

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA  
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Sciences de l'Ingénierat

Département : Génie Civil

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie Civil

Spécialité : Structures

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**ETUDE D'UNE STRUCTURE EN BETON ARME EN ZONE  
SISMIQUE (Analyse et cahier des charges)  
Expertise de la dalle endommagée du RDC du Laboratoire  
de Génie Civil « Bloc D » UBMA**

Présenté par : MERAH Aya

BOUDEMAGH HAYAM

BERRAK AHLAM

Encadrant : *MANADI Souad*

*M.C.B.*

*Université Badji Mokhtar - ANNABA*

Jury de Soutenance :

Nom et prénom	Grade	Université	Président
MERZOUZ Mouloud	Pr	Badji Mokhtar Annaba	Président
MENADI Souad	M.C.B	Badji Mokhtar Annaba	Encadrant
OUCIEF Houcine	Pr	Badji Mokhtar Annaba	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Remerciment

*Nous remercions, en premier lieu, الله qui a bien voulu nous donner la force pour effectuer ce travail.*

*Nous remercions nos chers Parents qui nous ont soutenus*

*C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre encadrant **Mme Menadi Souad.***

*Pour son soutien et ses conseils judicieux durant l'élaboration de ce projet.*

*Ainsi nous exprimons notre reconnaissance à tous les membres de jury d'avoir accepté de lire ce manuscrit et d'apporter les critiques nécessaires à la mise en valeur de ce travail,*

*Nos sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce projet de fin d'étude, et particulièrement **Mr.sekhakhfa salim** Le directeur général de Pro-immo Annaba qui nous a accueillis dans son établissement . ainsi que **Mr.Zouaoui Laiche Hamza** et **Mr.Bouzidi Lamin** et **Mlle Boutebba Chaima** et **Mr .Merzouk Abd Zekki** et **Mr. Klaia Abd l Krim** et tous service Pro-immo*

## ***Résumé***

Ce projet présente une étude détaillée d'un bâtiment à usage d'habitation constitué d'un Rez de chaussée plus (05) étages, implanté à la commune à **Ben M'hidi** dans la wilaya d'EL TARF. Cette région est classée en zone sismique IIa selon le RPA99 version 2003.

En utilisant les règlements de calcul et vérifications du béton armé (RPA99V2003 et B.A.E.L91 modifié99), cette étude se compose de deux grandes parties :

### **La 1<sup>ère</sup> Parties :**

La première entame la description générale du projet avec une présentation de caractéristiques des matériaux, ensuite le pré dimensionnement de la structure et enfin la descente des charges.

La deuxième partie a pour objectif d'étude des éléments secondaires (poutrelles, escaliers, acrotère).

L'étude dynamique de la structure a été entamée dans la troisième partie par logiciel ROBOT

Afin de déterminer les différentes sollicitations dues aux chargements (charges permanentes, d'exploitation et charge sismique).

En fin l'étude des éléments résistants de la structure (poteaux, poutres, voiles, radier général) sera calculé dans la dernière partie.

### **2<sup>ème</sup> Parties :**

La première partie l'Expertise de la dalle RDC du Laboratoire de recherche de Génie Civil, Bloc D, université Badji Mokhtar d'Annaba.

La deuxième partie l'organisation d'un chantier et la dernière partie le cahier de charge.

Mots-clés : Bâtiment, Béton armé, ROBOT, RPA99 modifié 2003, BAEL91 modifié 99.

## **Summary**

This project presents a detailed study of a building for residential use consisting of a Ground floor over (05) floors, located in the town of Ben M'hidi in the wilaya of EL TARF This region is classified as a zone seismic IIa according to RPA99 version 2003.

Using the rules for the calculation and verifications of reinforced concrete (RPA99V2003 and B.A.E.L91 modified99), this study consists of two main parts:

### **The 1<sup>st</sup> Parts:**

The first begins the general description of the project with a presentation of the characteristics of the materials, then the pre-dimensioning of the structure and finally the descent of the loads.

The second part aims to study the secondary elements (joists, stairs, and parapet).

The dynamic study of the structure was started in the third part by ROBOT software.

In order to determine the various stresses due to the loads (permanent loads, operating and seismic load).

At the end, the study of the resistant elements of the structure (columns, beams, walls, general raft) will be calculated in the last part.

### **2<sup>nd</sup> Parts:**

The first part is the Expertise of the DRC slab of the Civil Engineering Research Laboratory, Block D, Badji Mokhtar University in Annaba.

The second part is the organization of a site and the last part the specifications.

Keywords: Building, Reinforced concrete, ROBOT, RPA99 modified 2003, BAEL91 modified 99.

# **SOMMAIRE**

<b>Introduction générale</b> .....	1
------------------------------------	---

## **1<sup>ère</sup> PARTIE**

<b>Chapitre I</b> : Présentation de projet et des matériaux.....	2
<b>Chapitre II</b> : Pré dimensionnement des éléments.....	13
<b>Chapitre III</b> : Evaluation et descente des charges.....	19
<b>Chapitre IV</b> : Etude plancher .....	29
<b>Chapitre V</b> : Element secondaire .....	64
<b>Chapitre VI</b> : Etude sismique.....	87
<b>Chapitre VII</b> : Ferrailage des éléments structuraux.....	100
<b>Chapitre VII</b> : Etude de l'infrastructure.....	121

## **2<sup>ème</sup> PARTIE**

<b>Chapitre I</b> : Expertise de la la dalle flottante.....	131
<b>Chapitre II</b> : Organisation d'un chantier.....	136
<b>Chapitre III</b> : Cahier des charges.....	138
<b>Conclusion générale</b> .....	184

**Liste des tableaux:**

<b>Tableau I.1 :</b> Valeur de la limite d'élasticité garantie $f_e$ .....	11
<b>Tableau III.1 :</b> Evaluation des charges du plancher terrasse inaccessible.....	20
<b>Tableau III.2 :</b> Evaluation des charges du plancher etage courant.....	20
<b>Tableau III.3 :</b> Evaluation des charges du balcon etage courant.....	21
<b>Tableau III.4 :</b> Evaluation des charges des murs extérieur.....	22
<b>Tableau III.5 :</b> Evaluation des charges des murs intérieur.....	22
<b>Tableau III.6 :</b> Evaluation des charges des voile.....	22
<b>Tableau III.7:</b> Evaluation des charges du palier.....	23
<b>Tableau III.8 :</b> Evaluation des charges de la volée(paillasse).....	23
<b>Tableau III.8 :</b> Desente des charges sous G.....	26
<b>Tableau III.9 :</b> Desente des charges sous Q.....	26
<b>Tableau IV.1:</b> Ferrailage des poutrelles en appui.....	37
<b>Tableau IV.2:</b> Ferrailage des poutrelles en travée.....	37
<b>Tableau IV.3 :</b> Ferrailage des poutrelles en appui.....	49
<b>Tableau IV.4 :</b> Ferrailage des poutrelles en travée.....	49
<b>Tableau IV.5 :</b> Ferrailage des poutrelles en appui.....	57
<b>Tableau IV.6 :</b> Ferrailage des poutrelles en travée.....	57
<b>Tableau V.1 :</b> Armatures longitudinales.....	72
<b>Tableau V.2 :</b> Vérification de la contraintes des aciers et des bétons.....	72
<b>Tableau V.3:</b> Ferrailage d'escalier .....	73
<b>Tableau V.4 :</b> Donnée relative aux materiaux .....	80
<b>Tableau V.5 :</b> Ferrailage de la poutre palière.....	81
<b>Tableau VI.1:</b> période et participation massique.....	90
<b>Tableau VI.2 :</b> Vérification de l'effort normal réduit.....	91
<b>Tableau VI.3 :</b> Valeurs des pénalités.....	94
<b>Tableau VI.4 :</b> La force sismique à la base par la méthode statique équivalente.....	96
<b>Tableau VI.5 :</b> Vérification de la force sismique à la base.....	96

<b>Tableau VI.6:</b> vérification de l'excentricité.....	97
<b>Tableau VI.7 :</b> vérification des déplacements inter-étage.....	98
<b>Tableau VI.8:</b> vérification au renversement.....	98
<b>Tableau VI.9:</b> justification vis-à-vis de l'effet P- $\Delta$ dans le sens x-x.....	99
<b>Tableau VI.10:</b> justification vis-à-vis de l'effet P- $\Delta$ dans le sens y-y.....	99
<b>Tableau VII.1 :</b> Ferrailages des poutres principale.....	101
<b>Tableau VII.2 :</b> vérification de la contrainte du béton.....	103
<b>Tableau VII.3 :</b> Ferrailages des poutres secondaire.....	105
<b>Tableau VII.4 :</b> vérification de la contrainte du béton.....	107
<b>Tableau VII.5 :</b> Ferrailages des poteaux.....	109
<b>Tableau VII.6 :</b> vérification de la contrainte du béton.....	111
<b>Tableau VIII.1 :</b> Données relatives aux matériaux.....	124
<b>Tableau VIII.2 :</b> Impacte du poteau sur la dalle du radier.....	125
<b>Tableau VIII.3:</b> Ferrailage de la dalle .....	126
<b>Tableau VIII.4 :</b> Vérification des contraintes de cisaillement.....	127
<b>Tableau.VIII.5 :</b> Ferrailage des poutres du radier.....	129

## Liste des figures

### 1<sup>ere</sup> PARTIE :

<b>Figure 1</b> : facade principale.....	04
<b>Figure 2</b> : Vue en plan RDC.....	05
<b>Figure 3</b> : Vue en plan 1 <sup>ere</sup> Etage .....	06
<b>Figure I.1</b> : Diagramme contrainte – déformation du béton à l’ELU .....	09
<b>Figure I.2</b> : Diagramme contrainte – déformation du béton à l’ELS.....	10
<b>Figure I.3</b> : Diagramme de déformation de l’acier .....	12
<b>Figure II.1</b> : Coupes de voiles en plan pour différents cas.....	18
<b>Figure III.1</b> : Shéma des murs exterior et interieur.....	21
<b>Figure IV.1</b> : Plancher a corps creux .....	29
<b>Figure IV.2</b> : Corps Creux hourdis .....	29
<b>Figure IV.3</b> : Diagramme des moments de planchers terrasse à L’ELU .....	36
<b>Figure IV.4</b> : Diagramme d’effort tranchant de plancher terrasse à L’ELU .....	36
<b>Figure IV.5</b> : Diagramme des moments de plancher terrasse à L’ELS .....	41
<b>Figure IV.6</b> : Diagramme des moments de plancher etage courant à L’ELU Type 01 .....	47
<b>Figure IV.7</b> : Diagramme d’effort tranchant de plancher etage courant à L’ELU Type 01 .....	48
<b>Figure IV.8</b> : Diagramme des moments de plancher etage courant à L’ELS .....	51
<b>Figure IV.9</b> : Schéma ferrailage plancher etage courant en appuis et en travée.....	54
<b>Figure IV.10</b> : Diagramme des moments de plancher etage courant à L’ELU Type 02.....	56
<b>Figure IV.11</b> : Diagramme d’effort tranchant de plancher etage courant à L’ELU Type 02.....	56
<b>Figure IV.12</b> : Diagramme des moments de plancher etage courant à L’ELS Type 02 .....	60
<b>Figure V.1</b> : Schémas des Coupes transversales de l’acrotère.....	65
<b>Figure V.2</b> : Schéma ferrailage de l’acrotère.....	69
<b>Figure V.3</b> : Vue en plan de l’escalier.....	71
<b>Figure V.4</b> : Schéma ferrailage de l’escalier.....	78
<b>Figure V.5</b> : Schéma ferrailage de la poutre palière.....	86
<b>Figure VI.1</b> : modélisation 3D de la structure sur Robot.....	87
<b>Figure VI.2</b> : disposition des voiles.....	89

<b>Figure VII.1</b> : Schéma de ferrailage des poutres principale.....	104
<b>Figure VII.2</b> : Schéma de ferrailage des poutres secondaire.....	108
<b>Figure VII.3</b> : Schéma de ferrailage des poteaux.....	112
<b>Figure VII.4</b> : Schéma de ferrailage des voiles pleine.....	117
<b>Figure VII.5</b> : Schéma de ferrailage des voiles avec ouverture.....	120
<b>Figure VIII.1</b> :Vue en 3D du radier.....	123
<b>Figure VIII.2</b> : contrainte sous radier.....	124
<b>Figure VIII.3</b> :Sollicitations du radier selon $M_x-x$ à L'ELS.....	125
<b>Figure VIII.4</b> :Sollicitations du radier selon $M_y-y$ à L'ELS.....	126
<b>Figure VIII.5</b> : Contraintes de cisaillement dans le sens X-X.....	127
<b>Figure VIII.6</b> :Contraintes de cisaillement dans le sens Y-Y.....	127
<b>Figure VIII.7</b> : Ferrailage nappe supérieur (travée) .....	128
<b>Figure VIII.8</b> . Ferrailage nappe inférieur (appuis).....	128
<b>Figure VIII.9</b> . Ferrailage coupe du radier.....	129
<b>Figure VIII.10</b> . Diagramme moment fléchissant des nervures.....	129
<b>Figure VIII.11</b> . Ferrailage coupe en travée.....	130
<b>Figure VIII.12</b> . Ferrailage coupe en appuis.....	130

## **2<sup>eme</sup> PARTIE :**

<b>Figure I.1</b> . : Coupe d'une dalle flottante.....	131
<b>Figure I.2</b> . : Réalisation d'une dalle flottante.....	132
<b>Figure I.3</b> .:Photo prise avant.....	133
<b>Figure I.4</b> : Photo prise après.....	134

**Liste des symboles**

- $A$  : Coefficient d'accélération de zone.
- $A_s$  : Aire d'une section d'acier.
- $A_t$  : Section d'armatures transversales.
- $B$  : Aire d'une section de béton.
- $\phi$  : Diamètre des armatures, mode propre.
- $Q$  : Charge d'exploitation.
- $\gamma_s$  : Coefficient de sécurité dans l'acier.
- $\gamma_b$  : Coefficient de sécurité dans le béton.
- $\sigma_s$  : Contrainte de traction de l'acier.
- $\sigma_{bc}$  : Contrainte de compression du béton.
- $\eta$  : Coefficient de fissuration.
- $\bar{\sigma}_s$  : Contrainte de traction admissible de l'acier.
- $\bar{\sigma}_{bc}$  : Contrainte de compression admissible du béton.
- $\tau_u$  : Contrainte ultime de cisaillement.
- $\tau$  : Contrainte tangentielle.
- $\beta$  : Coefficient de pondération.
- $\sigma_{sol}$  : Contrainte du sol.
- $\sigma_m$  : Contrainte moyenne.
- $G$  : Charge permanente.
- $\varepsilon_{bc}$  : Déformation relative.
- $\alpha$  : Coefficient de réduction

- $V_0$  : Effort tranchant a la base.
- $E.L.U$  : Etat limite ultime.
- $E.L.S$  : Etat limite service.
- $N_{ser}$  : Effort normal pondéré aux états limites de service.
- $N_u$  : Effort normal pondéré aux états limites ultime.
- $T_u$  : Effort tranchant ultime.
- $T$  : Effort tranchant, Période.
- $S_t$  : Espacement.
- $\lambda$  : Elancement.
- $e$  : Epaisseur.
- $f$  : Flèche.
- $\bar{f}$  : Flèche admissible.
- $h$  : hauteur d'une section
- $b$  : largeur d'une section.
- $L$  : Longueur ou portée.
- $L_f$  : Longueur de flambement.
- $i$  : Rayon de giration.
- $B_r$  : la section réduite du béton.
- $W$  : Poids total de la structure.
- $d$  : Hauteur utile.
- $f_e$  : Limite d'élasticité de l'acier.
- $M_u$  : Moment à l'état limite ultime.
- $M_{ser}$  : Moment à l'état limite de service.
- $M_t$  : Moment en travée.

- $M_a$  : Moment sur appuis.
- $M_0$  : Moment isostatique.
- $I$  : Moment d'inertie.
- $\delta_i$  : Flèche due aux charges instantanées.
- $\delta_v$  : Flèche due aux charges de longue durée.
- $I_{\delta_i}$  : Moment d'inertie fictif pour les déformations instantanées.
- $I_{\delta_v}$  : Moment d'inertie fictif pour les déformations différées.
- $M$  : Moment, Masse.
- $E_i$  : Module d'élasticité instantané.
- $E_v$  : Module d'élasticité différé.
- $E_{i28}$  : Module d'élasticité instantané à j jours d'âge.
- $E_{v28}$  : Module d'élasticité différé à j jours d'âge.
- $E_s$  : Module d'élasticité de l'acier.
- $f_{c28}$  : Résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours d'âge.
- $f_{t28}$  : Résistance caractéristique à la traction du béton à 28 jours d'âge.
- $f_{cj}$  : Résistance caractéristique à la compression du béton à j jours d'âge.
- $f_{tj}$  : Résistance caractéristique à la traction du béton à j jours d'âge.
- $K$  : Coefficient de raideur de sol.
- $\delta$  : Rapport de l'aire d'acier à l'aire de béton.
- $X$  : Position de l'axe neutre.
- $I_0$  : Moment d'inertie de la section totale homogène

## **INTRODUCTION :**

Toute recherche d'ingénierie sur les structures en béton armé vise à assurer la stabilité et la résistance du bâtiment pour assurer la sécurité du bâtiment.

La stabilité de la structure dépend de la résistance de divers éléments structurels (poteaux, poutres, murs, etc.) à diverses contraintes (compression, flexion, etc.), et sa résistance dépend du type de matériau utilisé et de sa taille et de ses caractéristiques.

Par conséquent, pour calculer les éléments constitutifs de la structure, nous suivons les réglementations et méthodes connues (RPA 99/2003), qui sont basées sur le matériau (béton et acier) et la connaissance de la taille et du renforcement de la structure des éléments résistants.

