,020	9,461	21,699	15,768
R14	123,346	89,632	30,836	22,408	82,231	59,754	82,231	59,754	20,558	14,939	20,558	14,939
R15	104,811	76,163	28,771	20,907	69,874	50,775	69,874	50,775	19,181	13,938	19,181	13,938
R16	96,337	70,005	32,549	23,653	64,224	46,670	64,224	46,670	21,699	15,768	21,699	15,768
R17	96,337	70,005	36,889	26,806	64,224	46,670	64,224	46,670	21,699	15,768	13,020	9,461
R18	97,929	71,162	24,769	17,999	57,605	41,860	34,563	25,116	8,742	6,353	14,570	10,588
R19	118,807	86,334	29,702	21,583	69,887	50,784	41,932	30,471	17,472	12,696	17,472	12,696
R20	104,725	76,100	26,181	19,025	61,603	44,765	36,962	26,859	15,401	11,191	15,401	11,191
R21	97,929	71,162	24,482	17,791	57,605	41,860	34,563	25,116	14,570	10,588	14,570	10,588
R22	97,929	71,162	24,769	17,999	57,605	41,860	34,563	25,116	14,570	10,588	8,742	6,353

**RECAPITULATIF DES SOLLICITATIONS DU RADIER**

h	ELU	ELS	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	méthod	Zb	Au	verifier Am
	<b>Ma(R1R2)</b>									
0,4	102,628	74,577	1,376141	0,139711	0,290893	0	MS	0,329822	0,000895	0,000895
	<b>Ma(R2R3)</b>									
0,4	102,628	74,577	1,376141	0,139711	0,290893	0	MS	0,329822	0,000895	0,000895
	<b>Ma(R2R4)</b>									
0,4	102,628	74,577	1,376141	0,139711	0,290893	0	MS	0,329822	0,000895	0,000895
	<b>Ma(R3R5)</b>									
0,4	79,119	57,494	1,376141	0,107708	0,290893	0	MS	0,336735	0,000676	0,000676
	<b>Ma(R4R5)</b>									
0,4	79,119	57,494	1,376141	0,107708	0,290893	0	MS	0,336735	0,000676	0,000676
	<b>Ma(R5R6)</b>									
0,4	102,628	74,577	1,376141	0,139711	0,290893	0	MS	0,329822	0,000895	0,000895
	<b>Ma(R7R8)</b>									
0,4	102,628	74,577	1,376141	0,139711	0,290893	0	MS	0,329822	0,000895	0,000895
	<b>Ma(R8R9)</b>									
0,4	102,628	74,577	1,376141	0,139711	0,290893	0	MS	0,329822	0,000895	0,000895
	<b>Ma(R9R10)</b>									
0,4	103,534	75,235	1,376141	0,140945	0,290893	0	MS	0,329556	0,000903	0,000903
	<b>Ma(R10R11)</b>									
0,4	103,534	75,235	1,376141	0,140945	0,290893	0	MS	0,329556	0,000903	0,000903
	<b>Ma(R11R12)</b>									
0,4	102,628	74,577	1,376141	0,139711	0,290893	0	MS	0,329822	0,000895	0,000895
	<b>Ma(R13R14)</b>									
0,4	21,699	15,768	1,376141	0,02954	0,290893	0	MS	0,353619	0,000176	0,000174
	<b>Ma(R14R15)</b>									
0,4	20,558	14,939	1,376141	0,027986	0,290893	0	MS	0,353955	0,000167	0,000174
	<b>Ma(R15R16)</b>									
0,4	21,699	15,768	1,376141	0,02954	0,290893	0	MS	0,353619	0,000176	0,000174
	<b>Ma(R16R17)</b>									
0,4	21,699	15,768	1,376141	0,02954	0,290893	0	MS	0,353619	0,000176	0,000174
	<b>Ma(R18R19)</b>									
0,4	17,472	12,696	1,376141	0,023785	0,290893	0	MS	0,354862	0,000142	0,000174
	<b>Ma(R19R20)</b>									
0,4	17,472	12,696	1,376141	0,023785	0,290893	0	MS	0,354862	0,000142	0,000174
	<b>Ma(R20R21)</b>									
0,4	17,472	12,696	1,376141	0,023785	0,290893	0	MS	0,354862	0,000142	0,000174
	<b>Ma(R21R22)</b>									
0,4	14,570	10,588	1,376141	0,019835	0,290893	0	MS	0,355716	0,000118	0,000174
	<b>Ma(R1R7)</b>									
0,4	72,938	53,002	1,376141	0,099293	0,290893	0	MS	0,338553	0,000619	0,000619
	<b>Ma(R2R8)</b>									
0,4	72,938	53,002	1,376141	0,099293	0,290893	0	MS	0,338553	0,000619	0,000619
	<b>Ma(R3R4)</b>									
0,4	87,702	63,731	1,376141	0,119392	0,290893	0	MS	0,334211	0,000754	0,000754
	<b>Ma(R4R9)</b>									
0,4	87,702	63,731	1,376141	0,119392	0,290893	0	MS	0,334211	0,000754	0,000754
	<b>Ma(R4R10)</b>									
0,4	88,224	64,110	1,376141	0,120103	0,290893	0	MS	0,334058	0,000759	0,000759
	<b>Ma(R4R11)</b>									
0,4	87,702	83,240	1,053608	0,119392	0,179941	0	MS	0,334211	0,000754	0,000754
	<b>Ma(R5R11)</b>									
0,4	72,938	53,002	1,376141	0,099293	0,290893	0	MS	0,338553	0,000619	0,000619
	<b>Ma(R6R12)</b>									
0,4	72,938	53,002	1,376141	0,099293	0,290893	0	MS	0,338553	0,000619	0,000619
	<b>Ma(R7R13)</b>									
0,4	72,938	53,002	1,376141	0,099293	0,290893	0	MS	0,338553	0,000619	0,000619
	<b>Ma(R8R14)</b>									
0,4	82,231	59,754	1,376141	0,111943	0,290893	0	MS	0,33582	0,000704	0,000704

CALCUL DES ARMATURES SUR APPUIS COMMUNS

	<b>Ma(R9R14)</b>									
0,4	82,231	59,754	1,376141	0,111943	0,290893	0 MS	0,33582	0,000704	0,000704	
	<b>Ma(R10R15)</b>									
0,4	88,224	64,110	1,376141	0,120103	0,290893	0 MS	0,334058	0,000759	0,000759	
	<b>Ma(R11R16)</b>									
0,4	72,938	53,002	1,376141	0,099293	0,290893	0 MS	0,338553	0,000619	0,000619	
	<b>Ma(R12R17)</b>									
0,4	72,938	53,002	1,376141	0,099293	0,290893	0 MS	0,338553	0,000619	0,000619	
	<b>Ma(R13R18)</b>									
0,4	64,224	46,670	1,376141	0,087431	0,290893	0 MS	0,341115	0,000541	0,000541	
	<b>Ma(R14R19)</b>									
0,4	82,231	59,754	1,376141	0,111943	0,290893	0 MS	0,33582	0,000704	0,000704	
	<b>Ma(R15R20)</b>									
0,4	69,874	50,775	1,376141	0,095122	0,290893	0 MS	0,339454	0,000592	0,000592	
	<b>Ma(R16R21)</b>									
0,4	64,224	46,670	1,376141	0,087431	0,290893	0 MS	0,341115	0,000541	0,000541	
	<b>Ma(R17R22)</b>									
0,4	64,224	46,670	1,376141	0,087431	0,290893	0 MS	0,341115	0,000541	0,000541	

SUITE CALCUL DES ARMATURES SUR APPUIS COMMUNS

h	ELU	ELS	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	méthod	Zb	Au	verifier Am
		<b>R1</b>								
		<b>MaxG</b>								
0,4	61,577	44,746	1,376141	0,083827	0,290893	0	MS	0,341893	0,000518	0,000518
		<b>MayD</b>								
0,4	43,763	31,801	1,376141	0,059576	0,290893	0	MS	0,347132	0,000362	0,000362
		<b>R2</b>								
		<b>MaxG</b>								
0,4	43,763	31,801	1,376141	0,059576	0,290893	0	MS	0,347132	0,000362	0,000362
		<b>R3</b>								
		<b>MaxG</b>								
0,4	52,621	38,238	1,376141	0,071635	0,290893	0	MS	0,344527	0,000439	0,000439
		<b>R5</b>								
		<b>MaxG</b>								
0,4	12,274	8,919	1,376141	0,016709	0,290893	0	MS	0,356391	9,9E-05	0,000174
		<b>R6</b>								
		<b>MaxD</b>								
0,4	61,577	44,746	1,376141	0,083827	0,290893	0	MS	0,341893	0,000518	0,000518
		<b>MayG</b>								
0,4	43,763	31,801	1,376141	0,059576	0,290893	0	MS	0,347132	0,000362	0,000362
		<b>R7</b>								
		<b>MaxG</b>								
0,4	61,577	44,746	1,376141	0,083827	0,290893	0	MS	0,341893	0,000518	0,000518
		<b>R12</b>								
		<b>MaxD</b>								
0,4	61,577	44,746	1,376141	0,083827	0,290893	0	MS	0,341893	0,000518	0,000518
		<b>R13</b>								
		<b>MayG</b>								
0,4	13,020	9,461	1,376141	0,017724	0,290893	0	MS	0,356172	0,000105	0,000174
		<b>R17</b>								
		<b>MayD</b>								
0,4	13,020	9,461	1,376141	0,017724	0,290893	0	MS	0,356172	0,000105	0,000174
		<b>R18</b>								
		<b>MaxD</b>								
0,4	34,563	25,116	1,376141	0,047052	0,290893	0	MS	0,349837	0,000284	0,000284
		<b>MayG</b>								
0,4	8,742	6,353	1,376141	0,011901	0,290893	0	MS	0,357429	7,03E-05	0,000174
		<b>R19</b>								
		<b>MaxD</b>								
0,4	41,932	30,471	1,376141	0,057083	0,290893	0	MS	0,34767	0,000347	0,000347
		<b>R20</b>								
		<b>MaxD</b>								
0,4	36,962	26,859	1,376141	0,050317	0,290893	0	MS	0,349131	0,000304	0,000304
		<b>R21</b>								
		<b>MaxD</b>								
0,4	34,563	25,116	1,376141	0,047052	0,290893	0	MS	0,349837	0,000284	0,000284
		<b>R22</b>								
		<b>MaxD</b>								
0,4	34,563	25,116	1,376141	0,047052	0,290893	0	MS	0,349837	0,000284	0,000284

CALCUL DES ARMATURES SUR APPUIS DE RIVE



DALLE	Mtux	Mtserx	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	méthode	Zb	Au	verifier	Am
R1	0.4	174.468	126.78059	1.3761413	0.2375095	0.2908926	0.000	MS	0.308698	0.00162486	0.0016249
R2	0.4	153.94235	111.86523	1.3761413	0.2095672	0.2908926	0.000	MS	0.3147335	0.0014062	0.0014062
R3	0.4	149.09398	108.34206	1.3761413	0.2029669	0.2908926	0.000	MS	0.3161591	0.00135577	0.0013558
R4	0.4	131.55352	124.86	1.0536082	0.1790885	0.1799412	0.000	MS	0.3213169	0.00117707	0.0011771
R5	0.4	118.67897	86.240395	1.3761413	0.1615619	0.2908926	0.000	MS	0.3251026	0.00104951	0.0010495
R6	0.4	174.468	126.78059	1.3761413	0.2375095	0.2908926	0.000	MS	0.308698	0.00162486	0.0016249
R7	0.4	174.468	126.78059	1.3761413	0.2375095	0.2908926	0.000	MS	0.308698	0.00162486	0.0016249
R8	0.4	153.94235	111.86523	1.3761413	0.2095672	0.2908926	0.000	MS	0.3147335	0.0014062	0.0014062
R9	0.4	42.95625	31.215	1.3761413	0.0584779	0.2908926	0.000	MS	0.3473688	0.00035552	0.0003555
R10	0.4	155.30168	112.853	1.3761413	0.2114177	0.2908926	0.000	MS	0.3143338	0.00142042	0.0014204
R11	0.4	153.94235	111.86523	1.3761413	0.2095672	0.2908926	0.000	MS	0.3147335	0.0014062	0.0014062
R12	0.4	174.468	126.78059	1.3761413	0.2375095	0.2908926	0.000	MS	0.308698	0.00162486	0.0016249
R13	0.4	96.336667	70.004925	1.3761413	0.1311465	0.2908926	0.000	MS	0.3316724	0.00083506	0.0008351
R14	0.4	123.34594	89.631745	1.3761413	0.1679152	0.2908926	0.000	MS	0.3237303	0.0010954	0.0010954
R15	0.4	104.81122	76.163126	1.3761413	0.1426832	0.2908926	0.000	MS	0.3291804	0.00091539	0.0009154
R16	0.4	96.336667	70.004925	1.3761413	0.1311465	0.2908926	0.000	MS	0.3316724	0.00083506	0.0008351
R17	0.4	96.336667	70.004925	1.3761413	0.1311465	0.2908926	0.000	MS	0.3316724	0.00083506	0.0008351
R18	0.4	97.929247	71.162205	1.3761413	0.1333146	0.2908926	0.000	MS	0.3312041	0.00085006	0.0008501
R19	0.4	118.80728	86.333637	1.3761413	0.1617366	0.2908926	0.000	MS	0.3250649	0.00105077	0.0010508
R20	0.4	104.72467	76.100233	1.3761413	0.1425654	0.2908926	0.000	MS	0.3292059	0.00091456	0.0009146
R21	0.4	97.929247	71.162205	1.3761413	0.1333146	0.2908926	0.000	MS	0.3312041	0.00085006	0.0008501
R22	0.4	97.929247	71.162205	1.3761413	0.1333146	0.2908926	0.000	MS	0.3312041	0.00085006	0.0008501

**CALCUL DES ARMATURES EN TRAVEES SUIVANT LX**

DALLE		Mtux	Mtserx	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	méthode	Zb	Au	verifier Am
R1	0.4	123.99508	90.103455	1.3761413	0.1687989	0.2908926	0.000	MS	0.3235394	0.00110182	0.0011018
R2	0.4	123.99508	90.103455	1.3761413	0.1687989	0.2908926	0.000	MS	0.3235394	0.00110182	0.0011018
R3	0.4	37.273496	27.085516	1.3761413	0.0507417	0.2908926	0.000	MS	0.3490398	0.00030701	0.000307
R4	0.4	32.888379	31.215	1.0536082	0.0447721	0.1799412	0.000	MS	0.3503292	0.0002699	0.0002699
R5	0.4	34.776908	25.271321	1.3761413	0.047343	0.2908926	0.000	MS	0.3497739	0.00028585	0.0002858
R6	0.4	123.99508	90.103455	1.3761413	0.1687989	0.2908926	0.000	MS	0.3235394	0.00110182	0.0011018
R7	0.4	109.40743	79.503049	1.3761413	0.1489402	0.2908926	0.000	MS	0.3278289	0.00095947	0.0009595
R8	0.4	109.40743	79.503049	1.3761413	0.1489402	0.2908926	0.000	MS	0.3278289	0.00095947	0.0009595
R9	0.4	10.739063	7.80375	1.3761413	0.0146195	0.2908926	0.000	MS	0.3568422	8.6521E-05	0.0001739
R10	0.4	132.33671	96.165059	1.3761413	0.1801547	0.2908926	0.000	MS	0.3210866	0.00118493	0.0011849
R11	0.4	109.40743	79.503049	1.3761413	0.1489402	0.2908926	0.000	MS	0.3278289	0.00095947	0.0009595
R12	0.4	109.40743	79.503049	1.3761413	0.1489402	0.2908926	0.000	MS	0.3278289	0.00095947	0.0009595
R13	0.4	36.889091	26.80618	1.3761413	0.0502184	0.2908926	0.000	MS	0.3491528	0.00030375	0.0003037
R14	0.4	30.836486	22.407936	1.3761413	0.0419788	0.2908926	0.000	MS	0.3509326	0.00025262	0.0002526
R15	0.4	28.771109	20.90709	1.3761413	0.0391671	0.2908926	0.000	MS	0.3515399	0.0002353	0.0002353
R16	0.4	32.549198	23.652512	1.3761413	0.0443104	0.2908926	0.000	MS	0.350429	0.00026704	0.000267
R17	0.4	36.889091	26.80618	1.3761413	0.0502184	0.2908926	0.000	MS	0.3491528	0.00030375	0.0003037
R18	0.4	24.769099	17.998951	1.3761413	0.0337191	0.2908926	0.000	MS	0.3527167	0.00020189	0.0002019
R19	0.4	29.70182	21.583409	1.3761413	0.0404341	0.2908926	0.000	MS	0.3512662	0.0002431	0.0002431
R20	0.4	26.181168	19.025058	1.3761413	0.0356414	0.2908926	0.000	MS	0.3523015	0.00021365	0.0002137
R21	0.4	24.482312	17.790551	1.3761413	0.0333286	0.2908926	0.000	MS	0.352801	0.00019951	0.0001995
R22	0.4	24.769099	17.998951	1.3761413	0.0337191	0.2908926	0.000	MS	0.3527167	0.00020189	0.0002019