# **Partie I**

## Chapitre I :

### *Présentation du projet et matériaux*

## **I- Présentation du projet :**

### **Introduction :**

Le projet consiste en l'étude et le calcul des éléments résistants d'un bâtiment (R+5) à usage d'habitation de :

- Un rez-de-chaussée (RDC) à usage d'habitation
- Du 1<sup>er</sup> au 5<sup>ème</sup> étage à usage d'habitation.

Cet ouvrage, sera implanté à TAREF « Ben M'hidi » qui est classé selon le règlement parasismique Algérien (RPA 99 2003) comme une zone de moyenne sismicité (Zone IIa).

### **I.1.Caractéristiques géométriques du bâtiment:**

- Dimension en plan ..... (11,20× 27,3) m<sup>2</sup>
- Hauteur totale.....18.36 cm
- Hauteur du RDC .....3.06cm
- Hauteur des étages courants .....3.06cm

### **I.2.Caractéristiques géométriques du sol:**

Le sol d'assise de la construction est un sol ferme d'après le rapport du laboratoire de la mécanique des sols,

-La contrainte du sol  $\bar{\sigma}_{sol} = 1,2$  bars

### **I.3. Règlement et normes utilisés :**

Trois règlements sont utilisés pour le calcul et la vérification de l'ouvrage :

1-REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNE« RPA 99/2003 ».

2-REGLES« BAEL».

3-DOCUMENT TECHNIQUE REGLEMENTAIRE «DTR».

### **I.4.Choix du système de contreventement :**

Notre bâtiment dépasse quatre niveaux (14 mètres) et est situé en zone *IIa*. Le contreventement par portique est donc écarté (Art. 1-b du RPA99/version 2003) et le choix va se porter sur un contreventement mixte (voiles et portiques).

Pour un système de contreventement mixte, il y a lieu de vérifier ce qui suit :

- Les voiles de contreventement ne doivent pas reprendre plus de 20 % des sollicitations dues aux charges verticales.
- Les charges horizontales sont reprises conjointement par les voiles et les portiques proportionnellement à leurs rigidités relatives ainsi que les sollicitations résultant de leurs interactions à tous les niveaux.
- Les portiques doivent reprendre, outre les sollicitations dues aux charges verticales, au moins 25 % de l'effort tranchant d'étage.

### **I.5.Eléments de l'ouvrage :**

- **PLANCHERS :**

Ils sont réalisés en corps creux et une dalle de compression, reposant sur des poutrelles préfabriquées. Le plancher terrasse comportera un complexe d'étanchéité et une forme de pente pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales.

- **Dalle PLEINE EN BETON ARME :**

Des dalles pleines en béton armé sont prévues au niveau des balcons.

- **Maçonnerie :**

La maçonnerie de notre structure sera exécutée en briques creuses.

- ✓ Murs extérieurs : ils sont constitués en deux rangées  
Brique creuse de 15 cm d'épaisseur.  
L'âme d'air de 5 cm d'épaisseur.  
Brique creuse de 10 cm d'épaisseur.
- ✓ Murs intérieurs (cloisons de répartition) : ils sont constitués par une cloison de 10 cm d'épaisseur.

- **L'escalier :**

Nous avons un seul type d'escalier (escalier droit constitué d'un palier de repos et de deux volées).

- **Revêtement :**

- Carrelage pour les planchers et les escaliers.
- Mortier de ciment pour les murs extérieurs.
- Enduit de plâtre pour les plafonds et les murs intérieurs.

- **L'acrotère :**

Au niveau de terrasse, le bâtiment est entouré d'un acrotère conçu en béton armé de 60cm d'ateur et de 10 cm d'épaisseur

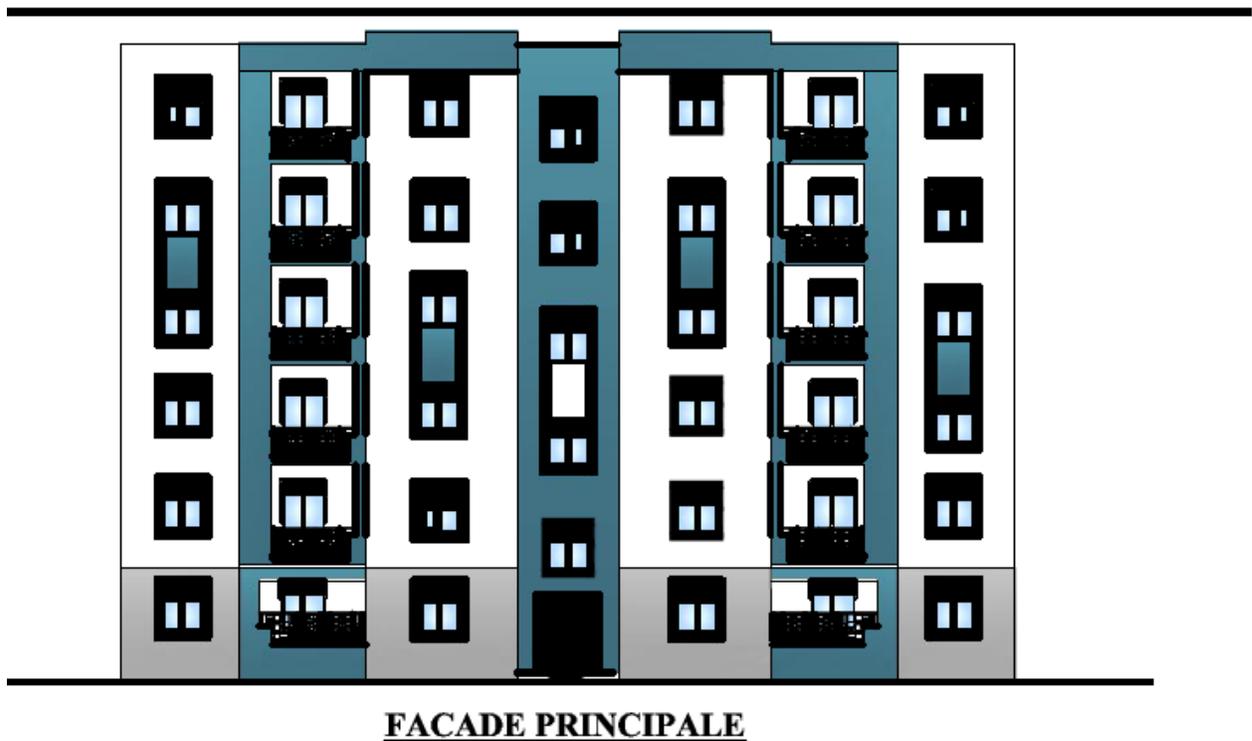


Figure 1 : facade principale

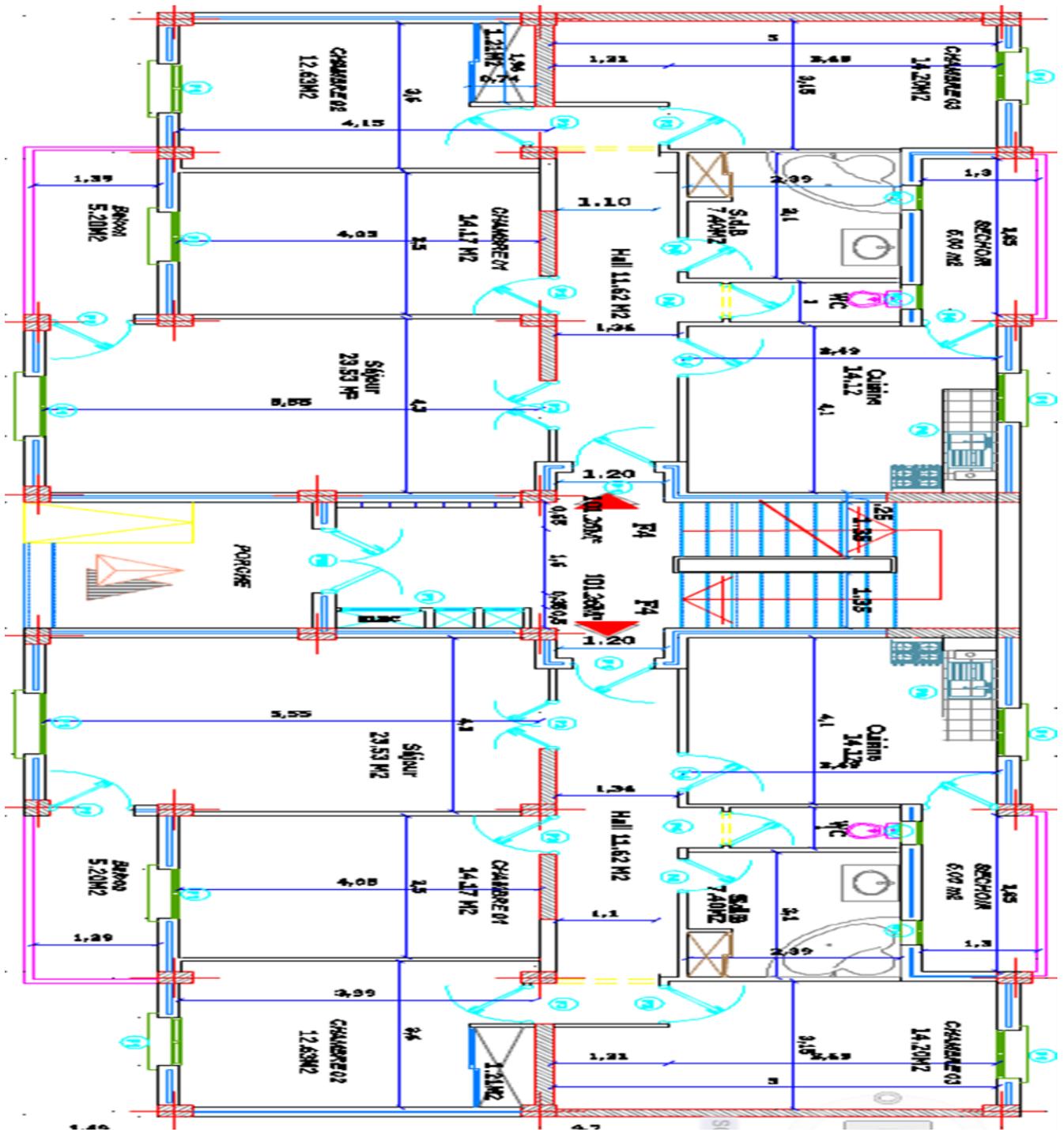


Figure 2: Vue en plan RDC

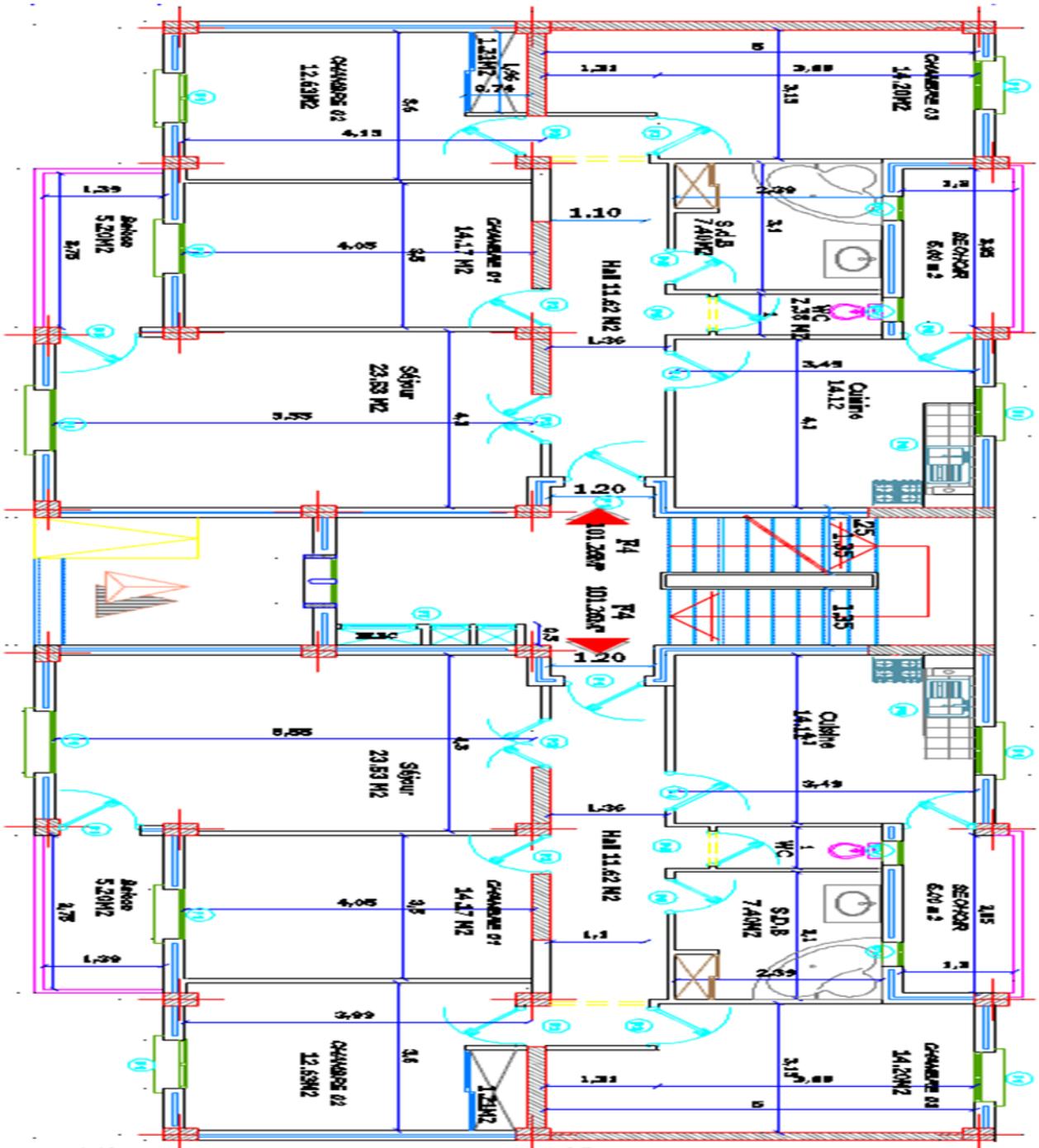


Figure 3: Vue en plan 1<sup>ère</sup> Etage

## I.6. CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX :

Le matériau de base utilisé pour construire cette structure est le béton armé, composé de béton et d'acier

### I.6.1. Le Béton :

Le béton est un matériau constitué par le mélange du ciment granulats (sable, gravillons) et d'eau de gâchage, Le béton armé est obtenu en introduisant dans le béton des aciers (armatures) disposés de manière à équilibrer les efforts de traction. C'est le matériau de construction le plus utilisé au monde, que ce soit en bâtiment ou en travaux publics.

- La qualité du **ciment** et ces particularités dépendent des proportions de calcaire et d'argile ou de bauxite et la température de cuisson du mélange.
- Le béton est constitué de deux types de **granulats** :
  - Sable de dimension inférieure 0/5 mm.
  - Gravier de dimension inférieure 5/25 mm.
- L'**eau** utilisée doit être propre, elle ne doit pas contenir des matières organiques qui influent sur le durcissement et la cohésion du béton.

#### a. Préparation du béton :

On appelle **dosage** le poids du liant employé pour réaliser un mètre cube de béton.

La composition pour un mètre cube de béton ordinaire est :

- 350Kg/m<sup>3</sup> de ciment CPA325
- 400 L de sable  $D_g \leq 5\text{mm}$
- 800 L de gravillon  $D_g \leq 25\text{mm}$
- 210 L d'eau.

Il existe plusieurs méthodes de calcul de la composition basées sur la granulométrie parmi lesquelles la méthode de DREUX-GORISSE.

#### b. Caractéristiques physiques du béton :

- **Lamasse volumique** : La masse volumique des bétons est comprise entre 2200 et 2400 kg/m<sup>3</sup>. Cette masse volumique peut augmenter avec la modalité de mise en œuvre, en particulier avec la vibration.
- **Le retrait** : C'est la diminution de longueur d'un élément de béton. On peut l'assimiler à l'effet d'un abaissement de la température qui entraîne un raccourcissement.

- **La dilatation** : puisque le coefficient de dilatation thermique du béton est évalué à  $10^{-5}$ , pour une variation de  $\pm 20^\circ\text{C}$  on obtient :  $\Delta L = \pm (2/1000) \times L$ .
- **Le fluage** : C'est le phénomène de déformation provoquée dans le temps sous une charge fixe constamment appliquée.

c. **Caractéristiques mécaniques du béton :**

- **Résistance à la compression :**

Un béton est défini par sa résistance à la compression à 28 jours d'âge dite : résistance caractéristique à la compression, notée  $f_{c28}$ .

Lorsque la sollicitation s'exerce sur un béton d'âge  $j < 28$  jours, sa résistance à la compression est calculée comme suit (Art 2-1-11 BAEL 91).

$$f_{cj} = \frac{j \cdot f_{c28}}{(4.46 + 0.83j)} \text{ MPA} \quad \text{pour } j < 28 \text{ jours.}$$

Pour le présent projet on adoptera :  $f_{c28} = 25 \text{ MPA}$ .

- **Résistance à la traction : (Art A-2 12 BAEL91) :**

Conventionnellement elle est définie par la formule suivante :

$$f_{tj} = 0,6 + 0,06 \cdot f_{cj} \text{ MPa}$$

$$f_{t28} = 2,1 \text{ MPa}$$

- **Le module de déformation longitudinale « E » :**

Sous des contraintes normales d'une durée d'application  $< 24$  heures, on admet à défaut de mesure qu'à l'âge de « j » jours le module de déformation instantané du béton  $E_{ij} = 11000 \cdot \sqrt[3]{f_{cj}}$ .

$$E_{i28} = 32164,2 \text{ MPa}$$

On admet que sous contraintes normales d'une longue durée, le module de déformation différé

$$\text{est donné par : } E_{vj} = \frac{E_{ij}}{3} = 3700 \sqrt[3]{f_{cj}}.$$

$$E_{v28} = 10819 \text{ MPa}$$

- **CONTRAINTE LIMITE :**

- ❖ **Contrainte limite à la compression à ELU: (Art 4-3 .41 BAEL91)**

$$F_{bc} = \frac{0.85 \cdot f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} \quad \text{MPa} \quad .$$

Avec :

$\gamma_b$  : coefficient de sécurité

$\gamma_b = 1,50$  en situation courante  $\Rightarrow f_{bc} = 14,20$  MPa

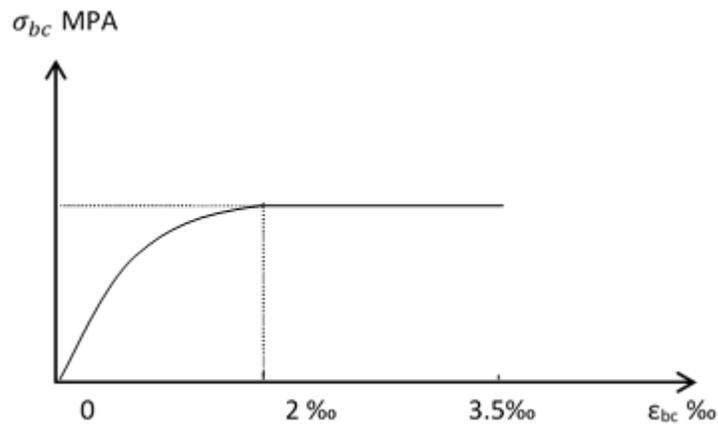
$\gamma_b = 1,15$  en situation accidentelle  $\Rightarrow f_{bc} = 18,48$  MPa

$\theta$  : coefficient qui est en fonction de la durée d'application des actions

-  $\theta = 1$  si durée d'application est supérieur à 24 heures.

-  $\theta = 0.9$  si la durée d'application est entre 1 heures et 24 heures.

-  $\theta = 0.85$  si la durée d'application est inférieur à 1 heures.



**Figure I.1 :**Diagramme Contrainte- déformation du béton à L'ELU

**A L'ELS :**

Dans ce cas le diagramme contrainte – déformation est considéré linéaire et la contrainte limite est donnée par :

$$\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 \cdot f_{c28} .$$

D'où  $\overline{\sigma}_{bc} = 15$  MPa



**Figure I.2 :** Diagramme Contrainte- déformation du béton à L'ELS

**b- Contrainte ultime de cisaillement :** (Art A – 5.1.21 BAEL91)

La contrainte ultime de cisaillement est limitée par  $\tau_u \leq \tau_u$

Sachant que :

La contrainte ultime du cisaillement du béton est définie par :

$$\tau_u = \frac{V_u}{bd}$$

Avec :

$V_u$  : Effort tranchant.

$b, d$  : Dimensions de pièce.

Les armatures transversales perpendiculaires à la ligne moyenne sont autorisées si  $\tau_u$  ne dépasse pas :

$$\tau_u = \min ( 0,13 f_{c28} ; 5 \text{ MPa} ) \quad \text{pour la fissuration peu nuisible.}$$

$$\tau_u = \min ( 0,10 f_{c28} ; 4 \text{ MPa} ) \quad \text{pour la fissuration préjudiciable.}$$

**A. Contraintes de service à la compression :** (Art A – 4 .5 .2 BAEL91)

$$\sigma_{bc} = 0,60 \times f_{c28} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bc} = 15 \overline{\text{MPa}}$$

**I.6.2.L' aciers :**

Les aciers associés au béton servent à reprendre les efforts de traction et les éventuels efforts de compression dans les éléments effectifs ou entièrement tendus.

• **Types d'acier utilisé**

Barres lisses (RL) → FeE235

Barre à hautes adhérences (HA) → FeE400

Treillis soudé de diamètre 6 hautes adhérences → FeE215

- Valeur de la limite d'élasticité garantie  $f_e$  :

Type	Nuance	$f_e$ (MPa)	Emploi
Ronds lisses	FeE215 FeE235	215 235	Emploi courant Epingle de levage des pièces préfabriquées
Barre HA Type 3	FeE 400 FeE 500	400 500	Emploi courant
Fils tréfiles HA type 3	FeTE400 FeTE500	400 500	Emploi sous forme de Barres droites ou de treillis
Fil tréfiles lisses type 4	TLE500 $\phi > 6$ mm TLE520 $\phi \leq 6$ mm	500 520	Treillis soudés uniquement emploi courant

**Tableau I.1** : Valeur de la limite d'élasticité garantie  $f_e$

Pour le ferrailage principal de résistance, nous utilisons :

Des aciers à haute adhérence (HA) de nuance FeE400 de type 1, caractérisés par leur limite élastique  $f_e = 400$  MPa.

- **Module d'élasticité :**

$$E_s = 2.10^5 \text{ MPa}$$

- **Contraintes limites :**

**A l'ELU:**

$$\bar{\sigma}_s = \begin{cases} \frac{f_e}{\gamma_s} & \text{pour : } \varepsilon_s > 1,74\text{‰} \\ E_s \cdot \varepsilon_s & \text{pour : } \varepsilon_s \leq 1,74\text{‰} \end{cases}$$

Avec :

$$\begin{cases} \gamma_s = 1,15 ; \text{ en : SDT} \Rightarrow \sigma_s = 348 \text{ MPa} \\ \gamma_s = 1 ; \text{ en : SA} \Rightarrow \sigma_s = 400 \text{ MPa} \end{cases}$$

**AL'ELS:**

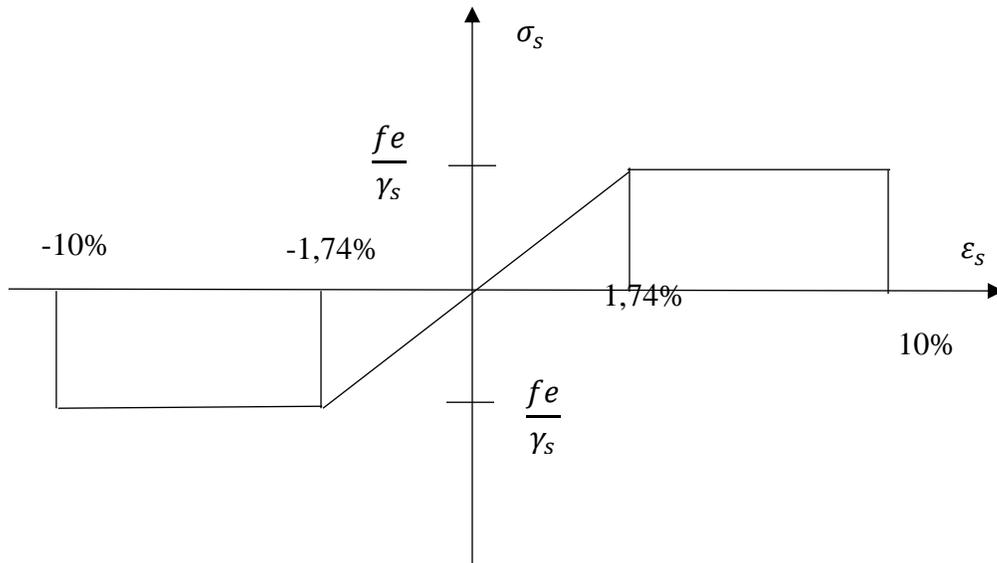
$$\sigma_s = \begin{cases} \frac{f_e}{\gamma_s} ; \text{enfissuration peu nuisible.} \\ \min \left( \frac{2}{3} f_e ; \max \left( \frac{f_e}{2} , 110 \sqrt{\eta f t_j} \right) \right) ; \text{enfissuration préjudiciable.} \\ 0,8 \sigma_s ; \text{enfissuration très préjudiciable.} \end{cases}$$

$\eta$  : Coefficient de fissuration.

$$\begin{cases} \eta = 1 \text{ pour les aciers RL.} \\ \eta = 1,6 \text{ pour les aciers HA.} \end{cases}$$

D'où:

$$\bar{\sigma}_s = \begin{cases} 348 \text{ MPa en FPN} \\ 202 \text{ MPa en FP} \\ 160 \text{ MPa en FTP} \end{cases}$$



**Figure I.3 :** Diagramme de déformation de l'acier

## Chapitre II :

### *Pré-dimensionnement des éléments*

**Introduction:**

Le pré dimensionnement des éléments résistants est une étape régie par les lois empiriques issues de l'expérience. Cette étape représente le point de départ et la base de la justification à la résistance, la stabilité et la durabilité de l'ouvrage.

Pour ce faire nous commençons le pré dimensionnement des éléments structuraux.

**II .1. Pré dimensionnement des poutres :**

La poutre est un élément principale supportant les planchers et transmettant leur charges aux poteaux ou voiles.c'est un élément fléchi soumis à la flexion simple.

Les poutres sont Pré dimensionnées d'après le règlement B.A.E.L 91 et elles sont vérifiées par le R.P.A99 version 2003.

**II .1.1.Les Poutres Principales : (sens longitudinale)**

• **D'après les règles BAEL :**

➤  $L_{max} / 15 \leq h \leq L_{max} / 10$

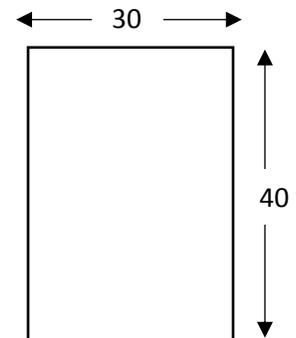
$L_{max} = 520\text{cm}$        $\left\{ \begin{array}{l} L_{max} : \text{Longeur maximal de la poutre} \\ h : \text{Hauteur de la poutre} \\ b : \text{Largeur de la poutre} \end{array} \right.$

$520/ 15 \leq h \leq 520 / 10$

$34.66\text{cm} \leq h \leq 5.20\text{cm}.....$  On prend  $h = 40 \text{ cm}$

➤  $0.3h \leq b \leq 0.5 h$

$12\text{cm} \leq b \leq 20\text{cm}.....$ On prend  $b = 30 \text{ cm}$



• **les exigences du R.P.A 99 version 2003 :**

- $h \geq 30 \text{ cm} \Leftrightarrow h = 40 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$
- $b \geq 20 \text{ cm} \Leftrightarrow b = 30 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$
- $h/b \leq 4 \Leftrightarrow 40/30 \leq 4 \Leftrightarrow 1.33 < 4 \dots\dots\dots \text{OK}$

La section des poutres principales est :  **$h \times b = (40 \times 30) \text{ cm}^2$**

**II.1.2. Les Poutres Secondaires : (Sens Transversale)**

- $L_{\max} / 15 \leq h \leq L_{\max} / 10$

$L_{\max} = 437.5 \text{ cm}$

$437.5 / 15 \leq h \leq 437.5 / 10$

$29 \text{ cm} \leq h \leq 43.75 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{ On prend } h = 35 \text{ cm}$

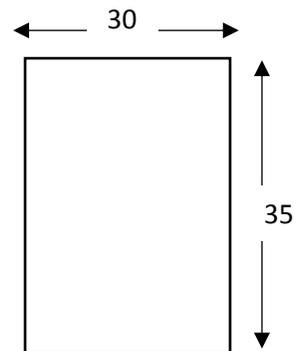
- $0.3 h \leq b \leq 0.5 h$

$10.5 \text{ cm} \leq b \leq 17.5 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{ On prend } b = 30 \text{ cm}$

**les exigences du R.P.A 99 version 2003 :**

- $h \geq 30 \text{ cm} \Leftrightarrow h = 35 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$
- $b \geq 20 \text{ cm} \Leftrightarrow b = 30 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$
- $h/b \leq 4 \Leftrightarrow 35/30 \leq 4 \Leftrightarrow 1.16 < 4 \dots\dots\dots \text{OK}$

La section des poutres secondaires est :  **$h \times b = (35 \times 30) \text{ cm}^2$**



**II.2. Pré dimensionnement des Poteaux :**

Ils sont dimensionnés par :

- la condition de non flambement
- les conditions de l'R.P.A

- **La condition de non flambement :**

$$\lambda = L_f / b \leq 14.4$$

$L_f$  : hauteur de flambement :  $L_f = 0.7 L_0$

$\lambda$  : élancement

$L_0$  : hauteur de poteau entre niveau (d'étage)

$b$  : la plus petite dimension de la poutre.

$$L_0 = 306 - 30 = 276 \text{ cm (RDC)}$$

$$L_0 = 306 - 30 = 276 \text{ cm (E .C)}$$

$$L_f = 0.7 * 276 = 193.2 \text{ cm}$$

$$\longrightarrow b \geq \frac{193,2}{14,4} = 13,41 \text{ on prend } b = 40 \text{ cm.}$$

-Les poteaux :  $(30 * 40) \text{ cm}^2$

- **D'après le RPA99 version 2003 :**

Pour une zone II comme notre cas :

$$\longrightarrow \min(b, h) \geq 25 \text{ cm} \longrightarrow \min(30, 40) > 25 \dots \dots \dots \text{vérifier.}$$

$$\longrightarrow \min(b, h) \geq L_0 / 20 \longrightarrow \min(30, 40) \geq \frac{276}{20} = 13.8 > 13,3 \dots \dots \dots \text{vérifier.}$$

$$\frac{1}{4} \leq \frac{b}{h} \leq 4 \longrightarrow 0,25 \leq \frac{30}{40} \leq 4 \longrightarrow 0,25 \leq 0.75 \leq 4 \dots \dots \dots \text{vérifier.}$$

### II.3. Pré dimensionnement des planchers :

Les planchers est une séparation entre les niveaux qui transmet les charges et les surcharges qui lui sont directement appliquées aux éléments porteurs tout en assurant des fonctions de conforme comme l'isolation phonique et l'étanchéité des niveaux extrêmes.

Pour notre bâtiment, ou' na deux types de planchers vont être utilisés :

- Plancher à corps creux en partie courante.

#### II.3.1. Plancher à corps creux :

La hauteur de la poutrelle sera déterminée comme suit :

$$h_t \geq \frac{L}{22.5}$$

Avec :

L : longueur entre nus d'appuis.

$h_t$  : hauteur totale du plancher.

On à :

$$L=410\text{cm.}$$

$$h_t \geq \frac{410}{22,5} = 18,22\text{cm.} \longrightarrow h_t = 20\text{cm.}$$

On adoptera un plancher de (16+4) 20 cm d'épaisseur composés d'un hourdis de 16cm et d'une dalle de compression de 4 cm d'épaisseur.

- **Les nervures :**

La section transversale des nervures est assimilée à une section en tés (T) de caractéristique géométrique suivants :

La largeur de la table de compression est égale à :  $b = b_0 + 2b_1$

Avec :

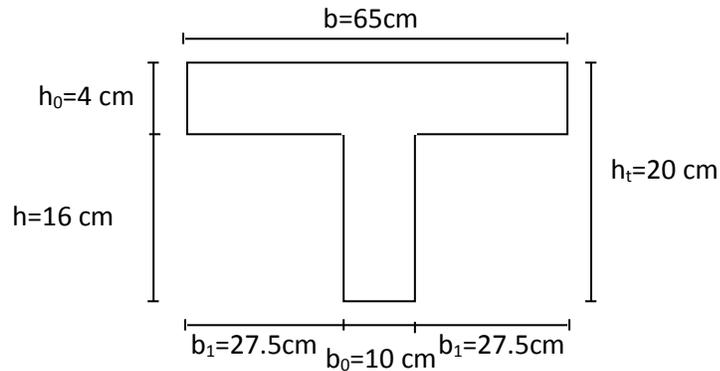
$$b_0 \geq \{0,3ht ; 0,4ht\} \quad \text{avec } ht = 20\text{cm}$$

$$b_0 \geq \{6 ; 8\} \Rightarrow b_0 = 10\text{cm}$$

$$b_1 = \min \left\{ \frac{L_0}{2}; \frac{L}{10} \right\} \Rightarrow b_1 = \min \{27,5 ; 43,7\}$$

$$b_1 = 27,5 \text{ cm}$$

$$b = 10 + 2 \times 27,5 = 65 \text{ cm}$$



#### II.4. Pré dimensionnement des voiles :

Les voiles sont des éléments rigides en béton armé coulés sur place. Ils sont destinés d'une part à reprendre une partie des charges verticales et d'autre part à assurer la stabilité de l'ouvrage sous l'effet des chargements horizontaux.

Leur pré dimensionnement se fera conformément à (Art 7-7-1 du RPA99).

- **L'épaisseur (e) :**

Elle est déterminée en fonction de la hauteur libre d'étage ( $h_e$ ) :

$$h_e = 306 - 20 = 286 \text{ cm}$$

$$e \geq h/25 \Rightarrow e \geq 11,44 \text{ cm}$$

$$e \geq h/22 \Rightarrow e \geq 13 \text{ cm}$$

$$e \geq h/20 \Rightarrow e \geq 14,3 \text{ cm}$$

on adopte que : **e=20 cm**

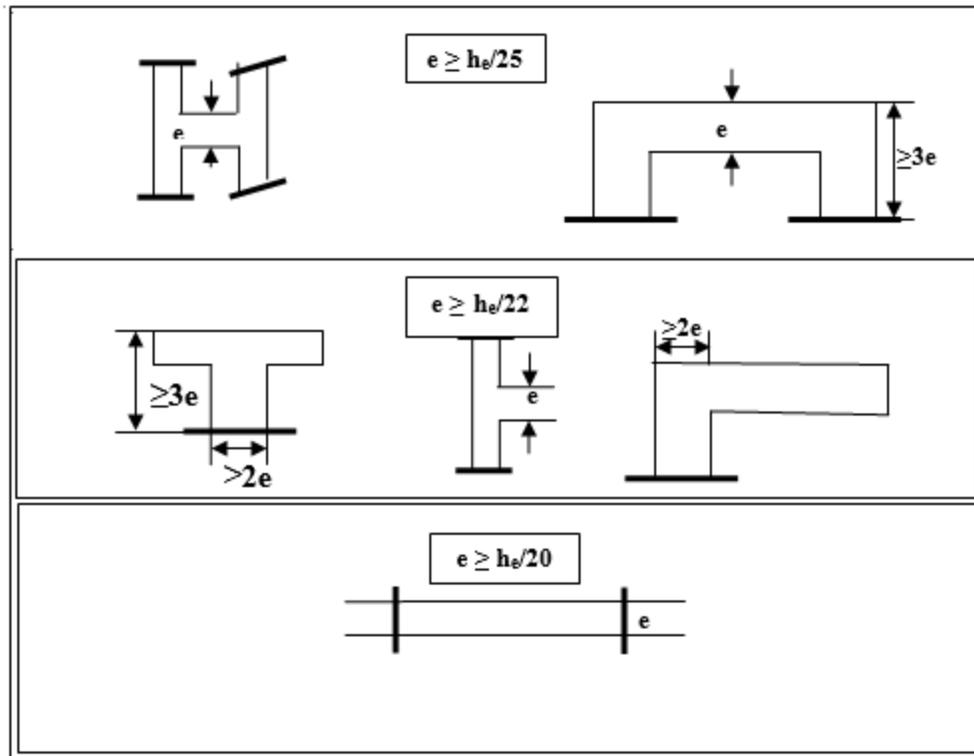


Figure II.1 : Coupes de voiles en plan pour différents cas.