### CALCUL DES ARMATURES EN TRAVEES SUIVANT LY

# ANNEXE 4

## ANNEXE IV-1

CALCUL DES MOMENTS MAXIMAUX SUR APPUIS PAR METHODE DE CAQUOT

Poutres	TRAVEE 1			TRAVEE 2				TRAVEE 3					
	L1	G1	Q1	L2	G2	Q2	Mu2	Mser2	L3	G3	Q3	Mu3	Mser3
Poutre 1	3.4	60.41	10.602	3.8	60.41	10.602	-127.489944	-92.8959361	1.5	96.61	19.0836	-88.8196179	-64.7086029
Poutre 2	3.4	96.497	21.204	3.8	96.497	21.204	-212.029066	-153.976448	7	168.8946	38.1672	-790.645595	-573.931012
Poutre 3	7	135.0773	30.2436	3.5	98.6073	19.0836	-1041.5626	-756.23239	3.5	98.6073	19.0836	-208.044834	-151.37992
Poutre 4	3.4	94.497	21.204	3.8	94.497	21.204	-208.496926	-151.360048	2.5	145.6662	30.5784	-159.170281	-115.588154
Poutre 5	3.4	94.497	21.204	3.8	94.497	21.204	-208.496926	-151.360048	2.5	179.4835	38.502	-170.586701	-123.870079
Poutre 6	3.5	83.2709	15.9588	3.5	72.1109	15.9588	-197.257026	-143.401103					
Poutre 7	3.4	96.497	21.204	3.8	96.497	21.204	-212.029066	-153.976448	7	168.8946	38.1672	-790.645595	-573.931012
Poutre 8	3.4	60.4085	10.602	3.8	60.4085	10.602	-127.489944	-92.8959361	7	96.6073	19.0836	-443.704033	-322.803458
Poutre 9	6	88.605	16.74	6	88.605	16.74	-547.067115	-398.2041	10.5	100.5125	19.53	-1077.59471	-784.090759
Poutre 10	2	183.865	39.06	6.5	172.705	39.06	-172.705	-547.9037	2	183.865	39.06	-754.786215	-547.9037
Poutre 11	6	160.05	33.48	6	160.05	33.48	-1006.56675	-731.5434	2	100.5125	19.53	-588.37995	-427.6282
Poutre 12	6	140.7929	31.5828	6	146.0322	32.8104	-908.951147	-659.857778	2	69.3479	14.8428	-541.4063	-393.035272
Poutre 13	6	143.8558	29.6856	4.7	143.8558	29.6856	-822.962914	-598.231914	3.3	143.8558	29.6856	-333.654261	-242.541461
Poutre 14	6	80.5079	14.8428	4.7	80.5079	14.8428	-451.410375	-328.692933	3.3	80.5079	14.8428	-183.015531	-133.262138

N.B.:  
L en m  
G (Q) en KN/m  
Mu (ser)en KN/m

Poutres	TRAVEE 3			TRAVEE 4				TRAVEE 5					
	L3	G3	Q3	L4	G4	Q4	Mu4	Mser4	L5	G5	Q5	Mu5	Mser5
Poutre 1	1.5	96.61	19.0836	4	96.6073	19.0836	-155.86435	-113.377082	1.5	96.6073	19.0836	-155.86435	-113.377082
Poutre 2	7	168.8946	38.1672	7	168.8946	38.1672	-1467.65503	-1065.33296					
Poutre 3	3.5	98.6073	19.0836										
Poutre 4	2.5	145.6662	30.5784	4.5	145.6662	30.5784	-462.297974	-335.966269					
Poutre 5	2.5	179.4835	38.502	4.5	179.4835	38.502	-571.981226	-415.534859					
Poutre 6													
Poutre 7	7	168.8946	38.1672	7	155.5582	35.0424	-1390.44145	-1009.31916					
Poutre 8	7	96.6073	19.0836	3.5	96.6073	19.0836	-467.59305	-340.131246	3.5	96.6073	19.0836	-204.571959	-148.80742
Poutre 9	10.5	100.5125	19.53	4	64.79	11.16	-1090.54978	-793.517236	6	88.605	16.74	-471.136095	-342.978935
Poutre 10	2	183.865	39.06										
Poutre 11	2	100.5125	19.53	6.5	172.2287	38.9484	-764.3945	-554.869187	2	181.9598	38.6136	-774.828703	-562.438572
Poutre 12	2	69.3479	14.8428	6.5	146.5085	32.922	-647.585769	-470.114133	6	140.7929	31.5828	-762.668505	-553.659214
Poutre 13	3.3	143.8558	29.6856	6.5	133.6484	29.9088	-575.095831	-417.579211	3.3	132.6958	29.6856	-570.67602	-414.305277
Poutre 14	3.3	80.5079	14.8428	6.5	80.9842	14.9544	-333.800893	-243.05107	3.3	80.5079	14.8428	-333.800893	-243.05107

Poutres	TRAVEE 5			TRAVEE 6				TRAVEE 7					
	L5	G5	Q5	L6	G6	Q6	Mu6	Mser6	L7	G7	Q7	Mu7	Mser7
Poutre 1	1.5	96.6073	19.0836	3.5	96.6073	19.0836	-117.693489	-85.611266	3.5	96.6073	19.0836	-204.571959	-148.80742
Poutre 2													
Poutre 3													
Poutre 4													
Poutre 5													
Poutre 6													
Poutre 7													
Poutre 8	3.5	96.6073	19.0836										
Poutre 9	6	88.605	16.74										
Poutre 10													
Poutre 11	2	181.9598	38.6136	4	136.235	27.9	-225.035107	-163.589696	6	160.05	33.48	-882.01143	-641.044235
Poutre 12	6	140.7929	31.5828	6	140.7929	31.5828	-897.540645	-651.580146					
Poutre 13	3.3	132.6958	29.6856	2.7	143.8558	29.6856	-169.82591	-123.350877	6	80.5079	14.8428	-470.144865	-342.289349
Poutre 14	3.3	80.5079	14.8428	2.7	80.5079	14.8428	-97.1124199	-70.7120791	6	80.9842	14.9544	-456.18706	-332.163802

**MOMENTS SUR APPUIS**

	Mu2	Mser2	Mu3	Mser3	Mu4	Mser4	Mu5	Mser5	Mu6	Mser6	Mu7	Mser7
Poutre 1	-127.48994	-92.895936	-88.819618	-64.708603	-155.86435	-113.37708	-155.86435	-113.37708	-117.69349	-85.611266	-204.57196	-148.80742
Poutre 2	-212.02907	-153.97645	-790.6456	-573.93101	-1467.655	-1065.333						
Poutre 3	-1041.5626	-756.23239	-208.04483	-151.37992								
Poutre 4	-208.49693	-151.36005	-159.17028	-115.58815	-462.29797	-335.96627						
Poutre 5	-208.49693	-151.36005	-170.5867	-123.87008	-571.98123	-415.53486						
Poutre 6	-197.25703	-143.4011										
Poutre 7	-212.02907	-153.97645	-790.6456	-573.93101	-1390.4414	-1009.3192						
Poutre 8	-127.48994	-92.895936	-443.70403	-322.80346	-467.59305	-340.13125	-204.57196	-148.80742				
Poutre 9	-547.06712	-398.2041	-1077.5947	-784.09076	-1090.5498	-793.51724	-471.1361	-342.97893				
Poutre 10	-754.78622	-547.9037	-754.78622	-547.9037								
Poutre 11	-1006.5668	-731.5434	-588.37995	-427.6282	-764.3945	-554.86919	-774.8287	-562.43857	-225.03511	-163.5897	-882.01143	-641.04423
Poutre 12	-908.95115	-659.85778	-541.4063	-393.03527	-647.58577	-470.11413	-762.66851	-553.65921	-897.54064	-651.58015		
Poutre 13	-822.96291	-598.23191	-333.65426	-242.54146	-575.09583	-417.57921	-570.67602	-414.30528	-169.82591	-123.35088	-470.14487	-342.28935
Poutre 14	-451.41037	-328.69293	-183.01553	-133.26214	-333.80089	-243.05107	-333.80089	-243.05107	-97.11242	-70.712079	-456.18706	-332.1638

**MOMENTS SUR TRAVEES**

	Mtu1	Mtser1	Mtu2	Mtser2	Mtu3	Mtser3	Mtu4	Mtser4	Mtu5	Mtser5	Mtu6	Mtser6	Mtu7	Mtser7
Poutre 1	87.6785512	63.6753382	74.8242765	54.1183491	-53.69129	-40.206598	163.631407	118.941549	-67.548455	-50.503616	96.4075053	69.3873648	156.95683	113.867972
Poutre 2	146.973508	106.324188	-79.225764	-61.089105	730.697177	524.619877	1130.18736	818.000746						
Poutre 3	925.876522	671.947495	-78.711783	-60.300282	159.536427	115.778864								
Poutre 4	144.639579	104.595194	120.777923	86.6850094	-50.21114	-38.941901	407.350561	295.861672						
Poutre 5	144.639579	104.595194	116.132183	83.240528	-47.477077	-37.320745	504.060028	365.974785						
Poutre 6	137.103893	99.5521997	117.440613	84.9917156										
Poutre 7	146.973508	106.324188	-79.225764	-61.089105	759.293346	545.756193	1027.61649	743.606385						
Poutre 8	87.6785512	63.6753382	-44.045141	-33.876232	526.439388	382.431965	-31.369191	-25.492094	156.95683	113.867972				
Poutre 9	419.252593	304.380441	-29.808948	-28.019192	1205.78767	876.287711	-365.24965	-271.57652	440.061747	320.110415				
Poutre 10	0.00140041	0.02520033	781.086431	566.567034	0.00140041	0.02520033								
Poutre 11	773.461883	560.578615	469.305603	337.460236	-450.65392	-334.55136	770.155756	558.816223	-177.05157	-131.73498	11.6141496	5.11532915	805.483628	584.933212
Poutre 12	687.383242	497.519422	447.094093	321.193028	-411.81609	-305.63138	633.945733	458.230358	850.389089	706.770537	691.018809	500.208476		
Poutre 13	714.530191	518.664888	164.332059	115.736924	-49.263183	-39.793945	629.983199	456.553659	10.3250483	4.81305904	-37.269061	-29.624416	380.402168	276.836884
Poutre 14	391.33348	284.568565	87.1441294	61.5616641	-38.09352	-29.845906	368.589531	267.978993	3.82242086	1.43155768	-69.134764	-51.727874	388.153491	282.540593



CALCUL MOMENTS MAXIMAUX EN TRAVEE PAR METHODE DE CAQUOT

POUTRE 1

			Muw	Mserw	Mtymax
			0	0	87,6785512
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
3,4	60,4085	10,602	-118,81785	-87,1145404	63,6753382
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,8	60,4085	10,602	1,34140768	1,3391812	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
3,4	60,4085	10,602	-115,35773	-84,8077954	74,8242765
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,8	60,4085	10,602	-87,361343	-63,7364195	<b>54,1183491</b>
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
1,5	96,6073	19,0836	1,97559911	1,97808844	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
3,8	60,4085	10,602	-75,647853	-55,9274264	-53,69129
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
1,5	96,6073	19,0836	-129,2167	-95,6119853	-40,206598
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
4	96,6073	19,0836	0,52545657	0,52131847	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtymax
1,5	96,6073	19,0836	-154,4591	-112,440251	163,631407
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
4	96,6073	19,0836	154,4591	-112,440251	118,941549
L5	G5	Q5	xuo	xsero	
1,5	96,6073	19,0836	2	2	

L4	G4	Q4	Muw	Mserw	Mtymax
4	96,6073	19,0836	-129,2167	-95,6119853	67,548455
L5	G5	Q5	Mue	Msere	Mtsermax
1,5	96,6073	19,0836	-98,056464	-72,5199164	-50,503616
L6	G6	Q6	xuo	xsero	
3,5	96,6073	19,0836	0,88061373	0,88306762	

L5	G5	Q5	Muw	Mserw	Mtymax
1,5	96,6073	19,0836	-116,14772	-84,5807516	96,4075053
L6	G6	Q6	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	96,6073	19,0836	-180,22049	-132,573108	69,3873648
L7	G7	Q7	xuo	xsero	
3,5	96,6073	19,0836	1,6348975	1,6314764	

L6	G6	Q6	Muw	Mserw	Mtymax
3,5	96,6073	19,0836	192,10401	-140,495452	156,95683
L7	G7	Q7	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	96,6073	19,0836	0	0	113,867972
			xuo	xsero	
			2,09510215	2,09697247	

POUTRE 2

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	146,973508
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
3,4	96,497	21,204	194,66488	-142,413657	106,324188
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,8	96,497	21,204	1,34670943	1,34412902	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
3,4	96,497	21,204	187,76464	-137,800167	-79,225764
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,8	96,497	21,204	645,18616	-476,958052	-61,089105
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
7	166,8946	38,1672	1,15730289	1,14170504	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
3,8	96,497	21,204	777,71775	565,31245	730,697177
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
7	166,8946	38,1672	-1272,8433	-935,458461	524,619877
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
7	166,8946	38,1672	3,25204169	3,24462696	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtymax
7	166,8946	38,1672	-1367,9114	-998,837217	1130,18736
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
7	166,8946	38,1672	0	0	818,000746
			xuo	xsero	
0	0	0	4,18504851	4,18912291	

POUTRE 3

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	925,676522
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
7	135,0773	30,2436	-1033,5475	-750,88898	671,947495
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,5	98,6073	19,0836	2,8516169	2,8511416	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
7	135,0773	30,2436	-529,3895	-391,4477	-78,711783
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	98,6073	19,0836	-183,69337	-135,14561	-80,300262
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
3,5	98,6073	19,0836	2,36065361	2,3722161	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
3,5	98,6073	19,0836	-195,57688	-143,06795	159,536427
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	98,6073	19,0836	0	0	115,778864
			xuo	xsero	
0	0	0	2,09547603	2,0973213	

POUTRE 4

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	144,639579
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
3,4	94,497	21,204	-191,15274	-139,79726	104,595194
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,8	94,497	21,204	1,34724263	1,3446265	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
3,4	94,497	21,204	-184,2325	-135,18377	120,777923
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,8	94,497	21,204	-150,06957	-109,52101	86,6850094
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
2,5	145,6662	30,5784	1,9564087	1,958369	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
3,8	94,497	21,204	-137,00826	-100,81348	50,21114
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
2,5	145,6662	30,5784	-381,91942	-282,38056	-38,941901
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
4,5	145,6662	30,5784	0,84605111	0,8379202	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtymax
2,5	145,6662	30,5784	-455,24142	-331,2619	407,350561
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
4,5	145,6662	30,5784	0	0	295,861672
			xuo	xsero	
0	0	0	2,66714508	2,6676795	

POUTRE 5

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	144,639579
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
3,4	94,497	21,204	-191,15274	-139,79726	104,595194
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,8	94,497	21,204	1,34724263	1,3446265	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
3,4	94,497	21,204	-184,2325	-135,18377	116,132183
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,8	94,497	21,204	-159,12777	-116,23079	83,240528
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
2,5	179,4835	38,502	1,94145209	1,9431079	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
3,8	94,497	21,204	-148,42468	-109,0954	47,477077
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
2,5	179,4835	38,502	-470,77465	-348,06381	-37,320745
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
4,5	179,4835	38,502	0,82027987	0,8114967	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtymax
2,5	179,4835	38,502	-563,09615	-409,61147	504,060028
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
4,5	179,4835	38,502	0	0	365,974785
			xuo	xsero	
0	0	0	2,66703079	2,6675726	

CALCUL MOMENTS MAXIMAUX EN TRAVES PAR METHODE DE CAQUOT

POUTRE 6

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	137,103893
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	83,2709	15,9588	-158,39673	-115,822458	99,5521997
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,5	72,1109	15,9588	1,41609748	1,41650982	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
3,5	83,2709	15,9588	-152,14224	-111,189508	117,440613
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	72,1109	15,9588	0	0	84,9917156
			xuo	xsero	
0	0	0	2,1083969	2,11071919	

POUTRE 7

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	146,973508
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
3,4	96,497	21,204	-194,68488	-142,413657	106,324188
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,8	96,497	21,204	1,34670943	1,34412902	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
3,4	96,497	21,204	-187,76464	-137,800167	-79,225764
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,8	96,497	21,204	-646,16616	-476,958052	-61,089105
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
7	168,8946	38,1672	1,15730269	1,14170504	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
3,8	96,497	21,204	-777,71775	-565,31245	759,293346
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
7	168,8946	38,1672	1211,5792	-890,077655	545,756193
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
7	156,5582	35,0424	3,28272267	3,27593632	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtymax
7	168,8946	38,1672	1290,8978	942,823411	1027,81649
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
7	156,5582	35,0424	0	0	743,806385
			xuo	xsero	
0	0	0	4,20224089	4,20665601	

POUTRE 8

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	87,6785512
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
3,4	80,4085	10,602	-118,81785	-87,1145404	63,6753992
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
3,8	80,4085	10,602	1,34140768	1,3391812	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
3,4	80,4085	10,602	-115,36773	-84,8077954	-44,046141
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
3,8	80,4085	10,602	-370,97431	-274,316878	-33,876232
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
7	96,6073	19,0836	1,20975442	1,1976877	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
3,8	80,4085	10,602	-437,24011	-318,494177	526,439388
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
7	96,6073	19,0836	-458,24209	-323,80727	382,481385
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
3,5	96,6073	19,0836	3,48113667	3,48097369	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtymax
7	96,6073	19,0836	392,78534	250,256438	-31,369197
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	96,6073	19,0836	-180,22049	-132,573108	-25,492094
L5	G5	Q5	xuo	xsero	
3,5	96,6073	19,0836	2,13195869	2,13942767	

L4	G4	Q4	Muw	Mserw	Mtymax
3,5	96,6073	19,0836	192,10401	140,485452	156,056863
L5	G5	Q5	Mue	Msere	Mtsermax
3,5	96,6073	19,0836	0	0	113,886797
			xuo	xsero	
0	0	0	2,08811015	2,09697247	

POUTRE 9

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	419,252593
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
6	88,605	16,74	-614,92632	-376,7769	304,380441
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
6	88,605	16,74	2,4070132	2,4039	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
6	88,605	16,74	-484,29212	-356,3541	-29,808948
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
6	88,605	16,74	-913,16987	-674,4742	-28,019192
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
10,5	100,5125	19,53	2,50610633	2,4967012	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
6	88,605	16,74	-1051,2977	-796,56941	1296,78707
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
10,5	100,5125	19,53	-1084,6388	-789,5766	876,287711
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
4	64,79	11,16	5,23075395	5,2317389	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtymax
10,5	100,5125	19,53	-903,44564	-668,78115	-365,24966
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
4	64,79	11,16	-397,4437	-293,85067	-271,57652
L5	G5	Q5	xuo	xsero	
6	88,605	16,74	3,21394044	3,2341359	

L4	G4	Q4	Muw	Mserw	Mtymax
4	64,79	11,16	-463,68316	-338,01031	440,061747
L5	G5	Q5	Mue	Msere	Mtsermax
6	88,605	16,74	0	0	320,110415
			xuo	xsero	
0	0	0	3,53397541	3,5347672	

POUTRE 10

			Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	0,00140041
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
2	183,865	39,06	-811,76152	-452,5539	0,02329033
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
6,5	172,705	39,06	0,00302141	0,0150362	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtymax
2	183,865	39,06	-772,75595	-581,19419	781,086431
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
6,5	172,705	39,06	-746,64872	-542,4787	566,567034
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
2	183,865	39,06	3,26376731	3,2636967	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtymax
6,5	172,705	39,06	-611,79152	-452,5539	0,00140041
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
2	183,865	39,06	0	0	0,02329033
			xuo	xsero	
0	0	0	1,99697058	2,0190382	

G,Q en KN/ml  
xo en mètres  
M,Mt en KN.m

Mt max concerne la travée  
en gras

**CALCUL MOMENTS MAXIMAUX EN TRAVÉES PAR METHODE DE CAQUOT**

**POUTRE 11**

				Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	0	773,461883
<b>L1</b>	G1	Q1		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6	160,05	33,48		-942,28515	-688,689	560,578615
<b>L2</b>	G2	Q2		xuo	xsero	
6	160,05	33,48		2,41023321	2,40690591	

L1	G1	Q1		Muw	Mserw	Mtymax
6	160,05	33,48		-881,01675	-647,8434	469,305603
<b>L2</b>	G2	Q2		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6	160,05	33,48		586,03635	-426,0658	337,460236
<b>L3</b>	G3	Q3		xuo	xsero	
2	100,5125	19,53		3,18462526	3,1909933	

L2	G2	Q2		Muw	Mserw	Mtymax
6	160,05	33,48		-478,90475	355,3114	-450,65392
<b>L3</b>	G3	Q3		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
2	100,5125	19,53		-613,38926	-454,199028	-334,55136
<b>L4</b>	G4	Q4		xuo	xsero	
6,5	172,2287	38,9484		0,5954693	0,58811409	

L3	G3	Q3		Muw	Mserw	Mtymax
2	100,5125	19,53		762,18876	-553,398693	770,155756
<b>L4</b>	G4	Q4		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6,5	172,2287	38,9484		-770,46764	-559,531195	556,816223
<b>L5</b>	G5	Q5		xuo	xsero	
2	181,9598	36,6136		3,24562208	3,24553237	

L4	G4	Q4		Muw	Mserw	Mtymax
6,5	172,2287	38,9484		-623,62346	-461,766414	-177,05157
<b>L5</b>	G5	Q5		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
2	181,9598	36,6136		189,32311	-139,781696	-131,73498
<b>L6</b>	G6	Q6		xuo	xsero	
4	136,235	27,9		1,71566014	1,72988565	

L5	G5	Q5		Muw	Mserw	Mtymax
2	181,9598	36,6136		-218,85693	-159,470912	11,6141496
<b>L6</b>	G6	Q6		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
4	136,235	27,9		-734,62665	-542,787713	5,11532915
<b>L7</b>	G7	Q7		xuo	xsero	
6	160,05	33,48		1,42887009	1,41615621	

L6	G6	Q6		Muw	Mserw	Mtymax
4	136,235	27,9		-863,37908	-628,62267	805,483628
<b>L7</b>	G7	Q7		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6	160,05	33,48		0	0	584,935212
				xuo	xsero	
0	0	0		3,54038028	3,5413654	

**POUTRE 12**

				Muw	Mserw	Mtymax
0	0	0	0	0	0	687,383242
<b>L1</b>	G1	Q1		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6	140,7929	31,5828		-845,95518	-617,86047	497,519422
<b>L2</b>	G2	Q2		xuo	xsero	
6	146,0322	32,8104		2,40620877	2,4026029	

L1	G1	Q1		Muw	Mserw	Mtymax
6	140,7929	31,5828		-790,51565	-580,90078	447,094093
<b>L2</b>	G2	Q2		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6	146,0322	32,8104		-539,62516	-391,84785	321,193028
<b>L3</b>	G3	Q3		xuo	xsero	
2	69,3479	14,8428		3,16973225	3,1761819	

L2	G2	Q2		Muw	Mserw	Mtymax
6	146,0322	32,8104		-435,1006	-322,16481	-411,81609
<b>L3</b>	G3	Q3		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
2	69,3479	14,8428		-519,94524	-385,02045	-305,63138
<b>L4</b>	G4	Q4		xuo	xsero	
6,5	146,5085	32,922		0,63392387	0,6267068	

L3	G3	Q3		Muw	Mserw	Mtymax
2	69,3479	14,8428		-645,90941	-468,99656	633,945733
<b>L4</b>	G4	Q4		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6,5	146,5085	32,922		-697,17841	-509,99915	468,230368
<b>L5</b>	G5	Q5		xuo	xsero	
6	140,7929	31,5828		3,21808854	3,2148438	

L4	G4	Q4		Muw	Mserw	Mtymax
6,5	146,5085	32,922		-675,87294	-655,95432	850,389089
<b>L5</b>	G5	Q5		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6	140,7929	31,5828		-779,10514	-400,85581	706,770537
<b>L6</b>	G6	Q6		xuo	xsero	
6	140,7929	31,5828		2,92753945	3,2466497	

L5	G5	Q5		Muw	Mserw	Mtymax
6	140,7929	31,5828		-836,90167	-611,15416	691,018809
<b>L6</b>	G6	Q6		Mue	Msere	<b>Mtsermax</b>
6	140,7929	31,5828		0	0	500,208479
				xuo	xsero	
0	0	0		3,58743641	3,5909129	

G,Q en KN/ml  
xo en mètres  
M,Mt en KN.m

Mt max concerne la travée  
en gras



CALCUL MOMENTS MAXIMAUX EN TRAVEES PAR METHODE DE CAQUOT

POUTRE 13

			Muw	Mserw	Mtumax
0	0	0	0	0	714,530191
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
6	143,8558	29,6856	-792,64769	-578,021763	518,664888
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
4,7	143,8558	29,6856	2,44663057	2,44487621	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtumax
6	143,8558	29,6856	-699,77984	-516,109865	164,332059
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
4,7	143,8558	29,6856	-317,65209	-231,873347	115,736924
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
3,3	143,8558	29,6856	2,69056259	2,69848085	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtumax
4,7	143,8558	29,6856	-287,42354	-211,72098	-49,263183
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
3,3	143,8558	29,6856	-474,51986	-350,528564	-39,793945
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
6,5	133,6484	29,9088	1,41251427	1,40762035	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtumax
3,3	143,8558	29,6856	-562,03283	-408,870546	629,983199
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
6,5	133,6484	29,9088	-557,61302	-405,596612	456,553659
L5	G5	Q5	xuo	xsero	
3,3	132,6958	29,6856	3,25301822	3,25307955	

L4	G4	Q4	Muw	Mserw	Mtumax
6,5	133,6484	29,9088	-470,10005	-347,25463	10,3250483
L5	G5	Q5	Mue	Msere	Mtsermax
3,3	132,6958	29,6856	158,13988	-115,560188	4,81305904
L6	G6	Q6	xuo	xsero	
2,7	143,8558	29,6856	2,07265098	2,0823798	

L5	G5	Q5	Muw	Mserw	Mtumax
3,3	132,6958	29,6856	-148,48968	-109,126725	-37,269061
L6	G6	Q6	Mue	Msere	Mtsermax
2,7	143,8558	29,6856	-396,47656	-293,177143	-29,624416
L7	G7	Q7	xuo	xsero	
6	80,5079	14,8428	0,96527434	0,95720139	

L6	G6	Q6	Muw	Mserw	Mtumax
2,7	143,8558	29,6856	-463,27073	-337,70659	380,402168
L7	G7	Q7	Mue	Msere	Mtsermax
6	80,5079	14,8428	0	0	276,836884
			xuo	xsero	
0	0	0	3,58962862	3,59028861	

POUTRE 14

			Muw	Mserw	Mtumax
0	0	0	0	0	391,33348
L1	G1	Q1	Mue	Msere	Mtsermax
6	80,5079	14,8428	-436,25276	-318,58786	284,568565
L2	G2	Q2	xuo	xsero	
4,7	80,5079	14,8428	2,44475855	2,4431297	

L1	G1	Q1	Muw	Mserw	Mtumax
6	80,5079	14,8428	-389,81884	-287,63191	87,1441294
L2	G2	Q2	Mue	Msere	Mtsermax
4,7	80,5079	14,8428	-175,01445	-127,92808	61,5616641
L3	G3	Q3	xuo	xsero	
3,3	80,5079	14,8428	2,69901191	2,7063638	

L2	G2	Q2	Muw	Mserw	Mtumax
4,7	80,5079	14,8428	-159,90017	-117,8519	-38,09352
L3	G3	Q3	Mue	Msere	Mtsermax
3,3	80,5079	14,8428	-283,51291	-209,52575	-29,845906
L4	G4	Q4	xuo	xsero	
6,5	80,9842	14,9544	1,3639485	1,358655	

L3	G3	Q3	Muw	Mserw	Mtumax
3,3	80,5079	14,8428	-327,2694	-236,69674	368,589531
L4	G4	Q4	Mue	Msere	Mtsermax
6,5	80,9842	14,9544	-327,2694	-236,69674	267,978993
L5	G5	Q5	xuo	xsero	
3,3	80,5079	14,8428	3,25	3,25	

L4	G4	Q4	Muw	Mserw	Mtumax
6,5	80,9842	14,9544	-283,51291	-209,52575	3,82242086
L5	G5	Q5	Mue	Msere	Mtsermax
3,3	80,5079	14,8428	-91,269403	-66,816735	1,43155768
L6	G6	Q6	xuo	xsero	
2,7	80,5079	14,8428	2,09486955	2,1035379	

L5	G5	Q5	Muw	Mserw	Mtumax
3,3	80,5079	14,8428	-86,444306	-63,600003	-69,134764
L6	G6	Q6	Mue	Msere	Mtsermax
2,7	80,5079	14,8428	-381,96485	-282,68233	-51,727874
L7	G7	Q7	xuo	xsero	
6	80,9842	14,9544	0,51416825	0,4990193	

L6	G6	Q6	Muw	Mserw	Mtumax
2,7	80,5079	14,8428	-452,74999	-329,87242	388,153491
L7	G7	Q7	Mue	Msere	Mtsermax
6	80,9842	14,9544	0	0	282,540593
			xuo	xsero	
0	0	0	3,57269412	3,5730617	

G,Q en KN/mi  
xo en mètres  
M,Mt en KN.m

Mt max concerne la travée  
en gras

CALCUL ACIERS LONGITUDINAUX EN TRAVEES AVEC A's

Poutres	b	h	Mtu1	Mtser1	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	Mlu	osce	A'u	$\alpha_l$	Zbl	Au	
Poutre 10		0,3	0,4	0,00140041	0,02520033	0,056	0,000	-0,163	1,000	-0,090	-61,496	-45,7415467	-0,18981716	0,38733367	1,40596078
Poutre 11		0,3	0,5	773,461883	560,578615	1,380	0,899	0,292	1,000	0,251	236,445	55,1907057	0,44403817	0,37007313	57,0536136
Poutre 12		0,3	0,5	687,383242	497,519422	1,382	0,799	0,293	1,000	0,252	236,865	45,949462	0,44528265	0,36984912	50,8818488
Poutre 14		0,3	0,4	391,33348	284,568565	1,375	0,710	0,291	1,000	0,160	235,416	30,6975359	0,44099309	0,296497	36,2985162
				Mtu2	Mtser2				0,000						
Poutre 11		0,3	0,5	469,305603	337,460236	1,391	0,545	0,296	1,000	0,255	238,907	22,4549847	0,45136923	0,36875354	35,2822735
Poutre 12		0,3	0,5	447,094093	321,193028	1,392	0,519	0,296	1,000	0,255	239,195	20,0668253	0,45223149	0,36859833	33,6965231
				Mtu3	Mtser3										
Poutre 2		0,3	0,6	730,697177	524,619877	1,393	0,589	0,297	1,000	0,368	239,383	31,5916705	0,45279303	0,44219671	45,6479883
Poutre 7		0,3	0,6	759,293346	545,756193	1,391	0,613	0,296	1,000	0,367	239,035	34,1873036	0,45175257	0,44242145	47,3452667
Poutre 8		0,3	0,5	526,439388	382,431965	1,377	0,612	0,291	1,000	0,251	235,725319	20,2815000	0,44136700	0,37045000	39,2734141
Poutre 9		0,3	0,7	1205,78767	876,287711	1,376	0,715	0,291	1,000	0,491	235,604051	0,00541965	0,44154892	0,51872967	0,0063908
				Mtu4	Mtser4										
Poutre 1		0,3	0,4	163,631407	118,941549	1,376	0,297	0,291	1,000	0,160	235,539	0,45747295	0,44135718	0,29644457	15,8446247
Poutre 2		0,3	0,6	1130,18736	818,000746	1,382	0,912	0,293	1,000	0,363	236,870	67,4817255	0,44529932	0,44381535	69,4650756
Poutre 4		0,3	0,4	407,350561	295,861672	1,377	0,739	0,291	1,000	0,160	235,786	32,7308	0,44208746	0,29633941	37,7480268
Poutre 5		0,3	0,4	504,060028	365,974785	1,377	0,915	0,291	1,000	0,160	235,894	45,515291	0,44240709	0,29629338	46,4397417
Poutre 7		0,3	0,6	1027,61649	743,606385	1,382	0,829	0,293	1,000	0,363	236,936	58,4333716	0,44549318	0,44377347	63,3244004
Poutre 11		0,3	0,5	770,155756	558,816223	1,378	0,895	0,292	1,000	0,251	236,093	54,9719931	0,44299525	0,37026085	56,8034081
Poutre 14		0,3	0,4	368,589531	267,978993	1,375	0,669	0,291	1,000	0,160	235,474	27,6649919	0,44116598	0,2964721	34,2567925
				Mtu6	Mtser6										
Poutre 12		0,3	0,5	691,018809	500,208476	1,381	0,803	0,293	1,000	0,252	236,829	46,3451721	0,44517625	0,36986827	51,1418616
				Mtu7	Mtser7										
Poutre 11		0,3	0,5	805,483628	584,933212	1,377	0,936	0,291	1,000	0,251	235,837	58,8124473	0,44223687	0,37039736	59,3334494
Poutre 13		0,3	0,4	380,402168	276,836884	1,374	0,690	0,290	1,000	0,160	235,173	29,3038635	0,44027619	0,29660023	35,3095646
Poutre 14		0,3	0,4	386,153491	282,540593	1,374	0,705	0,290	1,000	0,160	235,104	30,3504001	0,4400738	0,29662937	36,0040329