## Chapitre III:

### *Evaluation et descente des charges*

**Introduction:**

Pour l'obtention d'une bonne résistance et d'une bonne stabilité de l'ouvrage il est nécessaire d'uniformiser la distribution des charges au niveau de tous les éléments porteurs de charges des planchers.

**III. Les charges réglementaires :**

Les charges réglementaire sont en général de :

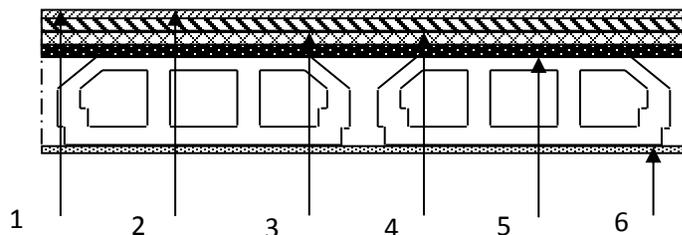
- Les charges permanentes qui présentent le poids propre.
- Les charges d'exploitation ou surcharges.

**III.1. Les charges permanentes :**

Il s'agit de prendre en compte le poids réel des éléments mis en œuvre pour construire le bâtiment. Là encore, afin d'uniformiser et faciliter les procédures de calcul, le législateur fourni des listes de poids volumiques en fonction des matériaux utilisés.

**III.2. Les charges d'exploitation :**

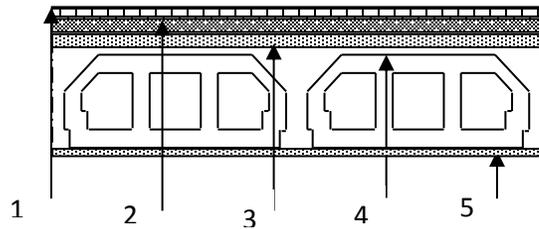
Tout bâtiment entre dans une catégorie réglementaire et doit être capable de supporter les charges et sollicitations correspondant à une utilisation "normale". On comprend aisément que le plancher d'un groupe à usage d'habitation, est à priori, moins chargé qu'un plancher d'une bibliothèque.

**III.3. EVALUATION DES CHARGES :****a. PLANCHER TERRASSE INACCESSIBLE (Corps creux) :**

<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumiques (KN /m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1- Gravillon de protection	4	20	0.80
2- Etanchéité multi couche	2	-	0.12
3-Isolation thermique	4	4	0.16
4-Forme de pente	9	22	1.98
5-Dalle à corps creux	16+4	-	2.80
6-Enduit de plâtre	2	10	0.20
$G=6.06 \text{ KN/m}^2 ; Q=1 \text{ KN/m}^2$			

**Tableau III.1 :**evaluation des charges du plancher terrasse inaccessible.

**b. Plancher etage courant (Corps creux) :**



<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumiques (KN /m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1-Carrelage	2	20	0.40
2-Mortier de pose	2	20	0.40
3- Couche de sable	2	19	0.38
4- Dalle à corps creux	16+4	-	2.80
5- Enduit de plâtre	2	18	0.36
6-Brique creux	10	-	0.90
$G=5,24 \text{ KN/m}^2 ; Q=1,5 \text{ KN/m}^2$			

**Tableau III.2 :**evaluation des charges du plancher etage courant.

c. Dalle pleine d'étage courant :

<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumiques (KN /m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1-Carrelage	2	20	0.40
2-Mortier de pose	2	20	0.40
3-Sable fin	2	19	0.38
4-corps creux	16+4	-	2.80
5-Enduit de ciment	2	18	0.36
$G=5,24\text{KN/m}^2, Q=3,5\text{KN/m}^2$			

Tableau III.3 :evaluation des charges dalle pleine d'etage courant.

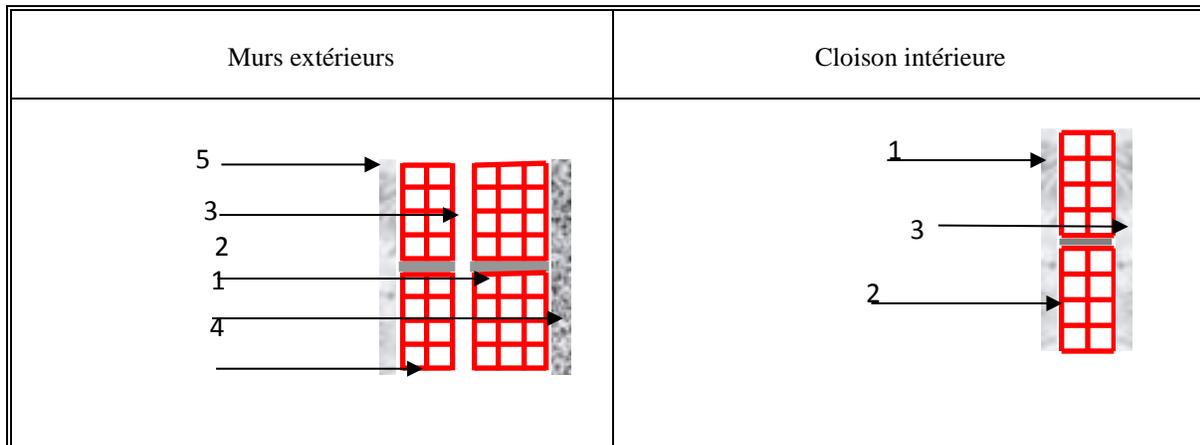
Mur :

Figure III.1:Schéma des murs extérieur et intérieur.

d. Extérieurs en maçonnerie :

<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumique (KN/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1-Enduit de ciment	2	18	0.36
2-Brique creux	15	-	1.30
3- Brique creux	10	-	0.9
4-Enduit de plâtre	2	10	0.20
<b>G=2,76 KN/m<sup>2</sup></b>			

Tableau III.4 :evaluation des charges des murs extérieur.

e. Mur interieure :

<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumique (KN/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1-Enduit de plâtre	2	10	0.20
2-Brique creux	10	-	0.90
3-Enduit de platre	2	10	0.20
<b>G=1.30 KN/m<sup>2</sup></b>			

Tableau III.5 :evaluation des charges des murs intérieur.

f. Voile (e=20cm) :

<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumique (KN/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1-Voile en béton	20	25	5.00
2- Enduit de ciment	2	18	0.36
3- Enduit de plâtre	2	10	0.20
<b>G=5,56 KN/m<sup>2</sup></b>			

Tableau III.6 :evaluation des charges des voile.

g. Palier de repos :

<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumiques (KN /m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1-Carrelage	2	20	0.40
2-Mortier de pose	2	20	0.40
3-Couche de sable	2	19	0.38
4-Dalle pleine en BA	15	25	3.75
5-Enduit de plâtre	2	10	0.20
<b>G=5.13 KN/m<sup>2</sup>,Q=2,5KN/m<sup>2</sup></b>			

Tableau III.7:evaluation des charges du palier.

h. Volée (paillasse) :

<i>Matériaux</i>	<i>Epaisseur (cm)</i>	<i>Poids volumiques (KN /m<sup>3</sup>)</i>	<i>Poids (KN/m<sup>2</sup>)</i>
1-Carrelage	2	20	0.40
2-Mortier de pose	2	20	0.40
3-Marches	0.17/2	25	2.125
4-Dalle pleine incliné	0.15/cos32.51°	25	4.46
5-Enduit de ciment	0.01/cos30°	18	0.207
<b>G=7.68KN/m<sup>2</sup>,Q=2,5KN/m<sup>2</sup></b>			

Tableau III.8 :evaluation des charges de la volée(paillasse)

**III.4.DESCENTES DES CHARGES :**

La descente de charges est obtenue en déterminant le cheminement des efforts dans la structure depuis leurs points d'application jusqu'aux fondations.

D'une façon générale, les charges se distribuent en fonction des surfaces attribuées à chaque élément porteur (poutre, poteau, voile), appelée surface d'influence.

• **Poteaux Centrale:**

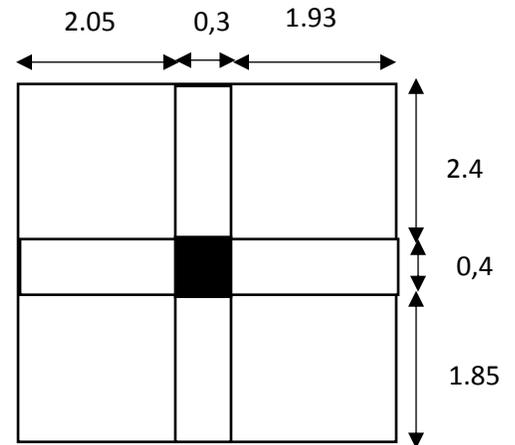
$S1=2,05*2,4= 4,92m^2.$

$S2=2,05*1,85=3,79m^2.$

$S3=1,93*2,4= 4,63m^2.$

$S4=1,93*1,85=3,57m^2.$

D'où:  $St=s1+s2+s3+s4=16,91m^2.$



Niveau	Section	Elément	Σ G (T)
5 <sup>eme</sup> étage	N <sub>1</sub>	-Acrotère.....(0.215×4.37)=0.939 -Plancher Terrasse :0.606×16.91=10.247 -Poutres Principales :(0.3×0.4)×5.20×2.5=1.56 -Poutres Secondaires :(0.3×0.35)×4.37×2.5=1.147 -Mur.....2,76	16,653
	N <sub>2</sub>	-Venant de N <sub>1</sub> :16,653 -Poteau :(0.3×0.4)×3.06×2.5=0.918	17,571
4 <sup>eme</sup> étage	N <sub>3</sub>	-Venant de N <sub>2</sub> :..... 17,571 -Plancher étage : 0.524×16.91=8.860 -Poutres Principales .....1.56 -Poutres Secondaires .....1.147 -Mur.....2,76	31,638
	N <sub>4</sub>	-Venant de N <sub>3</sub> .....31,638 -Poteau.....0.918	32,556

3 <sup>eme</sup> étage	<b>N5</b>	-Venant de N <sub>4</sub> .....32,556 -Plancher étage .....8.860 -Poutres Principales .....1.56 -Poutres Secondaires .....1.147 -Mur.....2.76	46,883
	<b>N6</b>	-Venant de N <sub>5</sub> .....46,883 -Poteau.....0.918	47,801
2 <sup>eme</sup> étage	<b>N7</b>	-Venant de N <sub>6</sub> .....47,801 -Plancher étage .....8.860 -Poutres Principales .....1.56 -Poutres Secondaires .....1.147 -Mur.....2,76	62,128
	<b>N8</b>	-Venant de N <sub>7</sub> .....62,128 -Poteau.....0.918	63,046
1 <sup>eme</sup> étage	<b>N9</b>	Venant de N <sub>8</sub> .....63,046 -Plancher étage .....8.860 -Poutres Principales .....1.56 -Poutres Secondaires .....1.147 -Mur.....2,76	77,373
	<b>N10</b>	-Venant de N <sub>9</sub> .....77,373 -Poteau.....0.918	78,291

RDC	N11	Venant de N <sub>10</sub> .....78.291 -Plancher étage .....8.860 -Poutres Principales .....1.56 -Poutres Secondaires .....1.147 -Mur.....2,76	92,618
	N12	Venant de N <sub>11</sub> .....92,618 -Poteau.....0.918	93,536
	N13	Venant de N <sub>12</sub> .....93,536 Plancher étage .....8.860 -Poutres Principales .....1.56 -Poutres Secondaires .....1.147 -Mur.....2,76	107,863
	N14	-Venant de N <sub>13</sub> .....107,863 -Poteau.....0.918	108,781

**Tableau III.8 :**desente des charges sous G.

**Les surcharges Cumulées :**

Niveau	Dégression	Q cumulée (KN/m <sup>2</sup> )
Sous la terrasse	Q <sub>0</sub>	1
Sous le 5 <sup>eme</sup> étage	Q <sub>0</sub> +Q <sub>1</sub>	2.5
Sous le 4 <sup>eme</sup> étage	Q <sub>0</sub> +0.95(Q <sub>1</sub> +Q <sub>2</sub> )	3.85
Sous le 3 <sup>eme</sup> étage	Q <sub>0</sub> +0.90(Q <sub>1</sub> +Q <sub>2</sub> +Q <sub>3</sub> )	5.05
Sous le 2 <sup>eme</sup> étage	Q <sub>0</sub> +0.85(Q <sub>1</sub> +Q <sub>2</sub> + Q <sub>3</sub> +Q <sub>4</sub> )	6.10
Sous le 1 <sup>eme</sup> étage	Q <sub>0</sub> +0.80(Q <sub>1</sub> +Q <sub>2</sub> + Q <sub>3</sub> + Q <sub>4</sub> + Q <sub>5</sub> )	7

**Tableau III.9 :**desente des charges sous Q.

$$N_u = 1.35N_G + 1.5N_Q = (1.35 \times 108,781) + (1.5 \times 7)$$

$$N_u = 157,35t.$$

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

$$N_{ser} = 108,781 + 7$$

$$N_{ser} = 115,781t.$$

### III.5. Vérification de la stabilité de forme :

- Vérification de la section du poteau :

$$\text{Poteau } 30 \times 40 : \quad N_u = 1.35N_G + 1.5N_Q = 157,35t.$$

#### Moment d'inertie :

$$(b \times h^3) / 12 = (30 \times 40^3) / 12 = 16 \times 10^4 \text{ cm}^4.$$

#### le rayon :

$$i = \sqrt{\frac{I}{B}} = \sqrt{\frac{16 \times 10^4}{30 \times 40}} = 11.54 \text{ m} = 115.4 \text{ cm}.$$

#### longer de flambement:

$$L_f = 0.7L_0 = 0.7(3.06 - 0.4) = 1.86 \text{ m} = 186 \text{ cm}.$$

#### L'élancement de poteau :

$$\lambda = \frac{l_f}{i} = \frac{186}{115.4} = 1.61.$$

$$\alpha = \frac{0.85}{\left(1 + 0.2 \times \frac{\lambda}{35}\right)^2} = 0.84$$

$$\text{La surface réduite:} \quad B_r = 28 \times 38 = 1064 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} \begin{cases} \frac{0.2(b \times h)}{100} = \frac{0.2(30 \times 40)}{100} = 2.4 \text{ cm}^2 \\ \frac{8(b+h)}{100} = \frac{8(30+40)}{100} = 5.60 \text{ cm}^2. \end{cases}$$

$$\Rightarrow A_{\max} = 5.60 \text{ cm}^2.$$

$$Nu < \alpha \left( \frac{Br \times f_c 28}{1.35} + A \frac{f_e}{\delta_s} \right) \Rightarrow Nu < 0.84 \left( \frac{1064 \times 250}{1.35} + 6.4 \frac{4000}{1.15} \right) = \mathbf{184.21tf}.$$

$$Nu = \mathbf{157,35tf} < 184.21tf \Rightarrow \text{Donc la stabilité est vérifiée.}$$

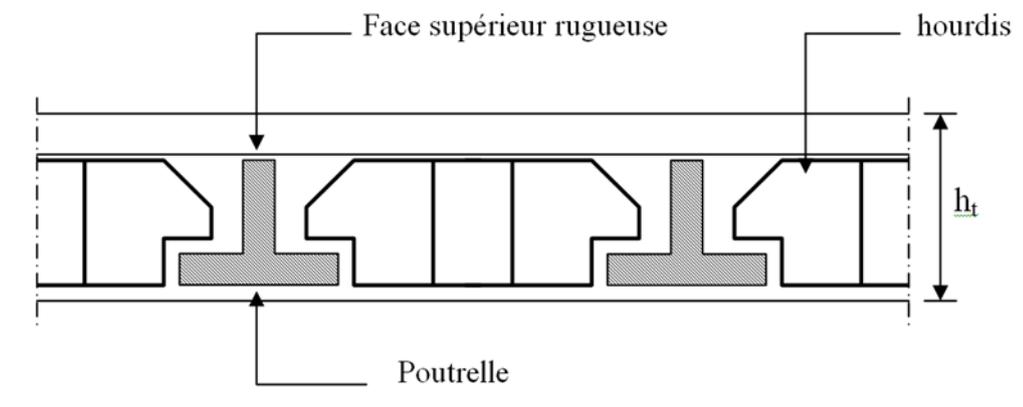
Chapitre IV:

*Etude des planchers*

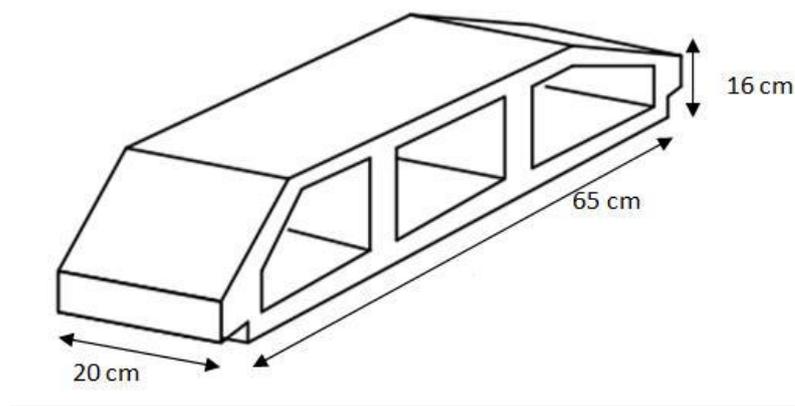
**Introduction :**

Les planchers ont un rôle très important dans la structure. Ils supportent les charges verticales puis les transmettent aux éléments porteurs et aussi ils isolent les différents étages du point de vue thermique et acoustique.

La structure étudiée comporte des planchers à corps creux. Ce type de plancher est constitué par des éléments porteurs (poutrelle), et par des éléments de remplissage (corps creux) de dimensions (16x20x65) cm<sup>3</sup>, avec une dalle de compression de 4 cm d'épaisseur.



**Figure IV.1 :** Plancher a corps creux



**Figure IV.2 :** Corps Creux hourdis

**IV. Dimensionnement des poutrelles :****IV.1. Choix de la méthode de calcul :**

Les poutrelles à étudier sont assimilées à des poutres continues sur plusieurs appuis, leur calcul s'effectue selon l'une des méthodes suivantes :

- Méthode forfaitaire.
- Méthode de Caquot.

**IV.2. Condition d'application de la méthode forfaitaire :**

$$\left. \begin{array}{l} G=6.06 \text{KN.m} \\ Q=1 \text{KN.m} \end{array} \right\} \Leftrightarrow Q = 1 \text{KN.m} < \max(2G, 5 \text{KN.m}) \quad \text{condition vérifiée}$$

Les poutres sont à inertie invariable le long des différentes travées (même section) pour toutes les travées ..... Condition vérifié

La fissuration non préjudiciable ..... Condition non vérifié

Le rapport des portées successives

$$0.8 < \frac{l_i}{l_{i+1}} = \frac{4.37}{3.35} = 1.30 \leq 1.25 \dots \dots \dots \text{Condition non vérifié}$$

Donc : la méthode de calcul sera celle de Caquot.

**IV.3. Etape de calcul par la méthode de Caquot :****Le principe de cette méthode :**

Cette méthode appliquée initialement pour les poutrelles non solidaires des poteaux, a été étendue par la suite au calcul des poutres solidaires des poteaux.

Elle est basée sur la théorie générale des poutres continues et poutres à moment d'inertie dans les différentes travées non solidaires des poteaux.

- **Moment en appuis**

Appuis de rive :  $M_a = 0.2M_0$

Avec  $M_0 = -ql^2/8$  (moment isostatiques).

- **Moment sur l'appui central (voisine de rive, intermédiaire)**

$$M_a = \frac{P_w(l'_w)^3 + P_e(l'_e)^3}{8.5(l'_w + l'_e)}$$

$L'_w \Leftrightarrow$  pour la travée de gauche

$L'_e \Leftrightarrow$  pour la travée droite

**Sont déterminée par :**

$L' = l$  pour une travée de rive avec appuis simple de rive

$L' = 0.8l$  pour une travée intermédiaire

$P_w, P_e$  : les charges uniformément réparties à gauche et droite de l'appui

- **Moment max en travée**

$$M_t(\max) = \frac{ql}{2}(l-x) + \left(\frac{Me-Mw}{l}\right)x + Mw$$

$$M_{t(x)} = \frac{qx}{2} - \frac{qx^2}{2} = \frac{qx}{2}(l-x)$$

Le moment est maximum lorsque :

$$\frac{dM_t(x)}{dx} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad x = \frac{l}{2} + \frac{Me-Mw}{ql}$$

- **L'effort tranchant :**

$$T_{(x)} = \frac{d(M_t(x))}{dx} = \frac{ql}{2} - qx + \frac{Me-Mw}{l}$$

**IV.4. Plancher Terrasse :****TYPE 01 :****a. Charges et combinaison :**

- $G=6.06\text{KN.m}$
- $Q=1\text{KN.m}$

$$\text{ELU : } P_u = 1.35G + 1.5Q$$

$$P_u = 1.35(6.06) + 1.5(1) = 9.681\text{KN.m}$$

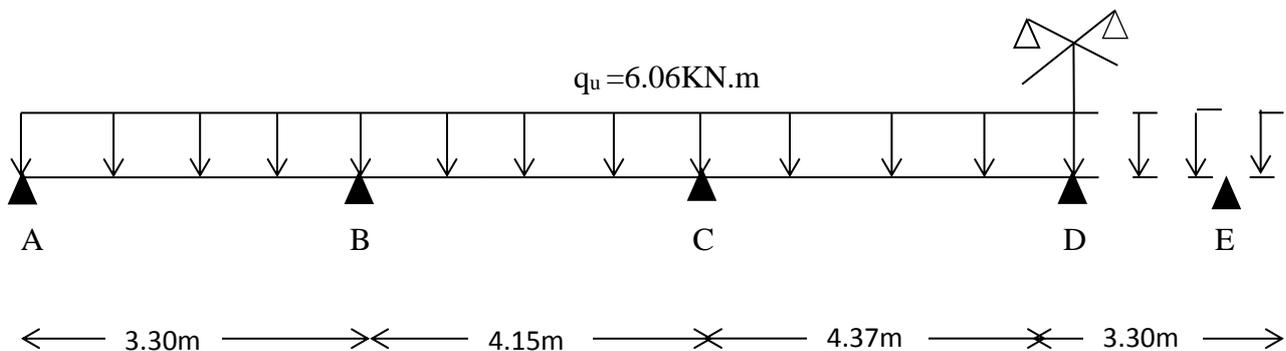
$$q_u = 0.65 \times 9.681 = 6.29\text{KN.m}$$

$$\text{ELS : } P_s = G + Q$$

$$P_s = 6.06 + 1 = 7.06\text{KN.m}$$

$$q_s = 0.65 \times 7.06 = 4.58\text{KN.m}$$

$b=0.65\text{m}$  étant la largeur de la table de compression efficace.



**b. Calcul du moment :****Moment en appuis :**• **Appuis A (de rive)**

$$M_A = -0.2M_0$$

$$M_0 = \frac{ql^2}{8} = 6.29 \frac{(3.3)^2}{8} = 8.562 \text{KN.m}$$

$$M_A = -0.2 \times 8.562 = -1.712 \text{KN.m} \quad \Leftrightarrow \quad M_A = -1.712 \text{KN.m}$$

• **Appuis B (voisin de rive)**

$$M_B = -\frac{qul'w^3 + qel'e^3}{8.5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_w = 6.29 \text{KN.m}$$

$$L'w = 3.30 \text{m} \quad ; \quad l'e = 4.15 (0.8) = 3.32 \text{m}$$

$$M_B = -6.29 \frac{(3.30)^3 + (3.32)^3}{8.5(3.30 + 3.32)} = -8.107 \text{KN.m} \quad \Leftrightarrow \quad M_B = -8.107 \text{KN.m}$$

• **Appuis C (intermédiaire)**

$$M_C = -\frac{qul'w^3 + qel'e^3}{8.5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_w = 6.29 \text{KN.m}$$

$$L'w = 4.15 (0.8) = 3.32 \text{m} \quad , \quad l'e = 4.37 (0.8) = 3.49 \text{m}$$

$$M_C = -6.29 \frac{(3.32)^3 + (3.49)^3}{8.5(3.32 + 3.49)} = -8.595 \text{KN.m} \quad \Leftrightarrow \quad M_C = -8.595 \text{KN.m}$$

• **Appuis D (intermédiaire) :**

$$M_D = -\frac{qul'w^3 + qel'e^3}{8.5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_w = 6.29 \text{KN.m}$$

$$L'w = 3.35 (0.8) = 2.68 \text{m} \quad , \quad l'e = 4.37 (0.8) = 3.49 \text{m}$$

$$M_D = -6.29 \frac{(2.68)^3 + (3.49)^3}{8.5(2.68 + 3.49)} = -7.406 \text{KN.m} \quad \Leftrightarrow M_{D'} = -7.406 \text{KN.m}$$

- **Appuis E (intermédiaire)**

La poutrelle étant symétrique par rapport à l'axe passant par le milieu de la travée DE, les moments aux appuis non représentés sont les suivants :

- $M_E = M_D$
- $M_F = M_C$
- $M_G = M_B$
- $M_H = M_A$

**c. Moment en travée et effort tranchant :**

- **Travée(AB) :**

$$M(x) = q \frac{l}{2} x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me + M_W}{l} x$$

$$M(x) = 6.29 \frac{3.30}{2} x - 6.29 \frac{x^2}{2} - 1.712 + \frac{-8.107 + 1.712}{3.30} x$$

$$M(x) = 8.440 x - 6.29 \frac{x^2}{2} - 1.712$$

$$T(x) = 8.440 - 6.29x \quad \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow T_W = 8.440 \text{KN} \\ x=3.30 \Rightarrow T_e = -12.31 \text{KN} \end{cases}$$

$$T(x) = 0 \quad \Rightarrow \quad x = 1.341 \text{m}$$

$$M(x) = M(1.341) = 6.778 \text{KN.m.}$$

- **Travée(BC) :**

$$M(x) = q \frac{l}{2} x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me + M_W}{l} x$$

$$M(x) = 6.29 \frac{4.15}{2} x - 6.29 \frac{x^2}{2} - 8.107 + \frac{-8.107 + 8.595}{4.15} x$$

$$M(x) = 13.169 x - 6.29 \frac{x^2}{2} - 8.107$$

$$T(x) = 13.169 - 6.29x \quad \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow T_W = 13.169 \text{KN} \\ x=4.15 \Rightarrow T_e = -12.93 \text{KN} \end{cases}$$

$$T(x)=0 \Rightarrow x=2.093\text{m}$$

$$M(x)=M(2.093)=12.567\text{KN.m}$$

• **Travée (CD) :**

$$M(x)=q\frac{1}{2}x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me+Mw}{l} x$$

$$M(x)=6.29\frac{4.37}{2}x - 6.29\frac{x^2}{2} - 8.595 + \frac{-8.595+7.406}{4.37} x$$

$$M(x)=13.471 x - 6.29\frac{x^2}{2} - 8.595$$

$$T(x)=13.471-6.29x \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow TW=13.471\text{KN} \\ x=4.37 \Rightarrow Te=-14.016\text{KN} \end{cases}$$

$$T(x)=0 \Rightarrow x=2.141\text{m}$$

$$M(x)=M(2.141)=13.038\text{KN.m}$$

• **Travée (DE) :**

$$M(x)=q\frac{1}{2}x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me+Mw}{l} x$$

$$M(x)=6.29\frac{3.35}{2}x - 6.29\frac{x^2}{2} - 7.406 + \frac{-7.406+7.406}{3.35} x$$

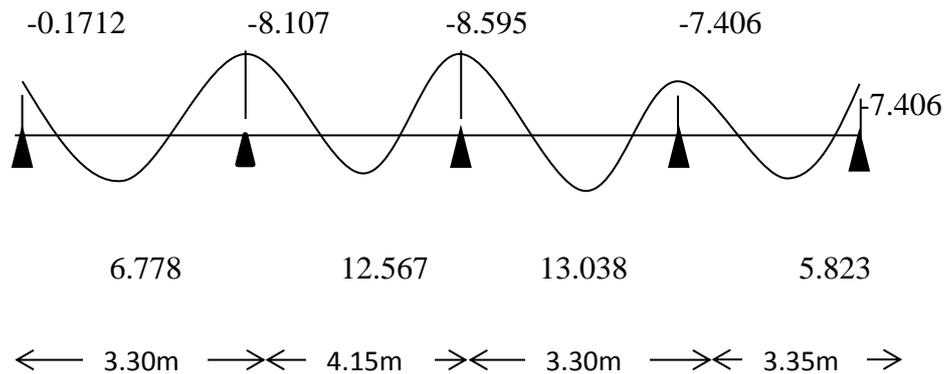
$$M(x)=10.535 x - 6.29\frac{x^2}{2} - 7.406$$

$$T(x)=10.535-6.29x \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow TW=10.535\text{KN} \\ x=3.35 \Rightarrow Te=-10.536\text{KN} \end{cases}$$

$$T(x)=0 \Rightarrow x=1.674\text{m}$$

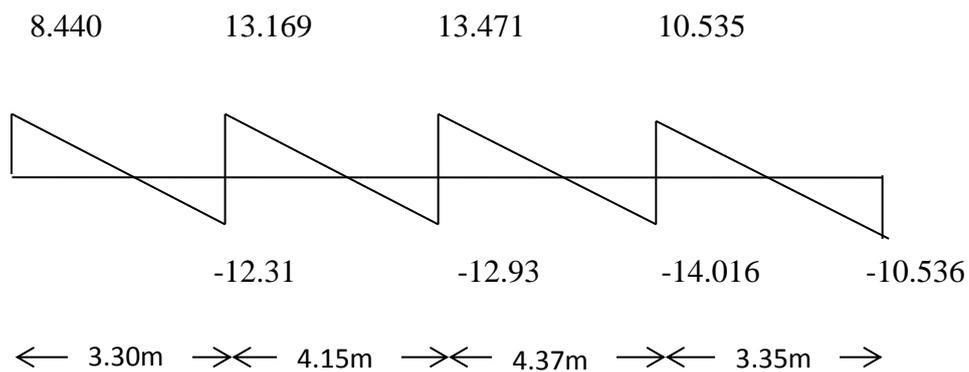
$$M(x)=M(1.674)=5.823\text{KN.m}$$

**Diagramme des moments de planches terrasse à L'ELU :**



**Figure IV.3 :** Diagramme des moments de planches terrasse à L'ELU type1

**Diagramme d'efforts tranchants de plancher terrasse :**



**Figure IV.4 :** Diagramme d'efforts tranchants de plancher terrasse à L'ELU type1

**IV.5.Calcul de ferrailage :**

**IV.5.1.Calcul l'état limite ultime:**

**a. Armature longitudinale :**

$d=17\text{cm} \quad ; \quad c=3 \text{ cm}$

$M_t = b \times h \times f_{bc} \left( d - \frac{h_0}{2} \right)$

$M_t = 0.65 \times 0.04 \times 14.16 \times (0.17 - 0.02) \times 10^3$

$M_t = 55.224 \text{KN.m} \quad \Rightarrow \quad M_a = M_{a \max} = 8.595 \text{KN.m} < M_t = 55.224 \text{KN.m}$

- **En Appuis**

$M_a = M_{a \max} = 8.595 \text{ KN.m}$  la table est tendue donc elle est négligée la section se calcule comme section rectangulaire  $(b_0, h) = (10, 20) \text{ cm}^2$

Pour le calcul on utilise les formules suivantes :

$$\mu = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_{bc}}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu})$$

$$Z = d(1 - 0,4 \cdot \alpha)$$

$$A_s = \frac{M_u}{Z \cdot \sigma_s}$$

$$A_{\min} = \frac{0,23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28}}{f_e}$$

Les résultats dans le tableau :

Appuis (Max)	$M_u$ (KN.m)	b (cm)	d (cm)	$\mu$	A	Z (cm)	$A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	$A_{\min}$	$A_{\text{adopté}}$ ( $\text{cm}^2$ )
1	8.595	10	17	0.210	0.298	14.97	1.649	0.205	2HA12=2.26

**Tableau IV.1:** Ferrailage des poutrelles en appui

- **En Travée :**

$M_u = M_{tr \max} = 13.038 \text{ KN.m} < M_t = 55.224 \text{ KN.m}$

L'axe neutre tombe dans la table la section se calcule comme section rectangulaire de dimensions  $(b, h) = (65, 20)$

Travées (Max)	$M_u$ (KN.m)	b (cm)	d (cm)	$\mu$	A	Z (cm)	$A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	$A_{\min}$	$A_{\text{adopté}}$ ( $\text{cm}^2$ )
1	13.038	65	17	0.049	0.062	16.57	2.26	1.334	2HA12=2.26

**Tableau IV.2:** Ferrailage des poutrelles en travée

**IV.5.2.Vérification à l'E.L.U :****a. condition de non fragilité :**

- En travée :

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28} / f_e = 0,23 \times 65 \times 17 \times 2,1 / 400 = \mathbf{1,334 \text{ cm}^2}$$

$$2,26 \text{ cm}^2 \geq 1,334 \text{ cm}^2$$

- Sur appui :

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28} / f_e = 0,23 \times 10 \times 17 \times 2,1 / 400 = \mathbf{0,21 \text{ cm}^2}$$

$$2,26 \text{ cm}^2 \geq 0,21 \text{ cm}^2$$

**b. Vérification contrainte tangentielle du béton :**

$$T_{u_{\max}} = 13,471 \text{ KN}$$

- fissuration préjudiciable :

$$\bar{\tau}_u = \min\left(\frac{2}{3} \cdot f_e; \sqrt[11]{\eta f_t 28}\right) = (266,66; 201,63) \text{ MPA} \equiv 201,63 \text{ MPA}$$

$$\tau_u = \frac{T_u}{b_0 \cdot d} = \frac{13,471 \cdot 10^3}{10 \cdot 17} = 79,24 \text{ MPA}$$

$$\tau_u = 79,24 \text{ MPA} \leq \bar{\tau}_u = 201,63 \text{ MPA} \dots \dots \dots \text{CV}$$

**c. Calcul des Armatures transversale :**

$$\phi_t = \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_l\right) = \min(200/35; 100/10; 12) \text{ mm} = 5,71 \text{ mm}$$