Mtu et Mtser sont en K.N.m : b et h en mètres, A's et As en cm<sup>2</sup>

**CALCUL ACIERS LONGITUDINAUX EN TRAVEES SANS A's PAR METHODE SIMPLIFIEE**

Poutres	b (m)	h(m)	Mtu1(KNm)	Mtser1(KNm)	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	methode	Zb(m)	Au ( m <sup>2</sup> )	verifier Amin	Au (cm <sup>2</sup> )
Poutre 1	0,3	0,4	87,67855124	63,67533822	1,376962474	0,159	0,291	0,000	MS	0,325624343	0,000774122	0,000774122	7,741220967
Poutre 2	0,3	0,6	146,9735081	106,3241882	1,382314886	0,119	0,293	0,000	MS	0,501584592	0,000842418	0,000842418	8,424183848
Poutre 4	0,3	0,4	144,6395788	104,5951936	1,382851103	0,263	0,293	0,000	MS	0,30329194	0,001371069	0,001371069	13,71068785
Poutre 5	0,3	0,4	144,6395788	104,5951936	1,382851103	0,263	0,293	0,000	MS	0,30329194	0,001371069	0,001371069	13,71068785
Poutre 6	0,3	0,4	137,1038934	99,55219967	1,377206067	0,249	0,291	0,000	MS	0,306246415	0,001287098	0,001287098	12,87098361
Poutre 7	0,3	0,6	146,9735081	106,3241882	1,382314886	0,119	0,293	0,000	MS	0,501584592	0,000842418	0,000842418	8,424183848
Poutre 8	0,3	0,5	87,67855124	63,67533822	1,376962474	0,102	0,291	0,000	MS	0,422499474	0,000596623	0,000596623	5,966232252
Poutre 9	0,4	0,7	419,2525932	304,3804412	1,377396628	0,186	0,291	0,000	MS	0,559553955	0,002154104	0,002154104	21,54104416
			<b>Mtu2</b>	<b>Mtser2</b>									
Poutre 1	0,3	0,4	74,82427649	54,11834908	1,382604565	0,136	0,293	0,000	MS	0,330664049	0,000650562	0,000650562	6,505617271
Poutre 2	0,3	0,6	-79,2257636	-61,0891052	1,296888591	-0,064	0,264	0,000	MS	0,560707746	-0,00040622	0,000195615	1,95615
Poutre 3	0,3	0,5	-78,7117827	-60,3002817	1,305330264	-0,091	0,267	0,000	MS	0,474688084	-0,00047672	0,000163013	1,630125
Poutre 4	0,3	0,4	120,7779233	86,68500937	1,393296536	0,219	0,297	0,000	MS	0,31264725	0,001110621	0,001110621	11,10621068
Poutre 5	0,3	0,4	116,1321834	83,24052797	1,395139918	0,211	0,297	0,000	MS	0,314468681	0,001061715	0,001061715	10,61715496
Poutre 6	0,3	0,4	117,4406131	84,9917156	1,381788945	0,213	0,293	0,000	MS	0,313955692	0,001075432	0,001075432	10,75431894
Poutre 7	0,3	0,6	-79,2257636	-61,0891052	1,296888591	-0,064	0,264	0,000	MS	0,560707746	-0,00040622	0,000195615	1,95615
Poutre 8	0,3	0,5	-44,045141	-33,8762323	1,300178266	-0,051	0,265	0,000	MS	0,463814833	-0,00027301	0,000163013	1,630125
Poutre 9	0,4	0,7	-29,8089483	-28,0191916	1,063876101	-0,013	0,183	0,000	MS	0,635008729	-0,00013496	0,00030429	3,0429
Poutre 14	0,3	0,4	87,14412941	61,56166408	1,415558379	0,158	0,304	0,000	MS	0,325833871	0,000768909	0,000768909	7,689088706
			<b>Mtu3</b>	<b>Mtser3</b>									
Poutre 1	0,3	0,4	-53,6912897	-40,2065983	1,335385037	-0,097	0,277	0,000	MS	0,381050455	-0,00040509	0,00013041	1,3041
Poutre 3	0,3	0,5	159,5364271	115,7788644	1,377940853	0,185	0,292	0,000	MS	0,39996113	0,001146767	0,001146767	11,46766607
Poutre 4	0,3	0,4	-50,2111397	-38,9419011	1,289385937	-0,091	0,261	0,000	MS	0,379686011	-0,0003802	0,00013041	1,3041
Poutre 5	0,3	0,4	-47,4770766	-37,3207447	1,272136368	-0,086	0,255	0,000	MS	0,378614082	-0,00036051	0,00013041	1,3041
Poutre 11	0,3	0,5	-450,653923	-334,551359	1,347039582	-0,524	0,281	0,000	MS	0,591348364	-0,00219095	0,000163013	1,630125
Poutre 12	0,3	0,5	-411,81609	-305,631381	1,347427378	-0,478	0,281	0,000	MS	0,579166813	-0,00204424	0,000163013	1,630125
Poutre 13	0,3	0,4	-49,2631827	-39,7939455	1,237956732	-0,089	0,243	0,000	MS	0,379314351	-0,00037338	0,00013041	1,3041
Poutre 14	0,3	0,4	-38,0935195	-29,8459062	1,276339852	-0,069	0,257	0,000	MS	0,374935121	-0,0002921	0,00013041	1,3041
			<b>Mtu4</b>	<b>Mtser4</b>									
Poutre 8	0,3	0,5	-31,3691909	-25,4920937	1,230545884	-0,036	0,241	0,000	MS	0,459839	-0,00019612	0,000163013	1,630125
Poutre 9	0,4	0,7	-365,249646	-271,576518	1,344923519	-0,162	0,280	0,000	MS	0,691372055	-0,00151884	0,00030429	3,0429



SUITE CALCUL ACIERS LONGITUDINAUX EN TRAVEES SANS A's PAR METHODE SIMPLIFIEE

		Mtu5	Mtser5								0,000 MS			
Poutre 1	0,3	0,4	-67,5484549	-50,5036163	1,337497386	-0,123	0,278	0,000	MS	0,386483359	-0,00050248	0,00013041	1,3041	
Poutre 11	0,3	0,5	-177,051574	-131,734984	1,343998149	-0,206	0,280	0,000	MS	0,505532525	-0,00100689	0,000163013	1,630125	
Poutre 13	0,3	0,4	10,3250483	4,813059036	2,145215387	0,019	0,555	0,000	MS	0,355951914	8,33938E-05	0,00013041	1,3041	
Poutre 14	0,3	0,4	3,822420858	1,431557684	2,670113053	0,007	0,736	0,000	MS	0,358501364	3,06535E-05	0,00013041	1,3041	
Poutre 8	0,3	0,5	156,9568296	113,8679724	1,378410684	0,182	0,292	0,000	MS	0,400770225	0,001125946	0,001125946	11,25946441	
Poutre 9	0,4	0,7	440,0617474	320,1104147	1,37471862	0,196	0,290	0,000	MS	0,556057441	0,002275238	0,002275238	22,75238488	
		Mtu6	Mtser6											
Poutre 1	0,3	0,4	96,40750528	69,38736483	1,389410097	0,175	0,295	0,000	MS	0,322202029	0,000860232	0,000860232	8,602318879	
Poutre 11	0,3	0,5	11,61414962	5,115329153	2,27045988	0,013	0,599	0,000	MS	0,446357202	7,48062E-05	0,000163013	1,630125	
Poutre 13	0,3	0,4	-37,2690606	-29,6244163	1,258052148	-0,068	0,250	0,000	MS	0,37461188	-0,00028602	0,00013041	1,3041	
Poutre 14	0,3	0,4	-69,1347641	-51,7278737	1,33650891	-0,125	0,277	0,000	MS	0,387105294	-0,00051345	0,00013041	1,3041	

CALCUL ACIERS LONGITUDINAUX EN TRAVEES SANS A's PAR METHODE EXACTE

Poutres	b	h	Mtu2	Mtser2	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	metho	$\alpha$	Zb	Au	verifier Amin Au
Poutre 13	0,3	0,4	164,3320591	115,7369238	1,419875816	0,298	0,306	0,000	ME	0,456041193	0,294330068	0,001605169	16,05168503
		Mtu7	Mtser7										
Poutre 1	0,3	0,4	156,9568296	113,8679724	1,378410684	0,285	0,292	0,000	ME	0,430119159	0,298062841	0,001513928	15,13928429

Mtu et Mtser sont en KN.m ; b et h en mètres; A's et As en cm<sup>2</sup>

Poutres	b(m)	h(m)	Mu2(KNm)	Mser2(KNm)	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	Mlu	$\sigma_{sce}(KNm^2)$	A'u(cm <sup>2</sup> )	$\alpha l$	Zbl(m)	Au(cm <sup>2</sup> )	
Poutre 3	0,3	0,5	1041,5626	756,23239	1,37730493	1,20995507	0,2912929	1	0,25075	235,89361	83,8099922	0,44240499	0,3703671	76,3034546	
Poutre 4	0,3	0,4	208,496926	151,360048	1,37748982	0,37844568	0,2913565	1	0,16052	235,93521	6,35502943	0,44252806	0,29627596	19,8867064	
Poutre 5	0,3	0,4	208,496926	151,360048	1,37748982	0,37844568	0,2913565	1	0,16052	235,93521	6,35502943	0,44252806	0,29627596	19,8867064	
Poutre 6	0,3	0,4	197,257026	143,401103	1,37556143	0,35804398	0,29069313	1	0,16015	235,501321	4,92374835	0,44124542	0,29646066	18,8645718	
Poutre 10	0,3	0,4	754,786215	547,9037	1,37758919	1,37002298	0,29139068	1	0,16054	235,957568	78,7019765	0,4425942	0,29626643	68,9674689	
Poutre 11	0,3	0,5	1006,56675	731,5434	1,37594947	1,16930134	0,29082662	1	0,25035	235,58863	80,2474213	0,44150336	0,3705294	73,777336	
Poutre 12	0,3	0,5	908,951147	659,857778	1,37749554	1,05590394	0,29135847	1	0,25081	235,936497	69,7371725	0,44253186	0,37034426	66,7736388	
Poutre 13	0,3	0,4	822,962914	598,231914	1,37565866	1,49377146	0,29072658	1	0,16017	235,523199	87,9415806	0,44131005	0,29645135	75,0803218	
Poutre 14	0,3	0,4	451,410375	328,692933	1,3733498	0,81936127	0,28993233	1	0,15973	235,003706	38,7863659	0,43977691	0,29667213	41,6843734	
			<b>Mu3</b>	<b>Mser3</b>											
Poutre 2	0,3	0,6	790,645595	573,931012	1,37759692	0,63782749	0,29139334	1	0,36121	235,959307	37,9158649	0,44259935	0,44439854	49,0890299	
Poutre 5	0,3	0,4	170,586701	123,870079	1,37711421	0,3096343	0,29123688	1	0,16045	235,856973	1,34293267	0,44229663	0,29630929	16,4785227	
Poutre 7	0,3	0,6	790,645595	573,931012	1,37759692	0,63782749	0,29139334	1	0,36121	235,959307	37,9158649	0,44259935	0,44439854	49,0890299	
Poutre 8	0,3	0,5	443,704033	322,803458	1,37453308	0,51543896	0,29033938	1	0,24993	235,269944	20,5903808	0,44056227	0,37069879	0,00333108	
Poutre 9	0,4	0,7	1077,59471	784,090759	1,37432395	0,47900992	0,29026744	1	0,65299	235,222889	32,2339108	0,44042341	0,5190133	0,00579697	
Poutre 10	0,3	0,4	754,786215	547,9037	1,37758919	1,37002298	0,29139068	1	0,16054	235,957568	78,7019765	0,4425942	0,29626643	68,9674689	
Poutre 11	0,3	0,5	588,37995	427,6282	1,37591475	0,68350506	0,29081468	1	0,25034	235,58082	35,8728992	0,44148028	0,37053355	43,7202214	
Poutre 12	0,3	0,5	541,4063	393,035272	1,37750054	0,62893704	0,29136019	1	0,25081	235,937622	30,7915538	0,44253519	0,37034367	40,3566902	
Poutre 13	0,3	0,4	333,654261	242,541461	1,37565866	0,6056205	0,29072658	1	0,16017	235,523199	23,0184839	0,44131005	0,29645135	31,1194921	
Poutre 14	0,3	0,4	183,015531	133,262138	1,3733498	0,33219404	0,28993233	1	0,15973	235,003706	3,09612507	0,43977691	0,29667213	17,5710455	
			<b>Mu4</b>	<b>Mser4</b>											
Poutre 2	0,3	0,6	1467,65503	1065,33296	1,37764914	1,18398272	0,2914113	1	0,36123	235,971056	97,6835933	0,44263411	0,44439103	89,63912	
Poutre 4	0,3	0,4	462,297974	335,966269	1,37602497	0,8391235	0,29085259	1	0,16024	235,605618	40,0641277	0,44155355	0,29641629	42,6795294	
Poutre 5	0,3	0,4	571,981226	415,534859	1,37649396	1,0382111	0,29101392	1	0,16033	235,711142	54,5759417	0,44186543	0,29637138	52,5367649	
Poutre 7	0,3	0,6	1390,44145	1009,31916	1,37760335	1,12169318	0,29139555	1	0,36121	235,960753	90,8722775	0,44260363	0,44439762	85,0139599	
Poutre 8	0,3	0,5	467,59305	340,131246	1,374743	0,54319019	0,29041159	1	0,24999	235,317175	23,1176034	0,44070168	0,3706737	35,0294435	
Poutre 9	0,4	0,7	1090,54978	793,517236	1,37432399	0,48476868	0,29026745	1	0,65299	235,222889	33,2174017	0,44042344	0,51901329	58,6348119	
Poutre 11	0,3	0,5	764,3945	554,869187	1,37761209	0,88797639	0,29139856	1	0,25084	235,96272	54,4101422	0,44260945	0,3703303	56,3846797	
Poutre 12	0,3	0,5	647,585769	470,114133	1,37750755	0,75228285	0,2913626	1	0,25081	235,939199	42,0418516	0,44253986	0,37034283	47,9883098	
Poutre 13	0,3	0,4	575,095831	417,579211	1,37721375	1,04386446	0,29126153	1	0,16046	235,873094	54,9330397	0,44234431	0,29630242	52,8211894	
Poutre 14	0,3	0,4	333,800893	243,05107	1,37337759	0,60588666	0,28994189	1	0,15974	235,009958	23,1457378	0,43979534	0,29666947	31,1181912	
			<b>Mu5</b>	<b>Mser5</b>											
Poutre 11	0,3	0,5	774,828703	562,438572	1,37762369	0,90009753	0,29140255	1	0,25085	235,965331	55,5146567	0,44261717	0,37032891	57,1347224	
Poutre 12	0,3	0,5	762,668505	553,659214	1,3775053	0,88597135	0,29136182	1	0,25081	235,938694	54,2361477	0,44253836	0,37034309	56,2597703	
Poutre 13	0,3	0,4	570,67602	414,305277	1,3774288	1,035842	0,29133551	1	0,16051	235,92148	54,3309296	0,44248744	0,29628181	52,4254777	
Poutre 14	0,3	0,4	333,800893	243,05107	1,37337759	0,60588666	0,28994189	1	0,15974	235,009958	23,1457378	0,43979534	0,29666947	31,1181912	
			<b>Mu6</b>	<b>Mser6</b>											
Poutre 12	0,3	0,5	897,540645	651,580146	1,37748311	1,04264867	0,29135419	1	0,25081	235,933699	68,5293102	0,44252359	0,37034575	65,9534187	
Poutre 13	0,3	0,4	169,82591	123,350877	1,376771	0,30825338	0,29110922	1	0,16038	235,773475	1,25189305	0,44204971	0,29634484	16,4077989	
			<b>Mu7</b>	<b>Mser7</b>											
Poutre 1	0,3	0,4	204,571959	148,80742	1,374743	0,37132142	0,29041159	1	0,16	235,317175	5,91961903	0,44070168	0,29653896	19,5165621	
Poutre 11	0,3	0,5	882,01143	641,044235	1,37589792	1,0246088	0,29080888	1	0,25034	235,577032	67,0348822	0,44146909	0,37053556	64,8246125	
Poutre 13	0,3	0,4	470,144865	342,289349	1,37353051	0,8533665	0,2899945	1	0,15977	235,044366	41,2659212	0,4398968	0,29665486	43,3686743	
Poutre 14	0,3	0,4	456,18706	332,163802	1,37337981	0,82803149	0,28994266	1	0,15974	235,010458	39,4196644	0,43979681	0,29666926	42,1137136	

**CALCUL ACIERS LONGITUDINAUX SUR APPUIS SANS A's PAR METHODE SIMPLIFIEE**

Poutres	b	h	Mtu2	Mtser2	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	metho	Zb	Au	verifier	Amin	Au
Poutre 1	0,3	0,4	127,489944	92,8959361	1,37239528	0,23140878	0,28960398	0	MS	0,3100157	0,00118229	0,00118229	11,8229322	
Poutre 2	0,3	0,6	212,029066	153,976448	1,37702271	0,17104752	0,29119581	0	MS	0,4845806	0,00125795	0,00125795	12,5794698	
Poutre 7	0,3	0,6	212,029066	153,976448	1,37702271	0,17104752	0,29119581	0	MS	0,4845806	0,00125795	0,00125795	12,5794698	
Poutre 8	0,3	0,5	127,489944	92,8959361	1,37239528	0,14810162	0,28960398	0	MS	0,41001256	0,00089395	0,00089395	8,93	
Poutre 9	0,4	0,7	547,067115	398,2041	1,37383597	0,243	0,290	0	MS	0,53807758	0,002923	0,002923	29,2299908	
			<b>Mu3</b>	<b>Mser3</b>										
Poutre 1	0,3	0,4	88,8196179	64,7086029	1,37260911	0,16121773	0,28967753	0	MS	0,32517697	0,00078528	0,00078528	7,85275563	
Poutre 3	0,3	0,5	208,044834	151,37992	1,37432253	0,24168005	0,29026695	0	MS	0,38474639	0,00155459	0,00155459	15,5458814	
			<b>Mu5</b>	<b>Mser5</b>										
Poutre 8	0,3	0,5	204,571959	148,80742	1,374743	0,23764571	0,29041159	0	MS	0,38583566	0,00152432	0,00152432	15,2432195	
Poutre 9	0,4	0,7	471,136095	342,978935	1,37365898	0,20942833	0,29003869	0	MS	0,55083609	0,00245899	0,00245899	24,5899109	
			<b>Mu6</b>	<b>Mser6</b>										
Poutre 1	0,3	0,4	117,693489	85,611266	1,374743	0,21362709	0,29041159	0	MS	0,31385655	0,00107809	0,00107809	10,7808799	
Poutre 11	0,3	0,5	225,035107	163,589696	1,37560685	0,26141719	0,29070876	0	MS	0,37941736	0,00170516	0,00170516	17,0516356	
Poutre 14	0,3	0,4	97,1124199	70,7120791	1,3733498	0,17627011	0,28993233	0	MS	0,32192566	0,00086727	0,00086727	8,67265657	