On adopte un cadre  $\phi_6$   $\longrightarrow$  **1 cadre HA 6**

$$\Rightarrow A_t = 2 \text{ HA } 6 = \mathbf{0,57 \text{ cm}^2}$$

**d. Espacement des armatures transversales:**

$$S_t \leq \min(0,9 \cdot d; 40 \text{ cm}) = \min(0,9 \times 17; 40 \text{ cm}) = 15,30 \text{ cm}$$

On adopte: **S<sub>t</sub>=15cm**

**e. Vérification de la compression du béton vis avis de l'effort tranchant:**

- Sur appui de rive :

$$\sigma_{bc} = \frac{2 \cdot T_u}{b_0 \cdot 0,9d} = 2 \times \frac{10,535}{0,1 \times 0,9 \times 0,17 \times 1000} = 1,377 \text{ MPA}$$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0,8 \frac{f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0,8 \times 25}{1,5} = 13,33 \text{ MPA}$$

$$\Rightarrow \sigma_{bc} = 1,377 \text{ MPA} \leq \bar{\sigma}_{bc} = 13,33 \text{ MPA} \dots \dots \dots \text{CV}$$

- **Appui intermédiaire :**

$$\sigma_{bc} = \frac{2T_u}{b_0 \cdot 0,9d} = \frac{2 \times 13.471}{0,1 \times 0,9 \times 0,17 \times 1000} = 1,760 \text{MPa}$$

$$\sigma_{bc} = 1,760 \text{MPa} \leq \bar{\sigma}_{bc} = 13,3 \text{MPa} \dots\dots\dots C.V$$

### IV.5.3. Calcul à l'état limite de service :

- **Appuis A (de rive) :**

$$M_A = -0,2M_0$$

$$M_0 = \frac{ql^2}{8} = 4,58 \frac{(3,3)^2}{8} = 6,234 \text{KN.m}$$

$$M_A = -0,2 \times 6,234 = -1,246 \text{KN.m} \Rightarrow M_A = -1,246 \text{KN.m}$$

- **Appuis B (voisin de rive) :**

$$M_B = -\frac{qsl'w^3 + qel'e^3}{8,5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_s = 4,58 \text{KN.m}$$

$$L'w = 3,30 \text{m}, \quad l'e = 4,15 (0,8) = 3,32 \text{m}$$

$$M_B = -4,58 \frac{(3,30)^3 + (3,32)^3}{8,5(3,30 + 3,32)} = -5,903 \text{KN.m} \Leftrightarrow M_B = -5,903 \text{KN.m}$$

- **Appuis C (intermédiaire) :**

$$M_C = -\frac{qsl'w^3 + qel'e^3}{8,5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_s = 4,58 \text{KN.m}$$

$$L'w = 4,15 (0,8) = 3,32 \text{m}, \quad l'e = 4,37 (0,8) = 3,49 \text{m}$$

$$M_C = -4,58 \frac{(3,32)^3 + (3,49)^3}{8,5(3,32 + 3,49)} = -6,258 \text{KN.m} \Leftrightarrow M_C = -6,258 \text{KN.m}$$

- **Appuis D (intermédiaire)**

$$M_D = -\frac{qs.l'w^3 + qe.l'e^3}{8,5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_s = 4,58 \text{KN.m}$$

$$L'w = 3,35 (0,8) = 2,68 \text{m}, \quad l'e = 4,37 (0,8) = 3,49 \text{m}$$

$$M_D = -4,58 \frac{(2,68)^3 + (3,49)^3}{8,5(2,68 + 3,49)} = -5,392 \text{KN.m} \Leftrightarrow M_D = -5,392 \text{KN.m}$$

- **Appuis E (intermédiaire) :**

La poutrelle étant symétrique par rapport à l'axe passant par le milieu de la travée DE, les moments aux appuis non représentés sont les suivants :

- $M_E = M_D$
- $M_F = M_C$

- $M_G=M_B$
- $M_H=M_A$

**a. Moment en travée et effort tranchant :**

• **Travée(AB) :**

$$M(x)=q\frac{l}{2}x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me+Mw}{l} x$$

$$M(x)=4.58\frac{3.30}{2}x - 4.58\frac{x^2}{2} - 1.246 + \frac{-5.903+1.246}{3.30} x$$

$$M(x)=6.145 x - 4.58\frac{x^2}{2} - 1.246$$

$$T(x)=6.145-4.58x \quad \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow TW=6.145KN \\ x=3.30 \Rightarrow Te=-8.969KN \end{cases}$$

$$T(x)=0 \quad \Rightarrow x=1.341m$$

$$M(x)=M(1.341)= 4.935KN.m$$

• **Travée(BC) :**

$$M(x)=q\frac{l}{2}x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me+Mw}{l} x$$

$$M(x)=4.58\frac{4.15}{2}x - 4.58\frac{x^2}{2} - 5.903 + \frac{-5.903+6.258}{4.15} x$$

$$M(x)=9.504 x - 4.58\frac{x^2}{2} - 5.903$$

$$T(x)=9.504- 4.58x \quad \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow TW=9.504KN \\ x=4.15 \Rightarrow Te=-9.503KN \end{cases}$$

$$T(x)=0 \quad \Rightarrow x=2.075m$$

$$M(x)=M(2.075)=8.887KN.m$$

• **Travée (CD) :**

$$M(x)=q\frac{1}{2}x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me+Mw}{l} x$$

$$M(x)=4.58\frac{4.37}{2}x - 4.58\frac{x^2}{2} - 5.903 + \frac{-5.903+6.258}{4.37} x$$

$$M(x)=10.088 x - 4.58\frac{x^2}{2} - 5.903$$

$$T(x)=10.088-4.58x \quad \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow TW=10.088KN \\ x=4.37 \Rightarrow Te=-9.926KN \end{cases}$$

$$T(x)=0 \quad \Rightarrow x=2.202m$$

$$M(x)=M(2.202)=10.758KN.m$$

• **Travée (DE)**

$$M(x)=q\frac{1}{2}x - \frac{x^2}{2} + M_W + \frac{Me+Mw}{l} x$$

$$M(x) = 4.58 \frac{3.35}{2} x - 4.58 \frac{x^2}{2} - 6.258 + \frac{-6.258 + 5.392}{3.35} x$$

$$M(x) = 7.412 x - 4.58 \frac{x^2}{2} - 6.258$$

$$T(x) = 7.412 - 4.58x \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow TW=7.412\text{KN} \\ x=3.35 \Rightarrow Te=-7.931\text{KN} \end{cases}$$

$$T(x)=0 \Rightarrow x=1.618\text{m}$$

$$M(x)=M(1.618)=2.737\text{KN.m}$$

**Diagramme des moments de planches terrasse à L'ELS :**

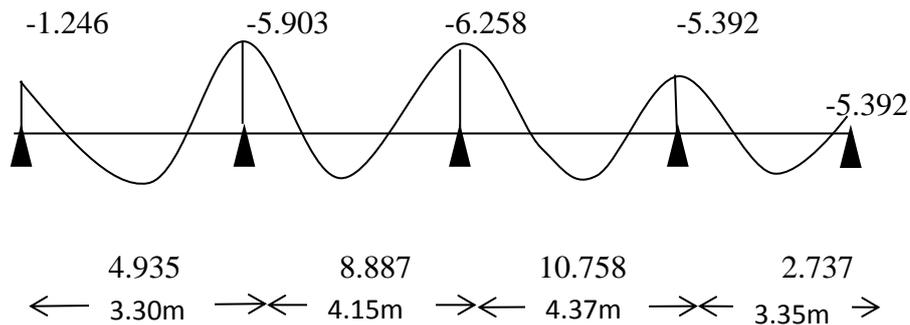


Figure IV.5 : Diagramme des moments de plancher terrasse à L'ELS type 1

**IV.5.4.Vérification à l'E.L.S :**

**a. Vérification des contraintes :**

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} ; \quad \alpha \leq \frac{\gamma - 1}{2} + \frac{f_{c28}}{100}$$

- **En travée:**  $\alpha = 0.062$

$$\gamma = 13.038 / 10.758 = 1.211$$

$$(\gamma - 1) / 2 + f_{c28} / 100 = (1.211 - 1) / 2 + 25 / 100 = 0,355$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,062 \leq 0,355 \dots\dots\dots \text{CV}$$

- **Appui de rive :**  $\alpha = 0,052$

$$\gamma = -1.712 / -1.246 = 1.373$$

$$(\gamma - 1) / 2 + f_{c28} / 100 \Rightarrow (1,373 - 1) / 2 + 25 / 100 = 0,437$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,052 \leq 0,437 \dots\dots\dots \text{CV}$$

- **Appui intermédiaire :**  $\alpha = 0.298$

$$\gamma = -8.595 / -6.258 = 1.373$$

$$(\gamma - 1) / 2 + f_{c28} / 100 = (1,373 - 1) / 2 + 25 / 100 = 0.437$$

$$\alpha = 0,298 < 0,437 \dots\dots\dots \text{CV}$$

- **La position de l'axe neutre en appui :**

$$\frac{b_0 x^2}{2} - 15(d - x) \times A_s = 0 \Rightarrow \frac{10x^2}{2} - 15(17 - x) \times 2.26 = 0 \Rightarrow 5x^2 - 576.3 + 33.9x = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (33.9)^2 - (4 \times 5 \times (576.3)) = 1149.21 + 11526 = 12675.21$$

$$\Rightarrow x = 7.868 \text{ cm}$$

- **Le calcul moment d'inertie :**

$$I = \frac{bx^3}{3} + 15(d - x)^2 \times A_s = \frac{10 \times 7.868^3}{3} + 15(17 - 7.868)^2 \times 2.26$$

$$I = 4450.60 \text{ cm}^4$$

- b. Calcul de la contrainte :**

$$M_s = 6.258 \text{ KN.m}$$

- c. Calcul de la contrainte du béton :**

Il faut que :  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0.6f_c = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M_s \times x}{I} = \frac{6.258 \times 7.868 \times 10^{-5}}{4450.60 \times 10^{-8}} = 11.06 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

- **La position de l'axe neutre en travée :**

$$\frac{b_0 x^2}{2} - 15(d - x) \times A_s = 0 \Rightarrow \frac{65x^2}{2} - 15(17 - x) \times 2.36 = 0 \Rightarrow 32.5x^2 - 601.8 + 35.4x = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (35.4)^2 - (4 \times 32.5 \times (-601.8)) = 1253.16 + 78234 = 79487.16$$

$$\Rightarrow x = 3.792 \text{ cm}$$

- **Le calcul moment d'inertie :**

$$I = \frac{bx^3}{3} + 15(d - x)^2 \times A_s = \frac{65 \times 3.792^3}{3} + 15(17 - 3.792)^2 \times 2.36$$

$$I = 7356.97 \text{ cm}^4$$

- d. Calcul de la contrainte :**

$$M_s = 10.758 \text{ KN.m}$$

- **Calcul de la contrainte du béton :**

Il faut que :  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0.6f_c = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M_s \times x}{I} = \frac{10.758 \times 3.721 \times 10^{-5}}{7356.97 \times 10^{-8}} = 5.54 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

**e. Condition de la flèche :**

$$h/L \geq 1/22.5 \Rightarrow 0.2/3.30 = 0,0606 \geq 1/22.5 = 0,044 \dots \dots \dots CV$$

$$M_{0 \max} = 15.014 \text{ KN.m}$$

$$\frac{h}{L} \geq \frac{M_t}{15.M_0} \Rightarrow 0.20/3.30 = 0,0606 \geq 13.038/15 \times 15.014 = 0,057 \dots \dots \dots CV$$

$$\frac{A}{b_0.d} \leq \frac{3,6}{f_e} \Rightarrow 2.36/10 \times 17 = 0,0138 \leq 3.6/400 = 0,009 \dots \dots \dots CNV$$

**f. La vérification de la flèche est nécessaire :**

D'après le [BAEL 91] la flèche totale est :  $\Delta\delta_t = \delta_v - \delta_i$

La flèche admissible est :

$$\bar{f} = \frac{L(m)}{500} \quad \text{Si} \quad L < 5 \text{ m}$$

$$\bar{f} = \frac{0.5 \times L(m)}{1000} \quad \text{Si} \quad L > 5 \text{ m}$$

Avec :

$$\begin{cases} \delta_i = \frac{M_{ser} \times L^2}{10 \times E_i \times I_{\delta_i}} & \text{flèche due aux de charges instantanées} \\ \delta_v = \frac{M_{ser} \times L^2}{10 \times E_v \times I_{\delta_v}} & \text{flèche due aux de charges différées} \end{cases}$$

**g. Moment d'inertie de la section totale homogène :**

$$I_0 = \frac{b \times h^3}{12} + 15A_s \times \left(\frac{h}{2} - d\right)^2$$

**h. Moment d'inertie fictif :**

$$\begin{cases} I_{\delta_i} = \frac{1.1 \times I_0}{1 + \lambda_i \times \mu} \\ I_{\delta_v} = \frac{1.1 \times I_0}{1 + \lambda_v \times \mu} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \lambda_i = \frac{0.05 \times f_{t28}}{\rho \times \left(2 + 3 \times \frac{b_0}{b}\right)} & \text{pour la déformation instantée} \\ \lambda_v = \frac{0.02 \times f_{t28}}{\rho \times \left(2 + 3 \times \frac{b_0}{b}\right)} & \text{pour déformation différée} \end{cases}$$

$$\rho = \frac{A_s}{(b_0 \times b)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu = 1 - \frac{1.75 \times f_{t28}}{4 \times \rho \times \sigma_S + f_{t28}} \\ \text{et} \\ L = 4.37 \text{ m} \end{array} \right. \quad \text{avec: } \sigma_S = \frac{M_{\text{ser}}}{A_S \times Z}$$

$$\rho = \frac{2.36}{(10 \times 17)} = 0.0138$$

$$Z = d - \left( \frac{X}{3} \right)$$

$$Z = 17 - \left( \frac{3.792}{3} \right) = 15.73 \text{ cm}$$

$$\sigma_S = \frac{10.758 \times 10^3}{2.36 \times 15.73} = 289.79 \text{ MPa}$$

$$\mu = 1 - \frac{1.75 \times 2.1}{4 \times 0.0138 \times 289.79 + 2.1} = 0.79$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_i = \frac{0.05 \times 2.1}{0.0138 \left( 2 + \frac{65}{10} \right)} = 0.89 \\ \lambda_v = \frac{0.02 \times 2.1}{0.0138 \left( 2 + \frac{65}{10} \right)} = 0.35 \end{array} \right.$$

$$I_0 = \frac{65 \times 17^3}{12} + 15 \times 2.36 \times \left( \frac{20}{2} - 17 \right)^2 = 28346.68 \text{ cm}^4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{\delta_i} = \frac{1.1 \times 28346.68}{1 + 0.89 \times 0.79} = 18308.58 \text{ cm}^4 \\ I_{\delta_v} = \frac{1.1 \times 28346.68}{1 + 0.35 \times 0.79} = 24427.22 \text{ cm}^4 \end{array} \right.$$

### **i. Module de Déformation :**

$$E_i = 1100 \times (f_c 28)^{1/3} = 3216.41 \text{ MPa}$$

$$E_v = 3670 \times (f_c 28)^{1/3} = 10731.145 \text{ MPa}$$

$$\delta_i = \frac{10.758 \times 10^3 \times 4.37^2}{10 \times 3216.41 \times 18308.58} = 0.00034 \text{ cm}$$

$$\delta_v = \frac{10.758 \times 10^3 \times 4.37^2}{10 \times 10731.145 \times 24427.22} = 0.000078 \text{ cm}$$

$$\Delta \delta_t = 0.000078 - 0.00034 = -0.000261 \text{ cm}$$

$$\bar{f} = \frac{4.37}{500} = 0.00874 \text{ cm} \Rightarrow -0.000261 \text{ cm} < 0.00874 \dots\dots\dots \text{Vérifiée}$$

**IV.6.Plancher étages courantes :**

**IV.6.1.Choix de la méthode de calcul :**

Condition d'application de la méthode forfaitaire

$$\left. \begin{array}{l} G=5.24\text{KN/m}^2 \\ Q=1.5\text{KN/m}^2 \end{array} \right\} Q=1.5\text{KN/m}^2 < \max(2G, 5) \text{ condition vérifiée}$$

Les poutres sont à inerties invariables le long des différentes travées pour toutes les travées (même section) ..... Condition vérifié.

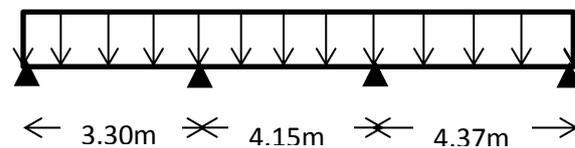
La fissuration non préjudiciable .....Condition vérifié.

**Le rapport des portées successives**

$$0.8 < \frac{l_i}{l_{i+1}} = \frac{3.30}{4.15} = 0.795 \leq 1.25 \text{ ..... Condition vérifié}$$

Donc : on calcule par la méthode forfaitaire:

**TYPE 01 :**



**Charges et combinaison :**

$$\text{ELU : } P_u = 1.35G + 1.5Q = 1.35(5.24) + 1.5(1.5) = 9.324\text{KN/m}^2$$

$$q_u = 0.65P_u = 0.65(9.324) = 6.06\text{KN/m}^2$$

$$\text{ELS : } P_s = G + Q = 5.24 + 1.5 = 6.74\text{KN/m}^2$$

$$q_s = 0.65P_s = 0.65(6.74) = 4.38\text{KN/m}^2$$

$b_0 = 0.65\text{m}$  étant de largeur de la table de compression efficace.

**IV.6.2.Calcul à l'ELU :**

Charge permanente : .....  $G = 5.24\text{KN/m}^2$

Charge d'exploitation : .....  $Q = 1.5 \text{ KN/m}^2$

$$\alpha = \frac{Q}{G + Q} = \frac{1.5}{5.24 + 1.5} = 0.148$$

$$(1 + 0.3 \alpha) = (1 + 0.3 \times 0.148) = 1.044$$

$$(1 + 0.3 \alpha) / 2 = (1 + 0.3 \times 0.148) / 2 = 0.522$$

$$(1.2 + 0.3 \alpha) / 2 = (1.2 + 0.3 \times 0.148) / 2 = 0.622$$

**a. Les moments isostatiques :**

$$M_0 (1-2) = \frac{Q_U x l^2}{8} = \frac{6.06 \times (3.30)^2}{8} = 8.249 \text{KN.m}$$

$$M_0 (2-3) = \frac{Q_U x l^2}{8} = \frac{6.06 \times (4.15)^2}{8} = 13.046 \text{KN.m}$$

$$M_0 (3-4) = \frac{Q_U x l^2}{8} = \frac{6.06 \times (4.37)^2}{8} = 14.465 \text{KN.m}$$

- **Les moments en Appui :**

$$M_a (1) = 0.2 \times M_0 (1-2) = 0.2 \times 8.249 = 1.649 \text{KN.m}$$

$$M_a (2) = 0.5 \times M_0 (2-3) = 0.5 \times 13.046 = 6.523 \text{KN.m}$$

$$M_a (3) = 0.4 \times M_0 (3-4) = 0.4 \times 14.465 = 5.786 \text{KN.m}$$

$$M_a (4) = 0.2 \times M_0 (4-5) = 0.2 \times 14.465 = 2.893 \text{KN.m}$$

- **Les moment en travée:**

**Travée (1-2): travée de rive :**

$$M_t (1-2) : \max \left\{ \begin{array}{l} 1.044 (8.249) - (1.649 + 4.124) / 2 = 1.417 \text{KN.m} \\ 0.622 \times 8.249 = 5.130 \text{KN.m} \end{array} \right.$$

$$M_t (1-2) = 5.130 \text{KN.m}$$

**Travée (2-3): travée intermédiaire**

$$M_t (2-3) : \max \left\{ \begin{array}{l} 1.044 (13.046) - (4.124 + 5.218) / 2 = 2.139 \text{KN.m} \\ 0.522 \times 13.046 = 6.810 \text{KN.m} \end{array} \right.$$

$$M_t (2-3) = 6.810 \text{KN.m}$$

**Travée (3-4): travée de rive**

$$M_t (3-4) : \max \left\{ \begin{array}{l} 1.044 (14.465) - (5.218 + 2.893) / 2 = 3.495 \text{KN.m} \\ 0.622 \times 14.465 = 8.997 \text{KN.m} \end{array} \right.$$

$$M_t (3-4) = 8.997 \text{KN.m}$$

**b. Calcul des efforts tranchants :**

- Travée (1-2) de rive

$$T_w = q \frac{l}{2} = 6.06 \left( \frac{3.30}{2} \right) = 9.999 \text{ KN}$$

$$T_e = -1.1 T_w = -1.1(9.999) = -10.998 \text{ KN}$$

- Travée (2-3) intermédiaire

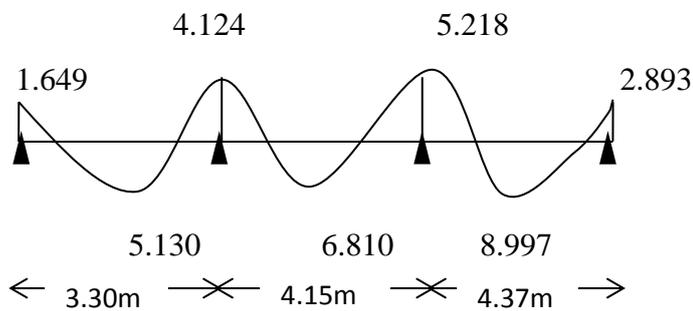
$$T_w = q \frac{l}{2} = 6.06 \left( \frac{4.15}{2} \right) = 12.574 \text{ KN}$$

$$T_e = -1.1 T_w = -1.1(12.574) = -13.831 \text{ KN}$$

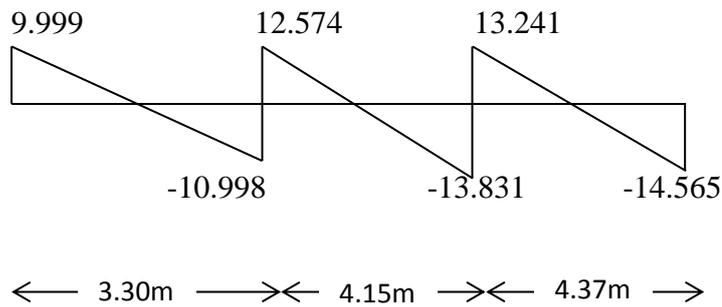
- Travée (3-4) de rive

$$T_w = q \frac{l}{2} = 6.06 \left( \frac{4.37}{2} \right) = 13.241 \text{ KN}$$

$$T_e = -1.1 T_w = -1.1(13.241) = -14.565 \text{ KN}$$

**Diagramme des moments de planche étage courant (L'ELU) :****Figure IV.6 :** Diagramme des moments de planche étage courant à L'ELU type1

**Diagramme d'effort tranchant de plancher étage courant :**



**Figure IV.7 :** Diagramme d'effort tranchant de plancher étage courant à L'ELU type1

**IV.6.3.Calcul de ferrailage :**

- **ELU :**

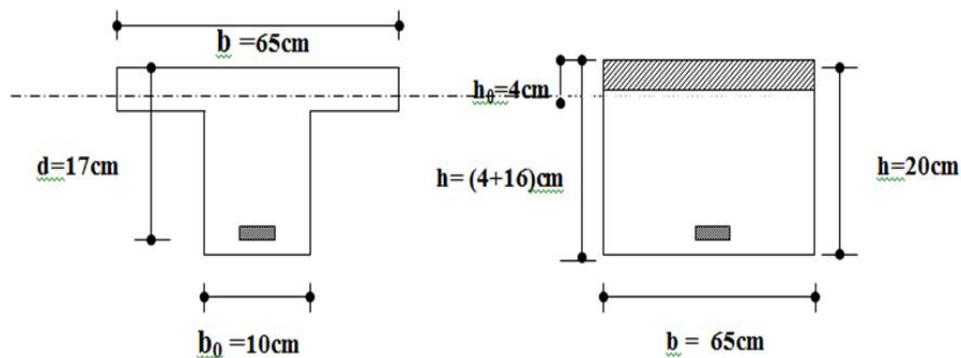
**Armature longitudinale :**

$d=17\text{cm}$                        $c=3\text{ cm}$

$M_t = bh_0 F_{bc} \left( d - \frac{h_0}{2} \right)$

$M_t = 0.65 \times 0.04 \times 14.16 \times \left( 0.17 - 0.02 \right) \times 10^3$

$M_t = 55.224\text{KN.m} \Rightarrow M_a = M_{a \max} = 8.249\text{KN.m} < M_t = 55.224\text{KN.m}$



- **En Appuis**

$M_a = M_{a \max} = 5.218\text{KN.m}$  la table est tendue donc elle est négligée la section se calcule comme section rectangulaire  $(b_0, h) = (10, 20)\text{ cm}^2$

Pour le calcul on utilise les formules suivantes :

$$\mu = \frac{M_u}{b.d^2.f_{bc}}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2.\mu})$$

$$Z = d(1 - 0,4.\alpha)$$

$$A_s = \frac{M_u}{Z.\sigma_s}$$

$$A_{\min} = \frac{0,23.b.d.f_{t28}}{f_e}$$

Les résultats dans le tableau :

Appuis (Max)	M <sub>u</sub> (KN.m)	b (cm)	d (cm)	μ	A	Z (cm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub>	A <sub>adopté</sub> (cm <sup>2</sup> )
1	5.128	10	17	0.125	0.167	15.86	0.929	0.205	<b>1HA12=1.13</b>

Tableau IV.3 : Ferrailage des poutrelles en appui

- **En Travée**

$$M_a = M_{a \max} = 8.997 \text{KN.m} < M_t = 55.224 \text{KN.m}$$

L'axe neutre tombe dans la table la section se calcule comme section rectangulaire de dimensions (b, h) = (65, 20)

travées (Max)	M <sub>u</sub> (KN.m)	b (cm)	d (cm)	μ	A	Z (cm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub>	A <sub>adopté</sub> (cm <sup>2</sup> )
1	8.997	65	17	0.033	0.041	16.72	1.54	1.334	<b>2HA10=1.57</b>

Tableau IV.4 : Ferrailage des poutrelles en travée

#### IV.6.4.Vérification à l'E.L.U :

##### Condition de non fragilité :

- **En travée :**

$$A_{\min} = 0,23.b.d.f_{t28}/f_e = 0.23 \times 65 \times 17 \times 2.1 / 400 = \mathbf{1,334 \text{cm}^2}$$

$$1.57 \text{cm}^2 \geq 1.334 \text{cm}^2$$

- **Sur appui :**

$$A_{\min} = 0,23.b.d.f_{t28}/f_e = 0.23 \times 10 \times 17 \times 2.1 / 400 = \mathbf{0.21 \text{cm}^2}$$

$$1.13 \text{cm}^2 \geq 0.21 \text{cm}^2$$

**Vérification contrainte tangentielle du béton :**

$$T_{u_{\max}} = 13.241 \text{ KN}$$

➤ **fissuration non préjudiciable :**

$$\bar{\tau}_u = \min(0,2 \cdot f_{c28} / \gamma_b; 4 \text{ MPA}) = 3,33 \text{ MPA}$$

$$\tau_u = \frac{T_u}{b_0 d} = \frac{13.241 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 0,17} = 0,778 \text{ MPA}$$

$$\tau_u = 0,778 \text{ MPA} \leq \bar{\tau}_u = 3,33 \text{ MPA} \dots \dots \dots \text{CV}$$

**Calcul des Armatures transversale :**

$$\phi_t = \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_l\right) = \min(200/35; 100/10; 12) \text{ mm} = 5,71 \text{ mm}$$

On adopte un cadre  $\phi 6$   $\longrightarrow$  **1 cadre HA 6**

$$\Rightarrow A_t = 2 \text{ HA } 6 = 0,57 \text{ cm}^2$$

**Espacement des armatures transversales:**

$$S_t \leq \min(0,9d; 40 \text{ cm}) = \min(0,9 \times 17; 40 \text{ cm}) = 15,30 \text{ cm}$$

On adopte: **S<sub>t</sub>=15cm**

**Vérification de la compression du béton vis avis de l'effort tranchant:**

• **sur appui de rive :**

$$\sigma_{bc} = \frac{2 \cdot T_u}{b_0 \cdot 0,9d} = 2 \times \frac{9.999}{0,1 \times 0,9 \times 0,17 \times 1000} = 1,307 \text{ MPA}$$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0,8 \frac{f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0,8 \times 25}{1,5} = 13,33 \text{ MPA}$$

$$\Rightarrow \sigma_{bc} = 1,307 \text{ MPA} \leq \bar{\sigma}_{bc} = 13,33 \text{ MPA} \dots \dots \dots \text{CV}$$

• **Appui intermédiaire :**

$$\sigma_{bc} = \frac{2 \cdot T_u}{b_0 \cdot 0,9d} = \frac{2 \times 13.241}{0,1 \times 0,9 \times 0,17 \times 1000} = 1,730 \text{ MPA}$$

$$\sigma_{bc} = 1,730 \text{ MPA} \leq \bar{\sigma}_{bc} = 13,3 \text{ MPA} \dots \dots \dots \text{CV}$$

**IV.6.5.Calcul à L'ELS :****Les moments isostatiques :**

$$M_o (1-2) = \frac{Q_s x l^2}{8} = \frac{4,38 \times (3,30)^2}{8} = 5,962 \text{ KN.m}$$

$$M_o (2-3) = \frac{Q_s x l^2}{8} = \frac{4,38 \times (4,15)^2}{8} = 9,429 \text{ KN.m}$$

$$M_o (3-4) = \frac{Q_s x l^2}{8} = \frac{4,38 \times (4,37)^2}{8} = 10,455 \text{ KN.m}$$

• **Les moments en Appui :**

$$M_a (1) = 0.2 \times M_0 (1-2) = 0.2 \times 5.962 = 1.192 \text{KN.m}$$

$$M_a (2) = 0.5 \times M_0 (2-3) = 0.5 \times 5.962 = 2.981 \text{KN.m}$$

$$M_a (3) = 0.4 \times M_0 (3-4) = 0.4 \times 9.429 = 3.771 \text{KN.m}$$

$$M_a (4) = 0.2 \times M_0 (4-5) = 0.2 \times 10.455 = 2.091 \text{KN.m}$$

**Les moment en travée:**

**Travée (1-2): travée de rive**

$$M_t (1-2) : \max \left\{ \begin{array}{l} 1.044 (5.962) - (1.192 + 2.981) / 2 = 1.025 \text{KN.m} \\ 0.622 \times 5.962 = 3.708 \text{KN.m} \\ M_t (1-2) = 3.708 \text{KN.m} \end{array} \right.$$

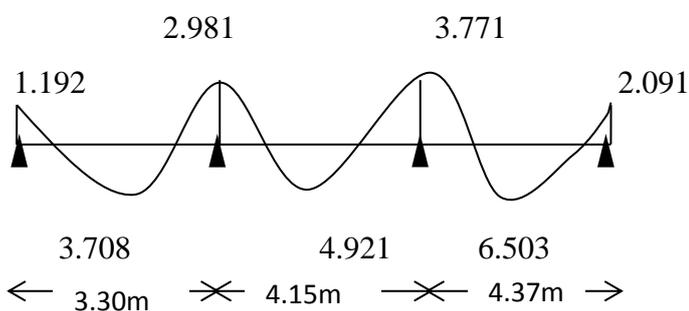
**Travée (2-3): travée intermédiaire**

$$M_t (2-3) : \max \left\{ \begin{array}{l} 1.044 (9.429) - (2.981 + 3.771) / 2 = 1.545 \text{KN.m} \\ 0.522 \times 9.429 = 4.921 \text{KN.m} \\ M_t (2-3) = 4.921 \text{KN.m} \end{array} \right.$$

**Travée (3-4): travée de rive**

$$M_t (3-4) : \max \left\{ \begin{array}{l} 1.044 (10.455) - (3.771 + 2.091) / 2 = 2.526 \text{KN.m} \\ 0.622 \times 10.455 = 6.503 \text{KN.m} \\ M_t (3-4) = 6.503 \text{KN.m} \end{array} \right.$$

**Diagramme des moments de planche étage courant (L'ELS) :**



**Figure IV.8 :** Diagramme des moments de plancher étage courant à L'ELS type1

**IV.6.6.Vérification à l'E.L.S :****Vérification des contraintes :**

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}}$$

$$\alpha \leq \frac{\gamma - 1}{2} + \frac{f_{c28}}{100}$$

- **En travée:**  $\alpha = 0.041$

$$\gamma = 8.997/6.503 = 1.383$$

$$(\gamma - 1)/2 + f_{c28}/100 = (1.383 - 1)/2 + 25/100 = 0,441$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,042 \leq 0,355 \dots\dots\dots CV$$

- **Appui de rive :**  $\alpha = 0,0085$

$$\gamma = 1.649/1.192 = 1.383$$

$$(\gamma - 1)/2 + f_{c28}/100 \Rightarrow (1,383 - 1)/2 + 25/100 = 0,441$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,0085 \leq 0,441 \dots\dots\dots CV$$

- **Appui intermédiaire :**  $\alpha = 0.167$

$$\gamma = 5.218/3.771 = 1.383$$

$$(\gamma - 1)/2 + f_{c28}/100 = (1,383 - 1)/2 + 25/100 = 0,441$$

$$\alpha = 0,167 < 0,441 \dots\dots\dots CV$$

- **La position de l'axe neutre en appui :**

$$\frac{b_0 x^2}{2} - 15(d - x) \times A_s = 0 \Rightarrow \frac{10x^2}{2} - 15(17 - x) \times 1.13 = 0 \Rightarrow 5x^2 - 288.15 + 16.95x = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (16.95)^2 - (4 \times 5 \times (-288.15)) = 287.30 + 5763 = 6050.3$$

$$\Rightarrow x = 6.083 \text{ cm}$$

- **Le calcul moment d'inertie :**

$$I = \frac{bx^3}{3} + 15(d - x)^2 \times A_s = \frac{10 \times 6.083^3}{3} + 15(17 - 6.083)^2 \times 1.13$$

$$I = 2770.41 \text{ cm}^4$$

- **Calcul de la contrainte :**

$$M_s = 3.771 \text{ KN.m}$$

- **Calcul de la contrainte du béton :**

Il faut que  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0.6f_{c28} = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M_s \times x}{I} = \frac{3.771 \times 6.083 \times 10^{-5}}{2770.41 \times 10^{-8}} = 8.27 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

- **La position de l'axe neutre en travée :**

$$\frac{b_0 x^2}{2} - 15(d - x) \times A_s = 0 \Rightarrow \frac{65x^2}{2} - 15(17 - x) \times 1.57 = 0$$

$$\Rightarrow 32.5x^2 - 400.35 + 23.55x = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (23.55)^2 - (4 \times 32.5 \times (-400.35)) = 554.60 + 8007 = 8561.6$$

$$\Rightarrow x = 1.061 \text{ cm}$$

- **Le calcul moment d'inertie :**

$$I = \frac{bx^3}{3} + 15(d - x)^2 \times A_s = \frac{65 \times 1.061^3}{3} + 15(17 - 1.061)^2 \times 1.57$$

$$I = 6008.79 \text{ cm}^4$$

- **Calcul de la contrainte :**

$$M_s = 6.503 \text{ KN.m}$$

- **Calcul de la contrainte du béton :**

Il faut que  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0.6f_{c28} = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M_s \times x}{I} = \frac{6.503 \times 1.061 \times 10^{-5}}{6008.79 \times 10^{-8}} = 1.14 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