**CALCUL ACIERS LONGITUDINAUX SUR APPUIS SANS A's PAR METHODE EXACTE**

Poutres	b	h	Mtu2	Mtser2	$\gamma$	$\mu_{bu}$	$\mu_{lu}$	A's	metho	$\alpha$	Zb	Au	verifier	Amin	Au
Poutre 4	0,3	0,4	159,170281	115,588154	1,37704666	0,2889122	0,29120405	0	ME	0,43781198	0,29695508	0,00154101	0,00154101	15,4100552	
			<b>Mu4</b>	<b>Mser4</b>											
Poutre 1	0,3	0,4	155,86435	113,377082	1,374743	0,28291156	0,29041159	0	ME	0,42634874	0,29860578	0,00150066	0,00150066	15,0065737	
			<b>Mu5</b>	<b>Mser5</b>											
Poutre 1	0,3	0,4	155,86435	113,377082	1,374743	0,28291156	0,29041159	0	ME	0,42634874	0,29860578	0,00150066	0,00150066	15,0065737	

Mtu et Mtser sont en KN.m ; b et h en mètres; A's et As en cm<sup>2</sup>

## SECTIONS ACIERS TRAVEES

	Travée 1		Travée 2		Travée 3		Travée 4		Travée 5		Travée 6		Travée 7	
	A's	As	A's	As	A's	As	A's	As	A's	As	A's	As	A's	As
Poutre 1		7,74122		6,50562		1,3041	0,45747	15,8446		1,3041		8,60232		15,1393
Poutre 2		8,42418		1,95615	31,5917	45,648	67,4817	69,4651						
Poutre 3	71,4903	67,9934		1,63013		11,4677								
Poutre 4		13,7107		11,1062		1,3041	32,7308	37,748						
Poutre 5		13,7107		10,6172		1,3041	45,5153	46,4397						
Poutre 6		12,871		10,7543										
Poutre 7		8,42418		1,95615	34,1873	47,3453	58,4334	63,3244						
Poutre 8		5,96623		1,63013	29,2616	39,2734		1,63013		11,2595				
Poutre 9		21,5		3	41,8	64,6		3		22,8				
Poutre 10	-45,7415	1,40596	82,0775	71,337	-45,7415	1,40596								
Poutre 11	55,1907	57,0536	22,455	35,2823		1,63013	54,972	56,8034		1,63013		1,63013	58,8124	59,3334
Poutre 12	45,9495	50,8818	20,0668	33,6965		1,63013	40,1813	47,0561	82,7558	61,4915	46,3452	51,1419		
Poutre 13	73,3663	65,351		16,0517		1,3041	61,9814	57,7695		1,3041		1,3041	29,3039	35,3096
Poutre 14	30,6975	36,2985		7,68909		1,3041	27,665	34,2568		1,3041		1,3041	30,3504	36,004

## SECTIONS ACIERS APPUIS

	Appui 2		Appui 3		Appui 4		Appui 5		Appui 6		Appui 7	
	A's	As	A's	As	A's	As	A's	As	A's	As	A's	As
Poutre 1		11,8229		7,85276		15,0066		15,0066		10,7809	5,91962	19,5166
Poutre 2		12,5795	37,9159	49,089	97,6836	89,6391						
Poutre 3	83,81	76,3035		15,5459								
Poutre 4	6,35503	19,8867		15,4101	40,0641	42,6795						
Poutre 5	6,35503	19,8867	1,34293	16,4785	54,5759	52,5368						
Poutre 6	4,92375	18,8646										
Poutre 7		12,5795	37,9159	49,089	90,8723	85,014						
Poutre 8		8,93	20,5904	33,3108	23,1176	35,0294		15,2432				
Poutre 9		29,22	32,23	57,97	33,22	58,63		24,58				
Poutre 10	78,702	68,9675	78,702	68,9675								
Poutre 11	80,2474	73,7773	35,8729	43,7202	54,4101	56,3847	55,5147	57,1347		17,0516	67,0349	64,8246
Poutre 12	69,7372	66,7736	30,7916	40,3567	42,0419	47,9883	54,2361	56,2598	68,5293	65,9534		
Poutre 13	87,9416	75,0803	23,0185	31,1195	54,933	52,8212	54,3309	52,4255	1,25189	16,4078	41,2659	43,3687
Poutre 14	38,7864	41,6844	3,09613	17,571	23,1457	31,1182	23,1457	31,1182		8,67266	39,4197	42,1137

A's,As en cm<sup>2</sup>

## ANNEXE IV-2:

### CALCUL DES EFFORTS TRANCHANTS SUR APPUIS PAR METHODE DE CAQUOT

Poutre 1	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-118.81785	-87.11454	0	0	0	0	0	165.67261	120.71785	3.4	#DIV/0!	#DIV/0!	130.72618	95.095926
Appui 2	0	0	-87.361343	-63.73642	-127.48994	-92.895936	-165.67261	-120.71785	3.4	185.1635	134.91995	3.8	-203.1696	-148.0402	195.72366	142.59351
Appui 3	-115.35773	-84.807795	-129.22	-95.611985	-88.819618	-64.708603	-185.1635	-134.91995	3.8	119.28394	86.768175	1.5	-178.1798	-129.6307	92.35255	66.16592
Appui 4	-75.65	-55.927426	-154.4591	-112.44025	-155.86435	-113.37708	-119.28394	-86.768175	1.5	318.09051	231.3818	4	-172.7616	-125.0679	318.44182	231.61601
Appui 5	-154.46	-112.44025	-98.056464	-72.519916	-155.86435	-113.37708	-318.09051	-231.3818	4	119.28394	86.768175	1.5	-318.4418	-231.616	157.82253	114.00629
Appui 6	-129.2167	-95.611985	-180.22049	-132.57311	-117.69349	-85.611266	-119.28394	-86.768175	1.5	278.3292	202.45908	3.5	-111.6018	-80.10103	260.46434	189.04141
Appui 7	-116.14772	-84.580752	0	0	-204.57196	-148.80742	-278.3292	-202.45908	3.5	278.3292	202.45908	3.5	-303.5933	-220.8096	336.77833	244.97548
Appui 8	-192.10401	-140.49545	0	0	0	0	-278.3292	-202.45908	3.5	0	0	0	-223.4423	-162.3175	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 2	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-142.41366	106.32419	0	0	0	0	0	275.53082	200.0917	3.4	#DIV/0!	#DIV/0!	233.64445	231.36352
Appui 2	0	0	-645.18616	-476.95805	-212.02907	-153.97645	-275.53082	-200.0917	3.4	307.94621	223.6319	3.8	-337.8923	-245.3789	193.9575	138.63674
Appui 3	-187.76464	-137.80017	-1272.8433	-935.45846	-790.6456	-573.93101	-307.94621	-223.6319	3.8	998.40479	724.7163	7	-466.5991	-338.4032	929.5194	673.06952
Appui 4	-777.71775	-565.31245	0	0	-1467.655	-1065.333	-998.40479	-724.7163	7	998.40479	724.7163	7	-1096.967	-796.1478	1208.0698	876.90672
Appui 5	-1367.9114	-998.83722	0	0	0	0	-998.40479	-724.7163	7	0	0	0	-802.9889	-582.0253	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 3	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-1033.5475	-750.88898	0	0	0	0	0	797.01914	578.62315	7	#DIV/0!	#DIV/0!	649.3695	471.3533
Appui 2	0	0	-183.69337	-135.14561	-1041.5626	-756.23239	-797.01914	-578.62315	7	283.0542	205.95908	3.5	-945.8138	-686.6563	528.15969	383.41244
Appui 3	-529.3895	-391.4477	0	0	-208.04483	-151.37992	-283.0542	-205.95908	3.5	283.0542	205.95908	3.5	-191.2414	-137.3683	342.49558	249.21048
Appui 4	-195.57688	-143.06795	0	0	0	0	-283.0542	-205.95908	3.5	0	0	0	-227.1751	-165.0825	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 4	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-191.15274	-139.79726	0	0	0	0	0	270.94082	196.6917	3.4	#DIV/0!	#DIV/0!	214.71942	155.57486
Appui 2	0	0	-150.06957	-109.52101	-208.49693	-151.36005	-270.94082	-196.6917	3.4	302.81621	219.8319	3.8	-332.2634	-241.2094	318.19183	230.84217
Appui 3	-184.2325	-135.18377	-381.91942	-282.38056	-159.17028	-115.58815	-302.81621	-219.8319	3.8	303.14621	220.30575	2.5	-296.2209	-214.6752	214.04656	153.58879
Appui 4	-137.00826	-100.81348	0	0	-462.29797	-335.96627	-303.14621	-220.30575	2.5	545.66318	396.55035	4.5	-433.2621	-314.3669	648.39607	471.20952
Appui 5	-455.24142	-331.2619	0	0	0	0	-545.66318	-396.55035	4.5	0	0	0	-444.4984	-322.9366	#DIV/0!	#DIV/0!



Poutre 5	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-191.15274	-139.79726	0	0	0	0	0	270.94082	196.6917	3.4	#DIV/0!	#DIV/0!	214.71942	155.57486
Appui 2	0	0	-159.12777	-116.23079	-208.49693	-151.36005	-270.94082	-196.6917	3.4	302.81621	219.8319	3.8	-332.2634	-241.2094	315.80809	229.07644
Appui 3	-184.2325	-135.18377	-470.77465	-348.06381	-170.5867	-123.87008	-302.81621	-219.8319	3.8	375.06966	272.48188	2.5	-299.2252	-216.8546	254.99448	182.80438
Appui 4	-148.42468	-109.0954	0	0	-571.98123	-415.53486	-375.06966	-272.48188	2.5	675.12538	490.46738	4.5	-544.4923	-395.0577	802.23232	582.80845
Appui 5	-563.09615	-409.61147	0	0	0	0	-675.12538	-490.46738	4.5	0	0	0	-549.9929	-399.4426	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 6	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-158.39673	-115.82246	0	0	0	0	0	238.61935	173.65198	3.5	#DIV/0!	#DIV/0!	193.36314	140.55984
Appui 2	0	0	0	0	-197.25703	-143.4011	-238.61935	-173.65198	3.5	212.25385	154.12198	3.5	-294.9785	-214.6237	268.613	195.09372
Appui 3	-152.14224	-111.18951	0	0	0	0	-212.25385	-154.12198	3.5	0	0	0	-168.7846	-122.3535	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 7	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-194.68488	-142.41366	0	0	0	0	0	275.53082	200.0917	3.4	#DIV/0!	#DIV/0!	218.27056	158.20533
Appui 2	0	0	-645.18616	-476.95805	-212.02907	-153.97645	-275.53082	-200.0917	3.4	307.94621	223.6319	3.8	-337.8923	-245.3789	193.9575	138.63674
Appui 3	-187.76464	-137.80017	-1211.5792	-890.07766	-790.6456	-573.93101	-307.94621	-223.6319	3.8	998.40479	724.7163	7	-466.5991	-338.4032	938.27141	679.55249
Appui 4	-777.71775	-565.31245	0	0	-1390.4414	-1009.3192	-998.40479	-724.7163	7	918.9851	667.1021	7	-1085.937	-788.1458	1117.6196	811.29055
Appui 5	-1290.6978	-942.82341	0	0	0	0	-918.9851	-667.1021	7	0	0	0	-734.5997	-532.413	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 8	Mi-1		Mi+1		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-118.81785	-87.11454	0	0	0	0	0	165.67261	120.71785	3.4	#DIV/0!	#DIV/0!	130.72618	95.095926
Appui 2	0	0	-370.97431	-274.31698	-127.48994	-92.895936	-165.67261	-120.71785	3.4	185.1635	134.91995	3.8	-203.1696	-148.0402	121.08867	87.177571
Appui 3	-115.35773	-84.807795	-458.24209	-333.89727	-443.70403	-322.80346	-185.1635	-134.91995	3.8	556.65839	404.91815	7	-271.5704	-197.5504	554.58153	403.33332
Appui 4	-437.24011	-318.49418	-180.22049	-132.57311	-467.59305	-340.13125	-556.65839	-404.91815	7	278.3292	202.45908	3.5	-560.9945	-408.0092	360.43564	261.7614
Appui 5	-392.78534	-290.25944	0	0	-204.57196	-148.80742	-278.3292	-202.45908	3.5	278.3292	202.45908	3.5	-224.5539	-162.0442	336.77833	244.97548
Appui 6	-192.10401	-140.49545	0	0	0	0	-278.3292	-202.45908	3.5	0	0	0	-223.4423	-162.3175	#DIV/0!	#DIV/0!

Suite calcul efforts tranchants sur appuis

Poutre 9	Mi-I		Mi+I		Mi		(-)Vow		Lwi	(+Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELI	ELS	ELI	ELS	ELI	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-514,92632	-376,7769	0	0	0	0	0	434,18025	316,035	6	#DIV/0!	#DIV/0!	348,3592	253,23885
Appui 2			-913,16987	-674,4742	-547,06712	-398,2041	-434,18025	-316,035	6	434,18025	316,035	6	-525,3581	-382,4024	373,16312	269,98998
Appui 3	-484,29212	-336,3541	-1084,6388	-789,5766	-1077,5947	-784,09076	-434,18025	-316,035	6	866,18109	630,22313	10,5	-533,064	-387,3244	865,51023	629,70066
Appui 4	-1051,2977	-766,55941	-397,4437	-293,85067	-1090,5498	-793,51724	-866,18109	-630,22313	10,5	208,413	151,9	4	-869,9194	-632,7905	381,68952	276,81664
Appui 5	-903,44564	-668,78115	0	0	-471,1361	-342,97893	-208,413	-151,9	4	434,18025	316,035	6	-100,3356	-70,44945	512,70293	373,19816
Appui 6	-463,68316	-338,01031	0	0	0	0	-434,18025	-316,035	6	0	0	0	-356,8997	-259,6999	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 10	Mi-I		Mi+I		Mi		(-)Vow		Lwi	(+Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELI	ELS	ELI	ELS	ELI	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-611,76152	-452,5539	0	0	0	0	0	306,80775	222,925	2	#DIV/0!	#DIV/0!	0,9269925	-3,35195
Appui 2			-746,64872	-542,4787	-754,78622	-547,9037	-306,80775	-222,925	2	948,16069	688,23625	6,5	-684,2009	-496,8769	949,41261	689,07087
Appui 3	-372,75595	-561,19419	0	0	-754,78622	-547,9037	-948,16069	-688,23625	6,5	306,80775	222,925	2	-945,3961	-686,1916	684,20086	496,87685
Appui 4	-611,76152	-452,5539	0	0	0	0	-306,80775	-222,925	2	0	0	0	-0,926992	3,35195	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 11	Mi-I		Mi+I		Mi		(-)Vow		Lwi	(+Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELI	ELS	ELI	ELS	ELI	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-942,28515	-688,689	0	0	0	0	0	798,8625	580,59	6	#DIV/0!	#DIV/0!	641,81498	465,8085
Appui 2			-586,03635	-426,0658	-1006,5668	-731,5434	-798,8625	-580,59	6	798,8625	580,59	6	-966,6236	-702,5139	868,9509	631,50293
Appui 3	-881,01675	-647,8434	-613,58926	-454,19903	-588,37995	-427,6282	-798,8625	-580,59	6	164,98688	120,0425	2	-750,0897	-543,8875	152,48222	106,75709
Appui 4	-479,90475	-355,3114	-770,46764	-539,5312	-764,3945	-554,86919	-164,98688	-120,0425	2	945,52687	686,32558	6,5	-307,2317	-219,8214	944,59254	685,60834
Appui 5	-762,18876	-553,39869	-189,32311	-139,7817	-774,8287	-562,43857	-945,52687	-686,32558	6,5	303,56613	220,5734	2	-947,4715	-687,7163	596,31893	431,90184
Appui 6	-623,82346	-461,76841	-734,62665	-542,78771	-225,03511	-163,5897	-303,56613	-220,5734	2	451,5345	328,27	4	-104,172	-71,48404	324,13661	233,4705
Appui 7	-218,85693	-159,47091	0	0	-882,01143	-641,04423	-451,5345	-328,27	4	798,8625	580,59	6	-617,3231	-448,6633	945,86441	687,43071
Appui 8	-863,37908	-628,62267	0	0	0	0	-798,8625	-580,59	6	0	0	0	-654,966	-475,8196	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 12	Mi-I		Mi+I		Mi		(-)Vow		Lwi	(+Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELI	ELS	ELI	ELS	ELI	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-845,95518	-617,86047	0	0	0	0	0	712,33385	517,1271	6	#DIV/0!	#DIV/0!	571,34132	414,15036
Appui 2			-539,62516	-391,84785	-908,95115	-659,85778	-712,33385	-517,1271	6	739,07721	536,5278	6	-863,8257	-627,1034	800,63154	581,19612
Appui 3	-790,51565	-580,90078	-519,94524	-385,02045	-541,4063	-393,03527	-739,07721	-536,5278	6	115,88387	84,1907	2	-697,559	-505,2169	126,6144	88,198113
Appui 4	-435,1006	-322,16481	-697,17841	-509,99915	-647,58577	-470,11413	-115,88387	-84,1907	2	803,30079	583,14913	6,5	-222,1264	-158,1654	795,67116	577,01297
Appui 5	-645,90941	-468,99656	-779,10514	-400,85581	-762,66851	-553,65921	-803,30079	-583,14913	6,5	712,33385	517,1271	6	-821,2637	-596,1741	709,59441	542,59433
Appui 6	-675,87294	-655,95432	0	0	-897,54064	-651,58015	-712,33385	-517,1271	6	712,33385	517,1271	6	-749,2785	-516,3981	861,92395	625,72379
Appui 7	-836,90167	-611,15416	0	0	0	0	-712,33385	-517,1271	6	0	0	0	-572,8502	-415,2681	#DIV/0!	#DIV/0!

Suite calcul efforts tranchants sur appuis

Poutre 13	Mi-I		Mi+I		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-792,64769	-578,02176	0	0	0	0	0	716,20119	520,6242	6	#DIV/0!	#DIV/0!	584,09324	424,28724
Appui 2	0	0	-317,65209	-231,87335	-822,96291	-598,23191	-716,20119	-520,6242	6	561,02427	407,82229	4,7	-853,3617	-620,3295	668,53721	485,77092
Appui 3	-699,77984	-516,10986	-474,51986	-350,52856	-333,65426	-242,54146	-561,02427	-407,82229	4,7	393,91065	286,34331	3,3	-483,1252	-349,6162	351,22411	253,61995
Appui 4	-287,42354	-211,72098	-557,61302	-405,59661	-575,09583	-417,57921	-393,91065	-286,34331	3,3	732,18776	531,5609	6,5	-481,0841	-348,7246	734,87742	533,40438
Appui 5	-562,03283	-408,87055	-158,13988	-115,56019	-570,67602	-414,30528	-732,18776	-531,5609	6,5	369,05175	267,92931	3,3	-733,5175	-532,397	494,06271	358,45812
Appui 6	-470,10005	-347,25463	-396,47656	-293,17714	-169,82591	-123,35088	-369,05175	-267,92931	3,3	322,29054	234,28089	2,7	-278,0596	-200,0797	238,34585	171,38227
Appui 7	-148,48968	-109,12672	0	0	-470,14487	-342,28935	-322,29054	-234,28089	2,7	392,8496	286,0521	6	-441,4221	-320,6374	471,20707	343,10032
Appui 8	-463,27073	-337,70659	0	0	0	0	-392,8496	-286,0521	6	0	0	0	-315,6378	-229,7677	#DIV/0!	#DIV/0!

Poutre 14	Mi-I		Mi+I		Mi		(-)Vow		Lwi	(+)Voe		Lei	Vwi		Vei	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS	ELU	ELS		ELU	ELS		ELU	ELS	ELU	ELS
Appui 1	0	0	-436,25276	-318,58786	0	0	0	0	0	392,8496	286,0521	6	#DIV/0!	#DIV/0!	320,1408	232,95412
Appui 2	0	0	-175,01445	-127,92808	-451,41037	-328,69293	-392,8496	-286,0521	6	307,73218	224,07415	4,7	-468,0847	-340,8343	366,53983	266,79007
Appui 3	-389,81884	-287,63191	-283,51291	-209,52575	-183,01553	-133,26214	-307,73218	-224,07415	4,7	216,06728	157,32866	3,3	-263,7315	-191,2295	185,61353	134,21847
Appui 4	-459,90017	-117,8519	-327,2694	-238,69674	-333,80089	-243,05107	-216,06728	-157,32866	3,3	428,22088	311,80045	6,5	-268,7645	-195,2678	429,22572	312,47035
Appui 5	-327,2694	-238,69674	-91,269403	-66,816735	-333,80089	-243,05107	-428,22088	-311,80045	6,5	216,06728	157,32866	3,3	-429,2257	-312,4703	289,56167	210,733
Appui 6	-283,51291	-209,52575	-381,96485	-282,68233	-97,11242	-70,712079	-216,06728	-157,32866	3,3	176,78232	128,72345	2,7	-159,5823	-115,2639	71,281416	50,215944
Appui 7	-86,444306	-63,600003	0	0	-456,18706	-332,1638	-176,78232	-128,72345	2,7	395,28081	287,8158	6	-313,7241	-228,1915	471,31199	343,17643
Appui 8	-452,74999	-329,87242	0	0	0	0	-395,28081	-287,8158	6	0	0	0	-319,8225	-232,8371	#DIV/0!	#DIV/0!

Suite calcul efforts tranchants sur appuis

## ANNEXE IV-2:

### ARMATURES TRANSVERSALES

Poutre 1	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	203,16965	60,41	10,602	97,454475	0,3	0,4	170,684825	1580,41505	3333,33333	bon	0,09108144	0,03
travée2	195,723661	60,41	10,602	97,454475	0,3	0,4	163,238836	1511,4707	3333,33333	bon	0,08447428	0,03
travée3	172,761606	96,61	19,0836	159,045255	0,3	0,4	119,746521	1108,76408	3333,33333	bon	0,04588156	0,03
travée4	318,441822	96,6073	19,0836	159,045255	0,3	0,4	265,426737	2457,65497	3333,33333	bon	0,17515027	0,03
travée5	157,822532	96,6073	19,0836	159,045255	0,3	0,4	104,807447	970,439321	3333,33333	bon	0,03262543	0,03
travée6	303,593265	96,6073	19,0836	159,045255	0,3	0,4	250,57818	2320,16834	3333,33333	bon	0,16197447	0,03
travée7	336,778328	96,6073	19,0836	159,045255	0,3	0,4	283,763243	2627,43743	3333,33333	bon	0,19142109	0,03

Poutre 2	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	337,892305	96,497	21,204	162,07695	0,3	0,6	256,85383	1585,51747	3333,33333	bon	0,09157042	0,03
travée2	466,599087	96,497	21,204	162,07695	0,3	0,6	385,560612	2380,00378	3333,33333	bon	0,1677087	0,03
travée3	1096,96725	168,8946	38,1672	285,25851	0,3	1	859,251829	3182,41418	3333,33333	bon	0,24460636	0,03
travée4	1208,06979	168,8946	38,1672	285,25851	0,3	1,2	922,81128	2848,18296	3333,33333	bon	0,21257587	0,03

Poutre 3	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	945,8138	135,0773	30,2436	227,719755	0,3	0,9	775,023983	3189,39911	3333,33333	bon	0,24527575	0,03
travée2	528,159692	98,6073	19,0836	161,745255	0,3	0,6	447,287064	2761,03126	3333,33333	bon	0,20422383	0,03
travée3	342,495578	98,6073	19,0836	161,745255	0,3	0,5	275,101721	2037,79053	3333,33333	bon	0,13491326	0,03

Poutre 4	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	332,26344	94,497	21,204	159,37695	0,3	0,4	279,13779	2584,60917	3333,33333	bon	0,18731671	0,03
travée2	318,191826	94,497	21,204	159,37695	0,3	0,4	265,066176	2454,31644	3333,33333	bon	0,17483033	0,03
travée3	433,262096	145,6662	30,5784	242,51697	0,3	0,4	352,423106	3263,17691	3333,33333	bon	0,25234612	0,03
travée4	648,396066	145,6662	30,5784	242,51697	0,3	0,6	527,137581	3253,93568	3333,33333	bon	0,2514605	0,03

Poutre 5	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	332,26344	94,497	21,204	159,37695	0,3	0,4	279,13779	2584,60917	3333,33333	bon	0,18731671	0,03
travée2	315,808088	94,497	21,204	159,37695	0,3	0,4	262,682438	2432,24479	3333,33333	bon	0,17271513	0,03
travée3	544,492273	179,4835	38,502	300,055725	0,3	0,5	419,469054	3107,17818	3333,33333	bon	0,23739624	0,03
travée4	802,23232	179,4835	38,502	300,055725	0,3	0,7	627,199814	3318,51753	3333,33333	bon	0,2576496	0,03



Poutre 6	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	294,978502	83,2709	15,9588	136,353915	0,3	0,4	249,527197	2310,43701	3333,33333	bon	0,16104188	0,03
travée2	268,613002	72,1109	15,9588	121,287915	0,3	0,4	228,183697	2112,81201	3333,33333	bon	0,14210282	0,03

Poutre 7	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	337,892305	96,497	21,204	162,07695	0,3	0,6	256,85383	1585,51747	3333,33333	bon	0,09157042	0,03
travée2	466,599087	96,497	21,204	162,07695	0,3	0,6	385,560612	2380,00378	3333,33333	bon	0,1677087	0,03
travée3	1085,93674	168,8946	38,1672	285,25851	0,3	1	848,221316	3141,56043	3333,33333	bon	0,24069121	0,03
travée4	1117,61959	155,5582	35,0424	262,56717	0,3	1	898,813612	3328,9393	3333,33333	bon	0,25864835	0,03

Poutre 8	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	203,16965	60,4085	10,602	97,454475	0,3	0,5	162,563619	1204,17495	3333,33333	bon	0,0550251	0,03
travée2	271,570423	60,4085	10,602	97,454475	0,3	0,5	230,964392	1710,84735	3333,33333	bon	0,1035812	0,03
travée3	560,994527	96,6073	19,0836	159,045255	0,3	0,6	481,471899	2972,04876	3333,33333	bon	0,22444634	0,03
travée4	360,435642	96,6073	19,0836	159,045255	0,3	0,5	294,166785	2179,01323	3333,33333	bon	0,1484471	0,03
travée5	336,778328	96,6073	19,0836	159,045255	0,3	0,5	270,509471	2003,77386	3333,33333	bon	0,13165333	0,03

Poutre 9	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	525,358103	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	440,934165	1749,73875	3333,33333	bon	0,14307773	0,04
travée2	533,064016	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	448,640079	1780,31777	3333,33333	bon	0,14698505	0,04
travée3	869,919388	100,5125	19,53	164,986875	0,4	0,7	773,677044	3070,147	3333,33333	bon	0,31179656	0,04
travée4	381,689519	64,79	11,16	104,2065	0,4	0,7	320,902394	1273,4222	3333,33333	bon	0,08221506	0,04
travée5	512,702933	88,605	16,74	144,72675	0,4	0,7	428,278995	1699,51982	3333,33333	bon	0,13666087	0,04

Poutre 10	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	684,200858	183,865	39,06	306,80775	0,3	0,6	530,796983	3276,52458	3333,33333	bon	0,25362527	0,03
travée2	949,412611	172,705	39,06	291,74175	0,3	0,9	730,606298	3006,61028	3333,33333	bon	0,22775849	0,03
travée3	684,200858	183,865	39,06	306,80775	0,3	0,6	530,796983	3276,52458	3333,33333	bon	0,25362527	0,03

**Suite Calcul armatures transversales**

Poutre 11	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	966,623625	160,05	33,48	266,2875	0,3	0,9	766,908	3156	3333,33333	bon	0,242075	0,03
travée2	868,9509	160,05	33,48	266,2875	0,3	0,8	691,4259	3201,04583	3333,33333	bon	0,24639189	0,03
travée3	307,23175	100,5125	19,53	164,986875	0,3	0,5	238,487219	1766,57199	3333,33333	bon	0,10892148	0,03
travée4	947,471478	172,2287	38,9484	290,931345	0,3	0,9	729,272969	3001,12333	3333,33333	bon	0,22723265	0,03
travée5	596,318928	181,9598	38,6136	303,56613	0,3	0,6	444,535863	2744,04854	3333,33333	bon	0,20259632	0,03
travée6	617,323125	136,235	27,9	225,76725	0,3	0,6	504,4395	3113,82407	3333,33333	bon	0,23803314	0,03
travée7	945,864405	160,05	33,48	266,2875	0,3	0,9	746,14878	3070,57111	3333,33333	bon	0,23388806	0,03

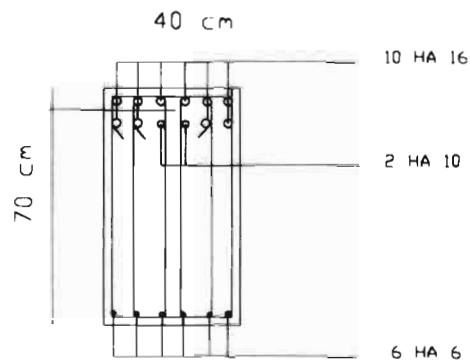
Poutre 12	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	863,825703	140,7929	31,5828	237,444615	0,3	0,8	705,529293	3266,33932	3333,33333	bon	0,25264918	0,03
travée2	800,631541	146,0322	32,8104	246,35907	0,3	0,8	636,392161	2946,26	3333,33333	bon	0,22197492	0,03
travée3	222,126448	69,3479	14,8428	115,883865	0,3	0,6	164,184515	1013,48466	3333,33333	bon	0,03675061	0,03
travée4	821,263732	146,5085	32,922	247,169475	0,3	0,8	656,484082	3039,27816	3333,33333	bon	0,23088916	0,03
travée5	749,278462	140,7929	31,5828	237,444615	0,3	0,7	610,769103	3231,58256	3333,33333	bon	0,24931833	0,03
travée6	861,923953	140,7929	31,5828	237,444615	0,3	0,8	703,627543	3257,53492	3333,33333	bon	0,25180543	0,03

Poutre 13	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	853,361676	143,8558	29,6856	238,73373	0,3	0,8	694,205856	3213,916	3333,33333	bon	0,24762528	0,03
travée2	668,537207	143,8558	29,6856	238,73373	0,3	0,7	529,275864	2800,4014	3333,33333	bon	0,2079968	0,03
travée3	481,084076	143,8558	29,6856	238,73373	0,3	0,5	381,611689	2826,75325	3333,33333	bon	0,21052219	0,03
travée4	734,877418	133,6484	29,9088	225,28854	0,3	0,7	603,459103	3192,90531	3333,33333	bon	0,24561176	0,03
travée5	494,062707	132,6958	29,6856	223,66773	0,3	0,5	400,86782	2969,39126	3333,33333	bon	0,22419166	0,03
travée6	441,422085	143,8558	29,6856	238,73373	0,3	0,5	341,949698	2532,96072	3333,33333	bon	0,18236707	0,03
travée7	471,207073	80,5079	14,8428	130,949865	0,3	0,5	416,644629	3086,25651	3333,33333	bon	0,23539125	0,03

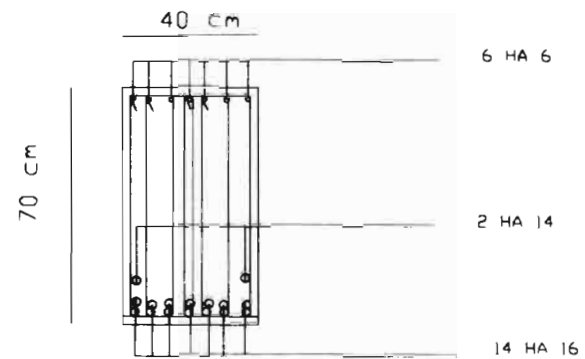
Poutre 14	Vu	G	Q	pu	b	h	Vuo	$\tau_{uo}$	$\tau_{lim}$	vérification	At/St	At/St min
travée1	468,084657	80,5079	14,8428	130,949865	0,3	0,5	413,522214	3063,12751	3333,33333	bon	0,23317472	0,03
travée2	366,539827	80,5079	14,8428	130,949865	0,3	0,4	322,889872	2989,72104	3333,33333	bon	0,22613993	0,03
travée3	268,764466	80,5079	14,8428	130,949865	0,3	0,4	225,114511	2084,39362	3333,33333	bon	0,13937939	0,03
travée4	429,225723	80,9842	14,9544	131,76027	0,3	0,5	374,325611	2772,7823	3333,33333	bon	0,20534997	0,03
travée5	289,561668	80,5079	14,8428	130,949865	0,3	0,4	245,911713	2276,96031	3333,33333	bon	0,1578337	0,03
travée6	313,724078	80,5079	14,8428	130,949865	0,3	0,4	270,074123	2500,68633	3333,33333	bon	0,17927411	0,03
travée7	471,311987	80,9842	14,9544	131,76027	0,3	0,5	416,411874	3084,5324	3333,33333	bon	0,23522602	0,03

Suite Calcul armatures transversales

# ANNEXE IV-3



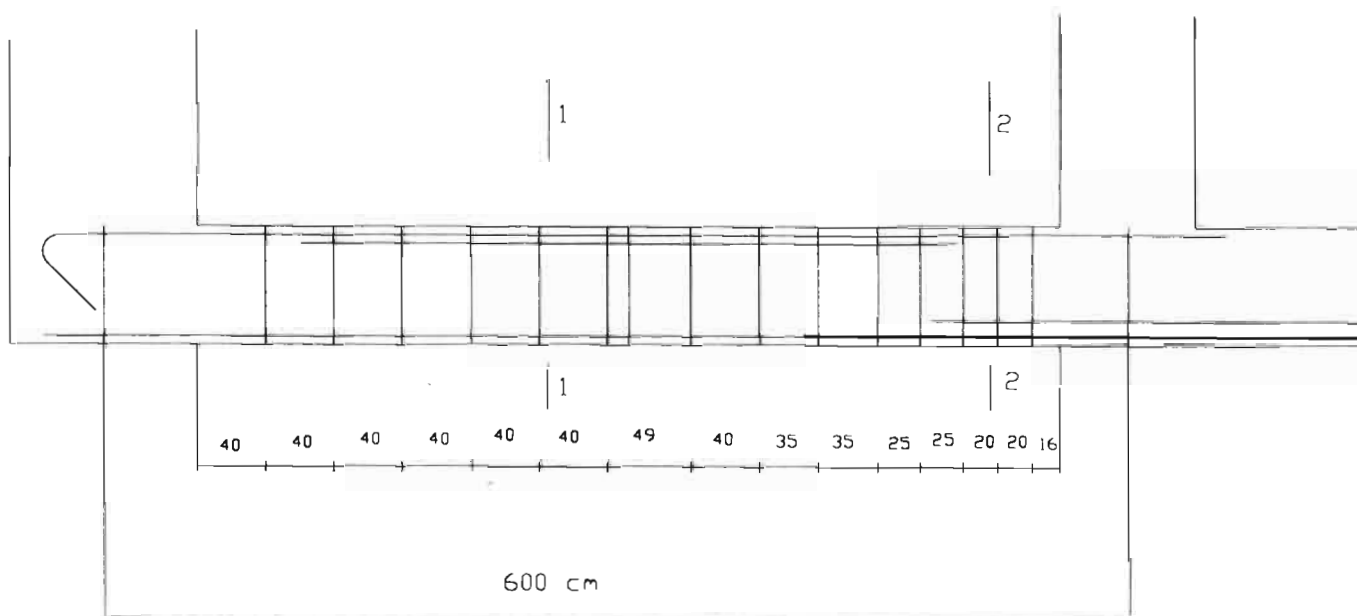
Coupe 1-1



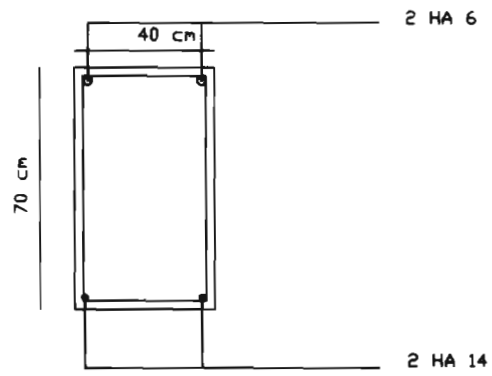
Coupe 2-2

POTEAU 10

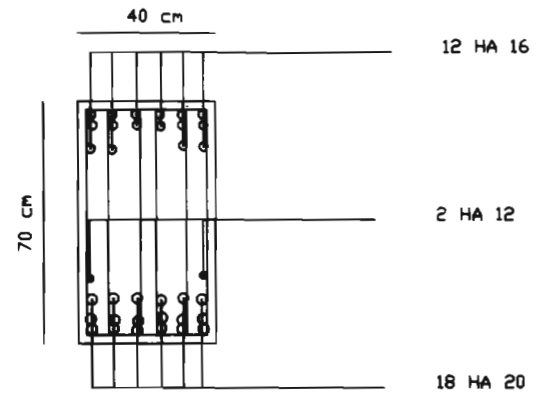
POTEAU 15



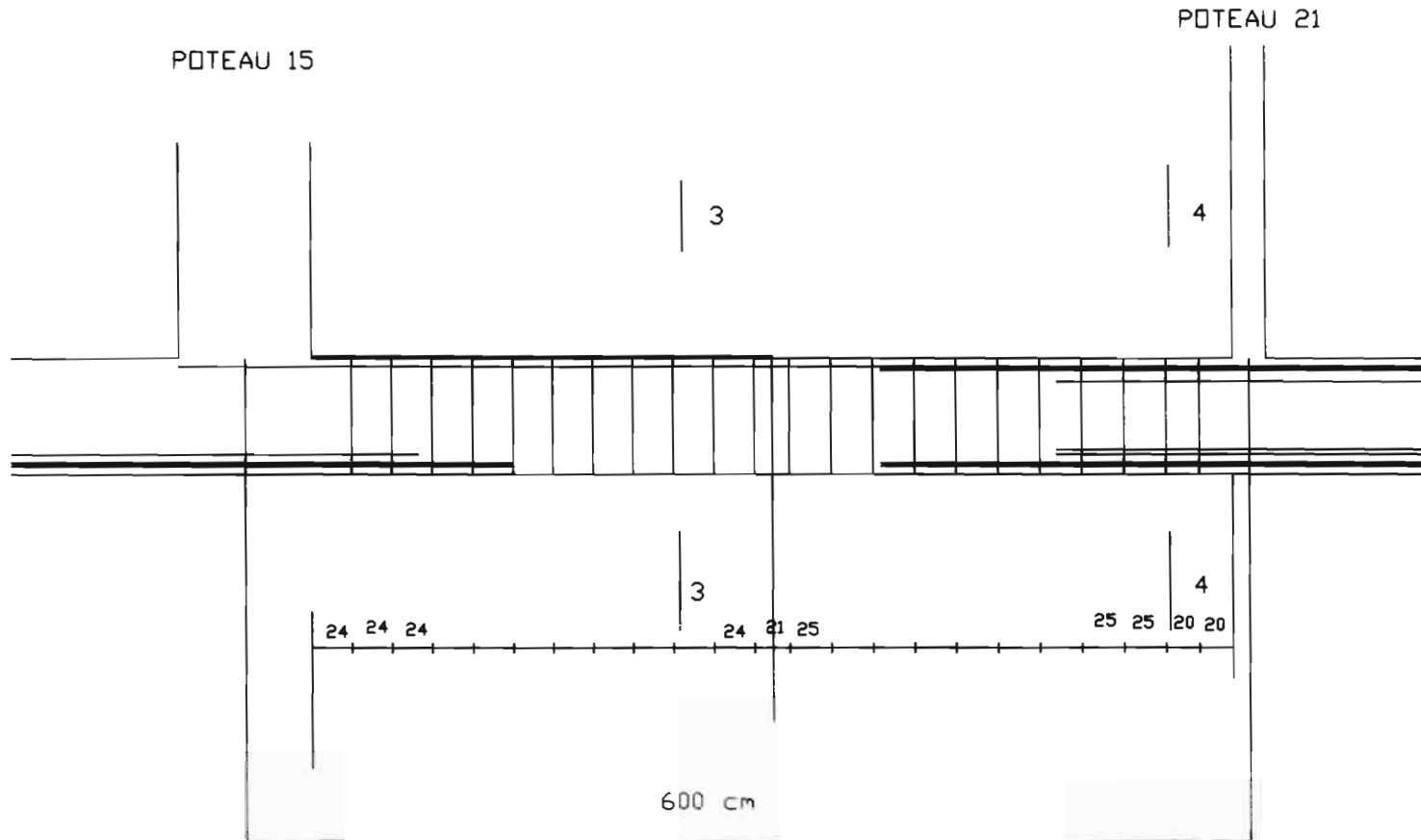
TRAVÉE 1 DE LA POUTRE 9



Coupe 3-3

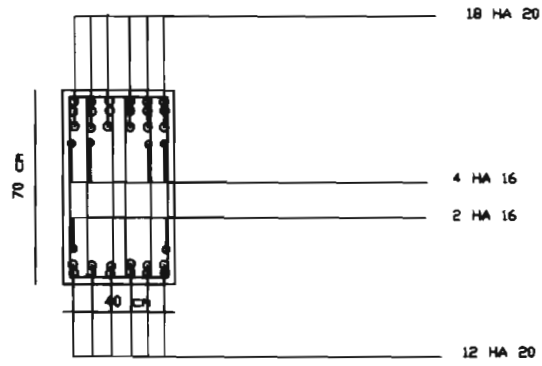


Coupe 4-4

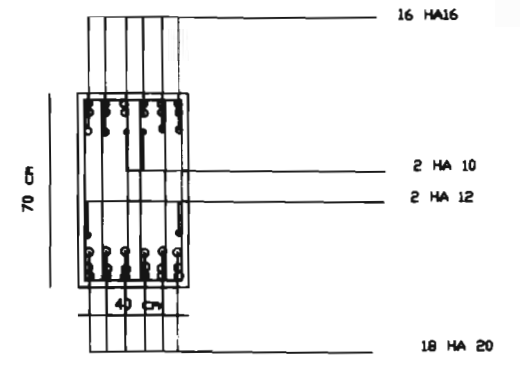


TRAVÉE 2 DE LA POUTRE 9





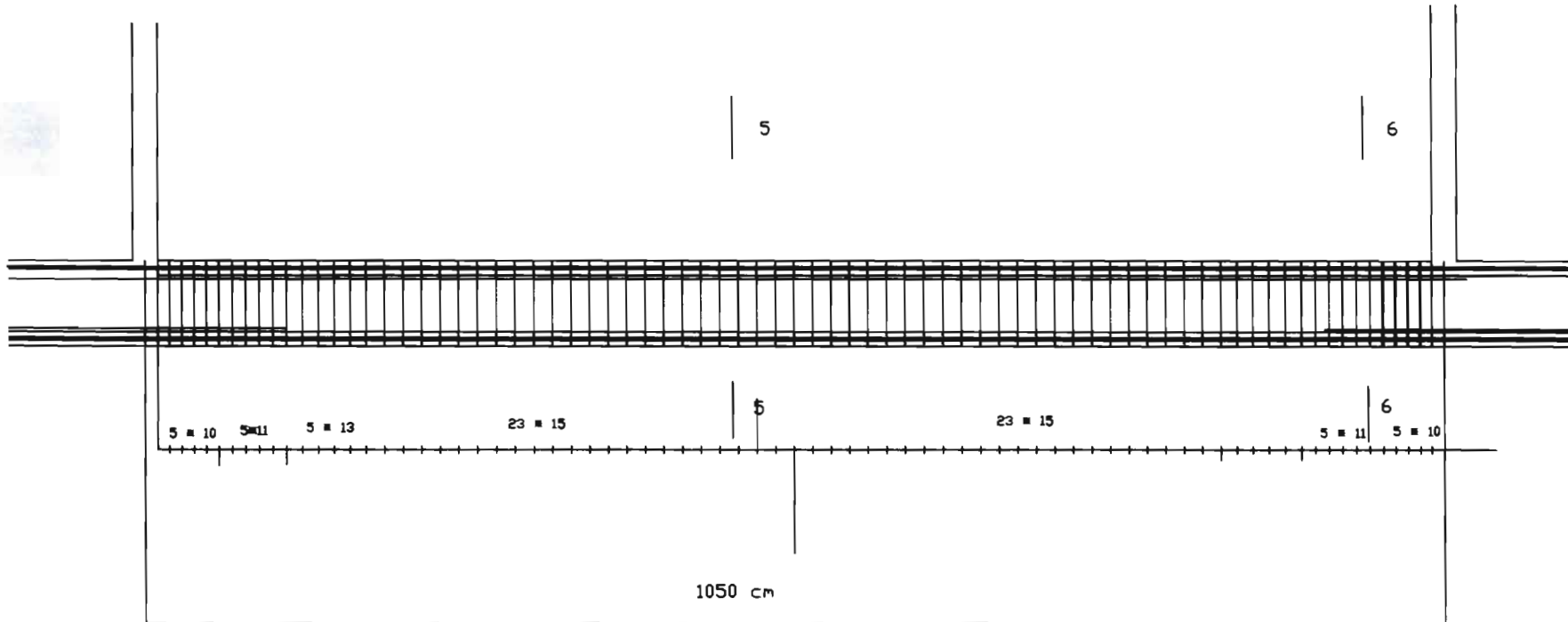
Coupe 5-5



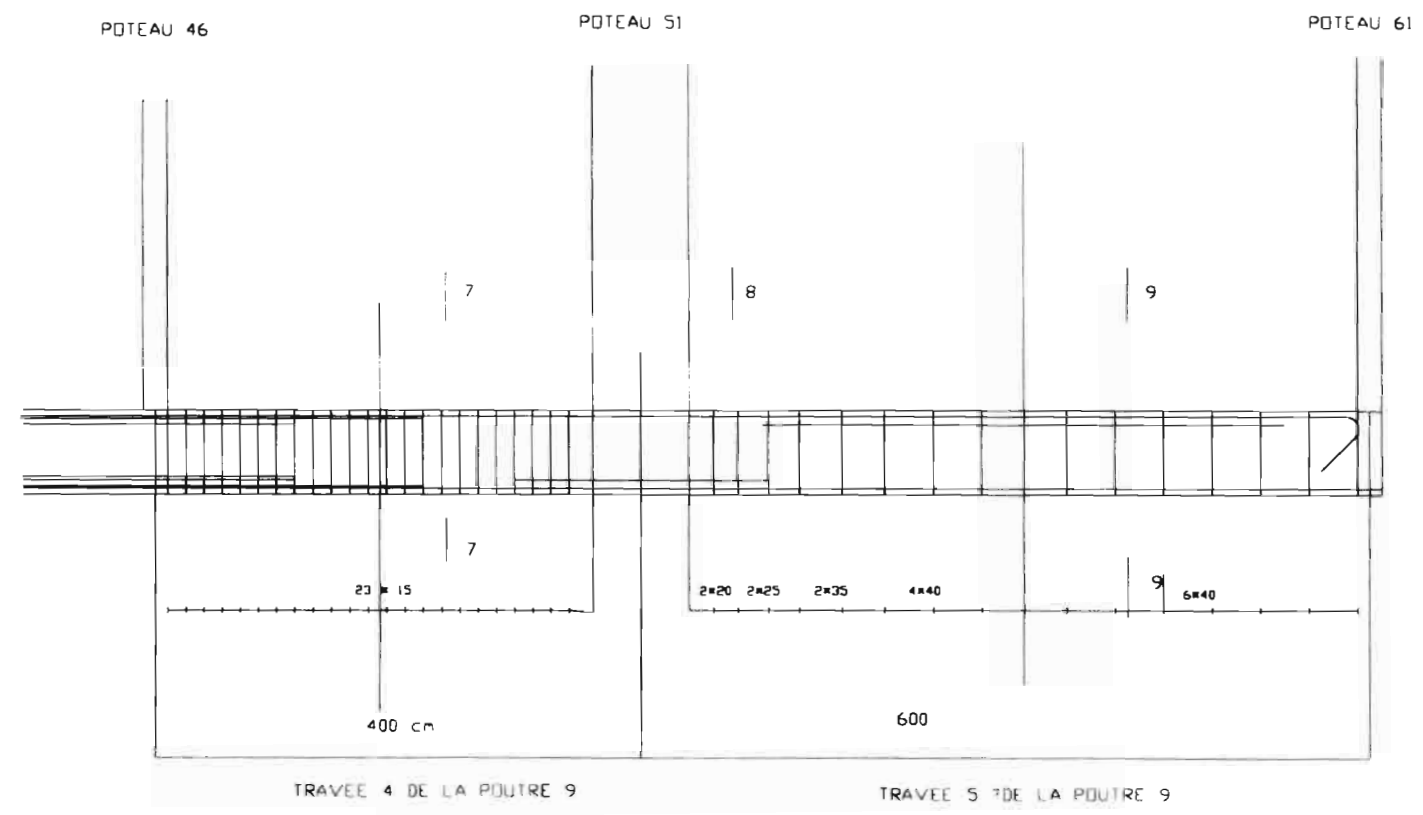
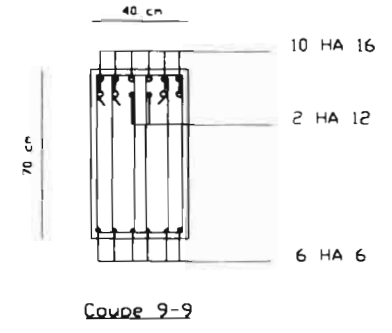
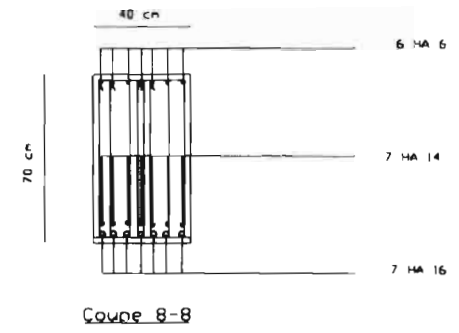
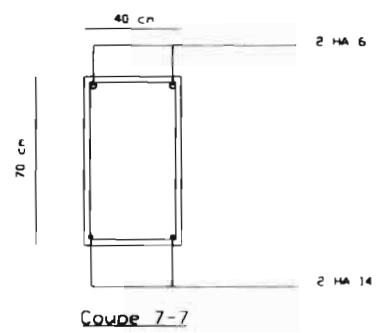
Coupe 6-6

POTEAU 21

POTEAU 46



TRAVÉE 3 DE LA POUTRE 9



# ANNEXE 5

## ANNEXE V-1

Poteaux	Nu	lo	a	b	B	Br	If	z	β	α	Ns	A	Asmin(crr)	Asmax	As	Nulim	Nu<=Nulir
P1	601.10218	4.15	0.3	1.1	0.33	0.3024	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-4.059671	-132.3124	11.2	165	11,2	4301,007	bon
P2	979.77297	4.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.0424159	1.4346541	5.6	50	5,6	1063,383	bon
P3	774.26106	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.3155814	10.674078	4	30	10,67408	772,9599	bon
P4	192.08325	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.235631	-7.969865	3.2	20	3,2	421,4375	bon
P5	471.44463	4.15	0.3	0.5	0.15	0.1344	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-1.562481	-52.84863	6.4	75	6,4	1947,081	bon
P6	472.27994	4.15	0.3	0.5	0.15	0.1344	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-1.561492	-52.81518	6.4	75	6,4	1947,081	bon
P7	193.14638	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.234106	-7.918277	3.2	20	3,2	421,4375	bon
P8	783.6312	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.3290242	11.128758	4	30	11,12876	782,3301	bon
P9	1036.2069	4.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.123378	4.1730784	5.6	50	5,6	1063,383	bon
P10	731.65006	4.15	0.3	1.1	0.33	0.3024	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-3.905141	-132.0856	11.2	165	11,2	4301,007	bon
P11	1278.5449	4.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-1.932445	-65.3621	8.8	120	8,8	3124,044	bon
P12	1597.5909	4.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-1.554788	-52.5884	8.8	120	8,8	3124,044	bon
P13	1998.0083	4.15	0.4		0.1256	0.113354	2.905	29.05	1.13778	0.7470689	0.4848197	16.398312	5.024	62.8	16,39831	1994,318	bon
P14	3030.7541	4.15	0.5		0.19625	0.180864	2.905	23.24	1.0881792	0.7811213	0.4443716	15.030216	6.28	98.125	15,03022	3024,598	bon
P15	2142.0123	4.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-0.910352	-30.79133	8.8	120	8,8	3124,044	bon
P16	118.9565	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.624541	-21.12418	4	30	4	635,4192	bon
P17	191.99345	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.51976	-17.5801	4	30	4	635,4192	bon
P18	2064.9574	4.15	0.4		0.1256	0.113354	2.905	29.05	1.13778	0.7470689	0.560993	18.974763	5.024	62.8	18,97476	2061,267	bon
P19	1404.2571	4.15	0.4		0.1256	0.113354	2.905	29.05	1.13778	0.7470689	-0.190739	-6.451451	5.024	62.8	5,024	1698,757	bon
P20	1322.3223	4.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.5338489	18.056653	5.6	50	18,05665	1320,092	bon
P21	779.4573	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.3230361	10.926222	4	30	10,92622	778,1562	bon
P22	278.23575	7.65	0.3	0.4	0.12	0.1064	5.355	61.834214	2.166633	0.3923138	-1.075921	-36.39144	5.6	60	5,6	849,4194	bon
P23	342.52775	7.65	0.4		0.1256	0.113354	5.355	53.55	1.6249748	0.5230851	-1.231875	-41.66637	5.024	62.8	5,024	1189,441	bon
P24	300.94127	4.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.647459	-21.89936	4.8	40	4,8	849,401	bon
P25	628.17	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.1059942	3.5850978	4	30	4	635,4192	bon
P26	667.33688	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.1621843	5.4856467	4	30	5,485647	666,0357	bon
P27	264.98588	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.131042	-4.432309	3.2	20	3,2	421,4375	bon
P28	208.25688	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.212428	-7.185049	3.2	20	3,2	421,4375	bon
P29	248.73942	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.15435	-5.220659	3.2	20	3,2	421,4375	bon
P30	698.16925	1.68	0.2	0.2	0.04	0.0324	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.2342616	7.9235527	3.2	20	7,923553	697,0454	bon
P31	1128.4873	1.68	0.2	0.3	0.06	0.0504	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.4097283	13.858457	4	30	13,85846	1126,739	bon
P32	532.62282	7.65	0.3	0.4	0.12	0.1064	5.355	61.834214	2.166633	0.3923138	-0.524757	-17.74915	5.6	60	5,6	849,4194	bon
P33	680.22591	7.65	0.4		0.1256	0.113354	5.355	53.55	1.6249748	0.5230851	-0.683124	-23.10567	5.024	62.8	5,024	1189,441	bon
P34	503.74702	4.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.356507	-12.05833	4.8	40	4,8	849,401	bon
P35	1128.4873	1.68	0.2	0.3	0.06	0.0504	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.4097283	13.858457	4	30	13,85846	1126,739	bon
P36	695.18975	1.68	0.2	0.2	0.04	0.0324	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.2310802	7.8159491	3.2	20	7,815949	694,0659	bon

**CALCUL DES POTEUX DU RDC**

Poteaux	Nu	lo	a	b	B	Br	If	$\lambda$	$\beta$	$\alpha$	Ns	A	Asmin(cm)	Asmax	As	Nulim	Nu<=Nulim
P37	243.85404	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.161359	-5.457719	3.2	20	3.2	421,4375	bon
P38	1158.293	4.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.5825268	19.703113	4.8	40	19,70311	1156,527	bon
P39	248.73942	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.15435	-5.220659	3.2	20	3,2	421,4375	bon
P40	1064.9291	4.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.4485838	15.172687	4.8	40	15,17269	1063,163	bon
P41	262.31325	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.134876	-4.561997	3.2	20	3,2	421,4375	bon
P42	80.5619	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.679623	-22.98725	4	30	4	635,4192	bon
P43	60.5144	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.708384	-23.96005	4	30	4	635,4192	bon
P44	424.05675	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.0971663	3.2865085	3.2	20	3,286508	423,2203	bon
P45	808.9148	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.3652969	12.35563	4	30	12,35563	807,6137	bon
P46	427.64538	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.1023147	3.4606443	3.2	20	3,460644	426,8089	bon
P47	1328.8193	4.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-1.872934	-63.34925	8.8	120	8,8	3124,044	bon
P48	1505.7246	4.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-1.66353	-56.26647	8.8	120	8,8	3124,044	bon
P49	1651.2122	4.15	0.4		0.1256	0.113354	2.905	29.05	1.13778	0.7470689	0.090242	3.0523023	5.024	62.8	5,024	1698,757	bon
P50	2531.7963	4.15	0.4		0.1256	0.113354	2.905	29.05	1.13778	0.7470689	1.092153	36.94047	5.024	62.8	36,94047	2528,106	bon
P51	1641.939	4.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-1.502293	-50.81284	8.8	120	8,8	3124,044	bon
P52	834.13041	4.15	0.3	0.4	0.12	0.1064	2.905	33.544051	1.1837067	0.7180833	-0.69139	-23.38524	5.6	60	5,6	1554,76	bon
P53	1183.1334	4.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.6181637	20.908477	4.8	40	20,90848	1181,368	bon
P54	518.1708	4.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.2321856	7.8533357	3.2	20	7,853336	517,3343	bon
P55	207.41643	4.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-1.065633	-36.04348	5.6	50	5,6	1063,383	bon
P56	375.64391	4.15	0.4	0.4	0.16	0.1444	2.905	25.158038	1.103335	0.7703916	-1.86385	-63.04199	6.4	80	6,4	2231,58	bon
P57	375.64391	4.15	0.4	0.4	0.16	0.1444	2.905	25.158038	1.103335	0.7703916	-1.86385	-63.04199	6.4	80	6,4	2231,58	bon
P58	207.41643	4.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-1.065633	-36.04348	5.6	50	5,6	1063,383	bon
P59	549.2895	4.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.00717	-0.242531	4	30	4	635,4192	bon
P60	1169.2974	4.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	0.5983141	20.237095	4.8	40	20,23709	1167,532	bon
P61	744.546	4.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.905	50.316076	1.4346343	0.5924855	-0.295049	-9.979592	5.6	50	5,6	1063,383	bon

SUITE CALCUL DES POTEAUX DU RDC

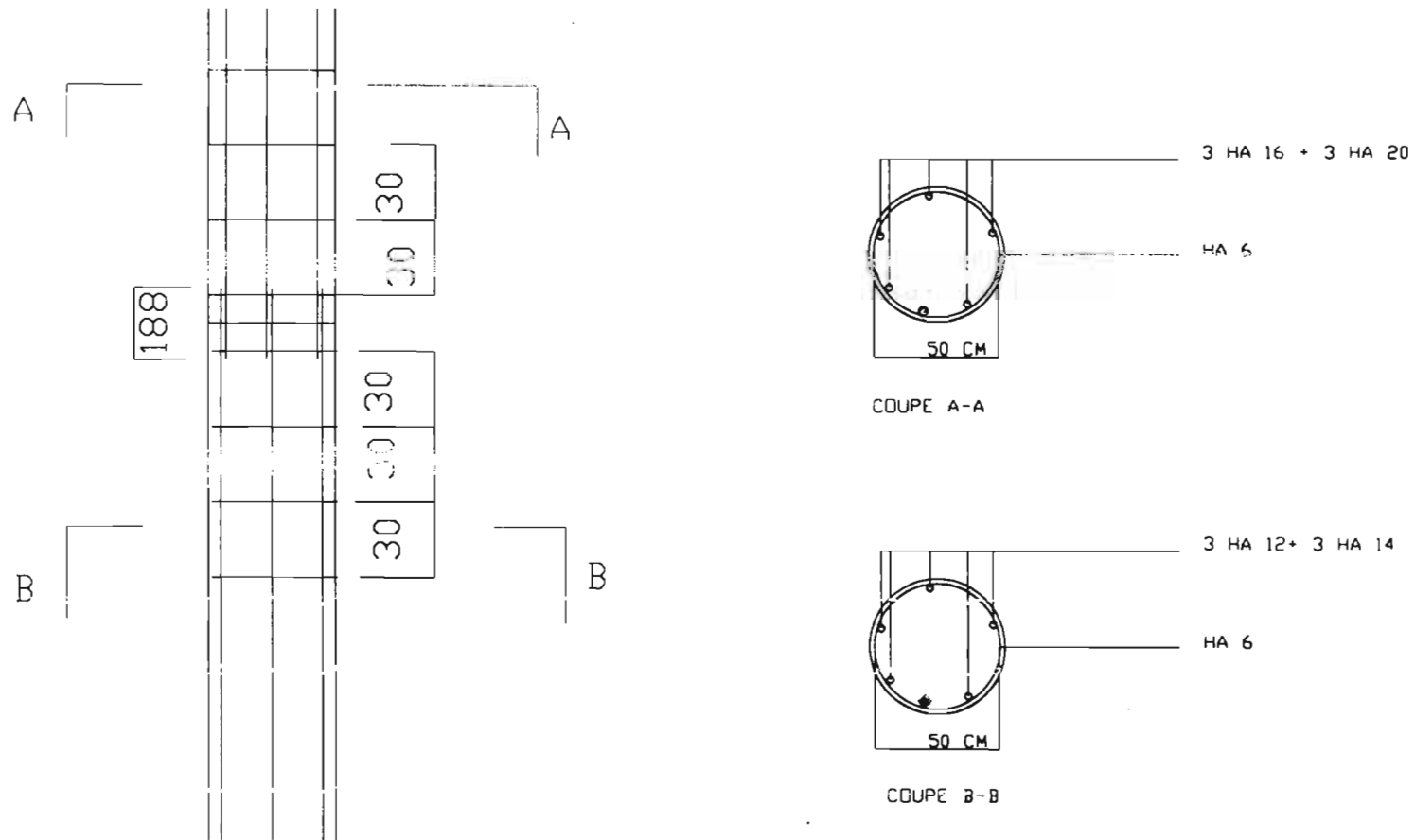
Poteaux	Nu	to	a	b	B	Br	If	$\lambda$	$\beta$	$\alpha$	Ns	A	Asmin(cm)	Asmax	As	Nulim	Nu<=Nulir
P1	482.32762	3.15	0.3	1.1	0.33	0.3024	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-4.237823	-143.3381	11.2	165	11,2	4603,858	bon
P2	916.43367	3.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.228527	-7.729583	5.6	50	5,6	1232,143	bon
P3	660.34338	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.0223976	0.7575643	4	30	4	736,261	bon
P4	175.63425	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.29374	-9.935331	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P5	413.278	3.15	0.3	0.5	0.15	0.1344	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-1.663514	-56.26591	6.4	75	6,4	2084,183	bon
P6	413.278	3.15	0.3	0.5	0.15	0.1344	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-1.663514	-56.26591	6.4	75	6,4	2084,183	bon
P7	175.63425	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.29374	-9.935331	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P8	656.21849	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.0172904	0.5848208	4	30	4	736,261	bon
P9	868.30538	3.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.288116	-9.745113	5.6	50	5,6	1232,143	bon
P10	599.70875	3.15	0.3	1.1	0.33	0.3024	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-4.108018	-138.9477	11.2	165	11,2	4603,858	bon
P11	1099.2547	3.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-2.230267	-75.4355	8.8	120	8,8	3344,021	bon
P12	1411.4711	3.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-1.885005	-63.75754	8.8	120	8,8	3344,021	bon
P13	1749.3979	3.15	0.4		0.1256	0.113354	2.205	22.05	1.07938	0.7874891	0.0997909	3.3752793	5.024	62.8	5,024	1790,668	bon
P14	2627.4104	3.15	0.5		0.19625	0.180864	2.205	17.64	1.0508032	0.808905	-0.092741	-3.136819	6.28	98.125	6,28	2885,986	bon
P15	1795.8408	3.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-1.459954	-49.3808	8.8	120	8,8	3344,021	bon
P16	1.5	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.793343	-26.83365	4	30	4	736,261	bon
P17	1.5	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.793343	-26.83365	4	30	4	736,261	bon
P18	1811.333	3.15	0.4		0.1256	0.113354	2.205	22.05	1.07938	0.7874891	0.1666424	5.6364329	5.024	62.8	5,636433	1807,443	bon
P19	1247.0214	3.15	0.4		0.1256	0.113354	2.205	22.05	1.07938	0.7874891	-0.442464	-14.9657	5.024	62.8	5,024	1790,668	bon
P20	1088.3081	3.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.015722	-0.531779	5.6	50	5,6	1232,143	bon
P21	636.5298	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.007087	-0.239797	4	30	4	736,261	bon
P22	278.23575	7.65	0.3	0.4	0.12	0.1064	5.355	61.834214	2.166633	0.3923138	-1.075921	-36.39144	5.6	60	5,6	849,4194	bon
P23	342.52775	7.65	0.4		0.1256	0.113354	5.355	53.55	1.6249748	0.5230851	-1.231875	-41.66637	5.024	62.8	5,024	1189,441	bon
P24	201.54802	3.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.829655	-28.06187	4.8	40	4,8	984,2019	bon
P25	510.1906	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.163513	-5.530574	4	30	4	736,261	bon
P26	541.98376	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.124148	-4.199131	4	30	4	736,261	bon
P27	214.351	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.245803	-8.31394	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P28	189.34716	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.276762	-9.361058	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P29	224.94432	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.232687	-7.87031	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P30	599.19225	1.68	0.2	0.2	0.04	0.0324	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.1285801	4.3490326	3.2	20	4,349033	598,0684	bon
P31	1031.9072	1.68	0.2	0.3	0.06	0.0504	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.3066061	10.370501	4	30	10,3705	1030,159	bon
P32	532.62282	7.65	0.3	0.4	0.12	0.1064	5.355	61.834214	2.166633	0.3923138	-0.524757	-17.14915	5.6	60	5,6	849,4194	bon
P33	680.22591	7.65	0.4		0.1256	0.113354	5.355	53.55	1.6249748	0.5230851	-0.683124	-23.10567	5.024	62.8	5,024	1189,441	bon
P34	474.36852	3.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.491865	-16.63662	4.8	40	4,8	984,2019	bon
P35	1031.9072	1.68	0.2	0.3	0.06	0.0504	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.3066061	10.370501	4	30	10,3705	1030,159	bon
P36	600.47475	1.68	0.2	0.2	0.04	0.0324	1.176	20.368917	1.0677376	0.7960757	0.1299495	4.3953497	3.2	20	4,39535	599,3509	bon

**CALCUL DES POTEAUX DE LA MEZZANINE**

Poteaux	Nu	lo	a	b	B	Br	If	$\lambda$	$\beta$	$\alpha$	Ns	A	Asmin(cm)	Asmax	As	Nulim	Nu<=Nulim
P37	224.94432	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.232687	-7.87031	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P38	1040.3136	3.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.2088539	7.0641754	4.8	40	7,064175	1038,268	bon
P39	224.94432	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.232687	-7.87031	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P40	939.57601	3.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.0841266	2.84546	4.8	40	4,8	984,2019	bon
P41	211.67838	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.249113	-8.425865	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P42	1.5	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.793343	-26.83365	4	30	4	736,261	bon
P43	1.5	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.793343	-26.83365	4	30	4	736,261	bon
P44	349.10513	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.078959	-2.670671	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P45	739.37371	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.1202482	4.0672172	4	30	4,067217	737,8661	bon
P46	315.48775	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.120582	-4.078509	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P47	1120.3024	3.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-2.206991	-74.64824	8.8	120	8,8	3344,021	bon
P48	1335.634	3.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-1.968869	-66.5941	8.8	120	8,8	3344,021	bon
P49	1477.7173	3.15	0.4		0.1256	0.113354	2.205	22.05	1.07938	0.7874891	-0.193456	-6.543354	5.024	62.8	5,024	1790,668	bon
P50	2189.4196	3.15	0.4		0.1256	0.113354	2.205	22.05	1.07938	0.7874891	0.5747415	19.439785	5.024	62.8	19,43978	2185,53	bon
P51	1353.7243	3.15	0.3	0.8	0.24	0.2184	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-1.948864	-65.91747	8.8	120	8,8	3344,021	bon
P52	662.93431	3.15	0.3	0.4	0.12	0.1064	2.205	25.461147	1.10584	0.7686465	-0.945656	-31.98543	5.6	60	5,6	1664,237	bon
P53	1028.6217	3.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.1943777	6.5745407	4.8	40	6,574541	1026,576	bon
P54	484.6206	3.15	0.2	0.2	0.04	0.0324	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.0888281	3.0044815	3.2	20	3,2	488,3201	bon
P55	187.42023	3.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-1.131148	-38.2594	5.6	50	5,6	1232,143	bon
P56	340.25933	3.15	0.4	0.4	0.16	0.1444	2.205	19.09586	1.059535	0.8022387	-1.917794	-64.86658	6.4	80	6,4	2323,831	bon
P57	340.25933	3.15	0.4	0.4	0.16	0.1444	2.205	19.09586	1.059535	0.8022387	-1.917794	-64.86658	6.4	80	6,4	2323,831	bon
P58	187.42023	3.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-1.131148	-38.2594	5.6	50	5,6	1232,143	bon
P59	408.9945	3.15	0.2	0.3	0.06	0.0504	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.288808	-9.768491	4	30	4	736,261	bon
P60	953.8311	3.15	0.2	0.4	0.08	0.0684	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	0.1017764	3.4424383	4.8	40	4,8	984,2019	bon
P61	588.4935	3.15	0.2	0.5	0.1	0.0864	2.205	38.19172	1.23814	0.6865136	-0.634563	-21.46315	5.6	50	5,6	1232,143	bon

**SUITE CALCUL DES POTEUX DE LA MEZZANINE**

# ANNEXE V-2



SCHEMA DE  
FERRAILLAGE DU  
PUTEAU P14