- **Condition de la flèche :**

$$h/L \geq 1/22.5 \Rightarrow 0.2/3.30 = 0,0606 \geq 1/22.5 = 0,044 \dots\dots\dots \text{CV}$$

$$M_{0 \text{ max}} = 14.465 \text{ KN.m}$$

$$\frac{h}{L} \geq \frac{M_t}{15.M_0} \Rightarrow 0.20/3.30 = 0,0606 \geq 8.997/15 \times 14.465 = 0,041 \dots\dots\dots \text{CV}$$

$$\frac{A}{b_0.d} \leq \frac{3,6}{f_e} \Rightarrow 1.57/10 \times 17 = 0,009 \leq 3.6/400 = 0,009 \dots\dots\dots \text{CV}$$

$\Rightarrow$  Donc le calcul de la flèche est inutile

#### **IV.7. Shéma de ferrailage:**

**-COUPE EN APOUI-**

**-COUPE EN TRAVÉE-**

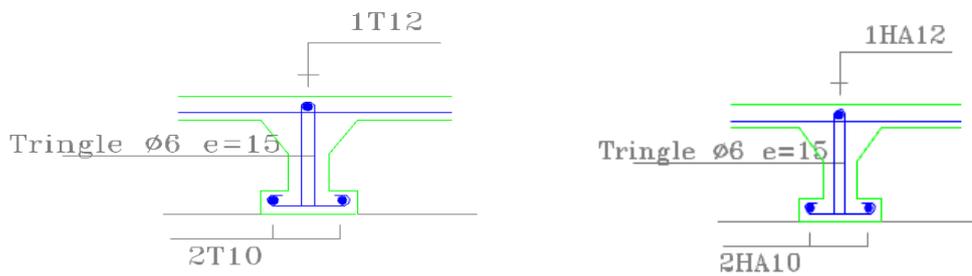
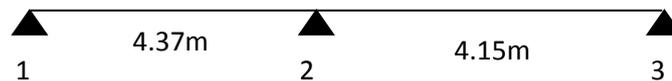


Figure IV.9 : Schéma de ferrailage plancher étage courant en appui et en travée

**Type «02» :**



**IV.8. Calcul à l'E.L.U :**

Charge permanente : .....  $G = 5.24\text{KN/m}^2$

Charge d'exploitation : .....  $Q = 3.5 \text{ KN/m}^2$

Combinaison de charge : (Le calcul se fait pour une bande de  $b=65\text{cm}$ )

$$q_u = (1,35G + 1,5Q) \times b$$

$$q_u = (1,35 \times 5,24 + 1,5 \times 3,5) \times 0,65 = 8,01 \text{ KN/ml}$$

**a. Calcul les moments :**

- Appuis A (de rive)

$$M_A = -0,2M_0$$

$$M_0 = \frac{ql^2}{8} = 8,01 \frac{(4,37)^2}{8} = 19,12 \text{ KN.m}$$

$$M_A = -0,2 \times 19,12 = -3,824 \text{ KN.m} \Leftrightarrow M_A = -3,824 \text{ KN.m}$$

- Appuis B (voisin de rive)

$$M_B = -\frac{ql'w^3 + qel'e^3}{8.5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_w = 8.01 \text{ KN.m}$$

$$L'w = 4.37 \text{ m}, \quad l'e = 4.15 \text{ m}$$

$$M_B = -8.01 \frac{(4.37)^3 + (4.15)^3}{8.5(4.37 + 4.15)} = -17.13 \text{ KN.m} \quad \Leftrightarrow \quad M_B = -17.13 \text{ KN.m}$$

- Appuis C (de rive)

$$M_c = -0.2M_0$$

$$M_0 = \frac{ql^2}{8} = 8.01 \frac{(4.15)^2}{8} = 17.24 \text{ KN.m}$$

$$M_c = -0.2 \times 17.24 = -3.448 \text{ KN.m} \quad \Leftrightarrow \quad M_c = -3.448 \text{ KN.m}$$

## 1.1.1 Moment en travée et effort tranchant

- Travée(AB)

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

$$M(x) = 8.01 \frac{4.37}{2} x - 8.01 \frac{x^2}{2} - 17.13 + \frac{-3.824 + 17.13}{4.37} x$$

$$M(x) = 20.54 x - 8.01 \frac{x^2}{2} - 17.13$$

$$T(x) = 20.54 - 8.01x \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} x=0 \Rightarrow T_w = 20.54 \text{ KN} \\ x=4.37 \Rightarrow T_e = -14.46 \text{ KN} \end{cases}$$

$$T(x) = 0 \quad \Rightarrow \quad x = 2.564 \text{ m}$$

$$M(x) = M(2.564) = 9.20 \text{ KN.m.}$$

- Travée(BC)

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

$$M(x) = 8.01 \frac{4.15}{2} x - 8.01 \frac{x^2}{2} - 3.448 + \frac{-17.13 + 3.448}{4.15} x$$

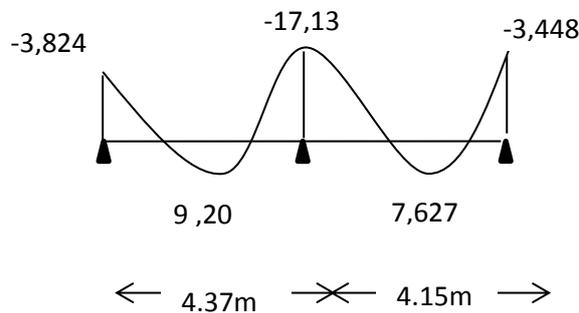
$$M(x) = 13.32x - 8.01 \frac{x^2}{2} - 3.448$$

$$T(x) = 13.32 - 8.01x \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow T_W = 13.32 \text{ KN} \\ x=4.15 \Rightarrow T_e = -19.92 \text{ KN} \end{cases}$$

$$T(x) = 0 \Rightarrow x = 1.662 \text{ m}$$

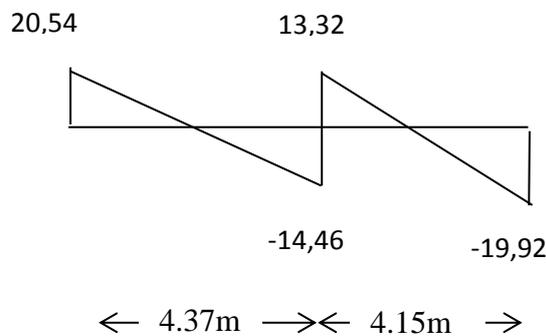
$$M(x) = M(1.662) = 7.627 \text{ KN.m}$$

**Diagramme des moments à (L'ELU) :**



**Figure IV.10:** Diagramme des moments de plancher étage courant à L'ELU type 2

**Diagramme d'effort tranchant à (L'ELU):**



**Figure IV.11 :** Diagramme d'effort tranchant de plancher étage courant à L'ELU type 2

**Armature longitudinale :**

$$d = 17 \text{ cm}$$

$$c = 3 \text{ cm}$$

$$M_t = bh_0 F_{bc} \left( d - \frac{h_0}{2} \right)$$

$$M_t = 0.65 \times 0.04 \times 14.16 \times (0.17 - 0.02) \times 10^3$$

$$M_t = 55.224 \text{ KN.m} \Rightarrow M_a = M_{a \max} = 8.595 \text{ KN.m} < M_t = 55.224 \text{ KN.m}$$

- **En Appuis**

$M_a = M_{a \max} = 17.13 \text{ KN.m}$  la table est tendue donc elle est négligée la section se calcule comme section rectangulaire  $(b, h) = (10, 20) \text{ cm}^2$

Pour le calcul on utilise les formules suivantes :

$$\mu = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_{bc}}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu})$$

$$Z = d(1 - 0,4 \cdot \alpha)$$

$$A_s = \frac{M_u}{Z \cdot \sigma_s}$$

$$A_{\min} = \frac{0,23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28}}{f_e}$$

Les résultats dans le tableau :

Appuis (Max)	$M_u$ (KN.m)	b (cm)	d (cm)	$\mu$	$\alpha$	Z (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{\min}$	$A_{\text{adopté}}$ (cm <sup>2</sup> )
1	17.13	10	17	0.071	0.092	16.37	3.006	0.205	<b>1HA12+1HA16=3.14</b>

**Tableau IV.5 : Ferrailage des poutrelles en appui**

- **En Travée**

$$M_a = M_{a \max} = 9.20 \text{ KN.m} < M_t = 55.224 \text{ KN.m}$$

L'axe neutre tombe dans la table la section se calcule comme section rectangulaire de dimensions  $(b, h) = (65, 20)$

Travées (Max)	$M_u$ (KN.m)	b (cm)	d (cm)	$\mu$	$\alpha$	Z (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{\min}$	$A_{\text{adopté}}$ (cm <sup>2</sup> )
1	9.20	65	17	0.038	0.048	16.67	1.585	1.334	<b>2HA10=2.26</b>

**Tableau IV.6 : Ferrailage des poutrelles en travée**

**IV.8.1. Vérification à l'E.L.U :****a. condition de non fragilité :**

- **En travée :**

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28} / f_e = 0,23 \times 65 \times 17 \times 2,1 / 400 = \mathbf{1,334 \text{ cm}^2}$$

$$2,26 \text{ cm}^2 \geq 1,334 \text{ cm}^2$$

- **En appui :**

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28} / f_e = 0,23 \times 10 \times 17 \times 2,1 / 400 = \mathbf{0,21 \text{ cm}^2}$$

$$3,14 \text{ cm}^2 \geq 0,21 \text{ cm}^2$$

**b. Vérification contrainte tangentielle du béton :**

$$T_{u\max} = 20,54 \text{ KN}$$

- **fissuration préjudiciable :**

$$\bar{\tau}_u = \min\left(\frac{2}{3} \cdot f_e; \sqrt[11]{\eta f_t 28}\right) = (266,66; 201,63) \text{ MPA} \equiv 201,63 \text{ MPA}$$

$$\tau_u = \frac{T_u}{b_0 \cdot d} = \frac{20,54 \cdot 10^3}{10,17} = 120,82 \text{ MPA}$$

$$\tau_u = 120,82 \text{ MPA} \leq \bar{\tau}_u = 201,63 \text{ MPA} \dots\dots\dots \text{CV}$$

**c. Calcul des Armatures transversale :**

$$\phi_t = \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_l\right) = \min(200/35; 100/10; 14) \text{ mm} = 5,71 \text{ mm}$$

On adopte un cadre  $\phi 6$   $\longrightarrow$  **1 cadre HA 6**

$$\Rightarrow A_t = 2 \text{ HA } 6 = \mathbf{0,57 \text{ cm}^2}$$

**Espacement des armatures transversales:**

$$S_t \leq \min(0,9 \cdot d; 40 \text{ cm}) = \min(0,9 \times 17; 40 \text{ cm}) = 15,30 \text{ cm}$$

On adopte: **S<sub>t</sub>=15cm**

**d. Vérification de la compression du béton vis avis de l'effort tranchant:**

- **sur appui de rive :**

$$\sigma_{bc} = \frac{2 \cdot T_u}{b_0 \cdot 0,9d} = 2 \times \frac{20,54}{0,1 \times 0,9 \times 0,17 \times 1000} = 2,684 \text{ MPA}$$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0,8 \frac{f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0,8 \times 25}{1,5} = 13,33 \text{ MPA}$$

$$\Rightarrow \sigma_{bc} = 2,684 \text{ MPA} \leq \bar{\sigma}_{bc} = 13,33 \text{ MPA} \dots\dots\dots \text{CV}$$

**IV.8.2.Calcul à L'ELS :**

- Appuis A (de rive)

$$M_A = -0.2M_0$$

$$M_0 = \frac{ql^2}{8} = 5.68 \frac{(4.37)^2}{8} = 13.55 \text{KN.m}$$

$$M_A = -0.2 \times 13.55 = -2.711 \text{KN.m} \Leftrightarrow M_A = -2.711 \text{KN.m}$$

- Appuis B (voisin de rive)

$$M_B = -\frac{qsl'w^3 + qe'l'e^3}{8.5(l'w + l'e)}$$

$$q_e = q_s = 5.68 \text{KN.m}$$

$$l'w = 4.37 \text{m}, \quad l'e = 4.15 \text{m}$$

$$M_B = -5.68 \frac{(4.37)^3 + (4.15)^3}{8.5(4.37 + 4.15)} = -12.15 \text{KN.m} \Leftrightarrow M_B = -12.15 \text{KN.m}$$

- Appuis C (de rive)

$$M_c = -0.2M_0$$

$$M_0 = \frac{ql^2}{8} = 5.68 \frac{(4.15)^2}{8} = 12.22 \text{KN.m}$$

$$M_c = -0.2 \times 12.22 = -2.244 \text{KN.m} \Leftrightarrow M_c = -2.244 \text{KN.m}$$

**a. Moment en travée et effort tranchant :**

- Travée(AB)

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

$$M(x) = 5.68 \frac{4.37}{2} x - 5.68 \frac{x^2}{2} - 12.15 + \frac{-2.711 + 12.15}{4.37} x$$

$$M(x) = 14.57 x - 5.68 \frac{x^2}{2} - 12.15$$

$$T(x) = 14.57 - 5.68x \Rightarrow \begin{cases} x=0 \Rightarrow T_w = 14.57 \text{KN} \\ x=4.37 \Rightarrow T_e = -10.25 \text{KN} \end{cases}$$

$$T(x) = 0 \Rightarrow x = 2.565 \text{m}$$

$$M(x) = M(2.565) = 6.537 \text{KN.m}$$

- Travée(BC)

$$M(x) = q \frac{l}{2} x - \frac{x^2}{2} + M_w + \frac{Me + Mw}{l} x$$

$$M(x) = 5.68 \frac{4.15}{2} x - 5.68 \frac{x^2}{2} - 2.244 + \frac{-12.15 + 2.244}{4.15} x$$

$$M(x) = 9.399 x - 5.68 \frac{x^2}{2} - 2.244$$

$$T(x) = 9.399 - 5.68x \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} x=0 \Rightarrow T_w = 9.399 \text{ KN} \\ x=4.15 \Rightarrow T_e = -14.17 \text{ KN} \end{cases}$$

$$T(x) = 0 \quad \Rightarrow \quad x = 1.654 \text{ m}$$

$$M(x) = M(1.653) = 5.532 \text{ KN.m}$$

**Diagramme des moments (L'ELS) :**

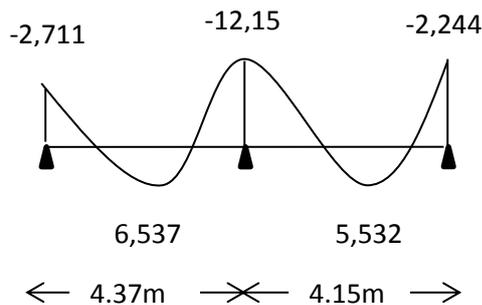


Figure IV.12: Diagramme des moments de plancher étage courant à L'ELS type 2

**IV.8.3.Vérification à l'E.L.S :**

**a. Vérification des contraintes :**

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} ; \quad \alpha \leq \frac{\gamma - 1}{2} + \frac{f_{c28}}{100}$$

- **En travée:**  $\alpha = 0.048$

$$\gamma = 9.20 / 6.537 = 1.407$$

$$(\gamma - 1) / 2 + f_{c28} / 100 = (1.407 - 1) / 2 + 25 / 100 = 0,453$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,048 \leq 0,355 \dots \dots \dots \text{CV}$$

- **Appui de rive :**  $\alpha = 0,092$

$$\gamma = -17.13 / -12.15 = 1.406$$

$$(\gamma - 1) / 2 + f_{c28} / 100 \Rightarrow (1,406 - 1) / 2 + 25 / 100 = 0,453$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,092 \leq 0,453 \dots \dots \dots \text{CV}$$

- **La position de l'axe neutre en travée :**

$$\frac{b_0 x^2}{2} - 15(d - x) \times A_s = 0 \Rightarrow \frac{65x^2}{2} - 15(17 - x) \times 2.26 = 0 \Rightarrow 32.5x^2 - 576.3 + 33.9x = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (33.9)^2 - (4 \times 32.5 \times (-576.3)) = 1149.21 + 74919 = 76068.21$$

$$\Rightarrow x = 3.721 \text{ cm}$$

- **Le calcul moment d'inertie :**

$$I = \frac{bx^3}{3} + 15(d - x)^2 \times A_s = \frac{65 \times 3.721^3}{3} + 15(17 - 3.721)^2 \times 2.26$$

$$I = 7093.92 \text{ cm}^4$$

#### **b. Calcul de la contrainte :**

$$M_s = 6.537 \text{ KN.m}$$

#### **Calcul de la contrainte du béton :**

Il faut que  $\sigma_{bc} < \sigma'_{bc}$

$$\sigma'_{bc} = 0.6fc28 = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M_s \times x}{I} = \frac{6.537 \times 3.721 \times 10^{-5}}{7093.92 \times 10^{-8}} = 3.42 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

- **La position de l'axe neutre en appui :**

$$\frac{b_0 x^2}{2} - 15(d - x) \times A_s = 0 \Rightarrow \frac{10x^2}{2} - 15(17 - x) \times 3.14 = 0 \Rightarrow 5x^2 - 800.7 + 47.1x = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (47.1)^2 - (4 \times 5 \times (-800.7)) = 2218.41 + 16014 = 18232.41$$

$$\Rightarrow x = 7.035 \text{ cm}$$

- **Le calcul moment d'inertie :**

$$I = \frac{bx^3}{3} + 15(d - x)^2 \times A_s = \frac{10 \times 7.035^3}{3} + 15(17 - 7.035)^2 \times 3.14$$

$$I = 5837.65 \text{ cm}^4$$

#### **Calcul de la contrainte :**

$$M_s = 12.15 \text{ KN.m}$$

#### **Calcul de la contrainte du béton :**

Il faut que  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0.6fc28 = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M_s \times x}{I} = \frac{12.15 \times 7.035 \times 10^{-5}}{5837.65 \times 10^{-8}} = 14.64 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

**c. Condition de la flèche :**

$$h/L \geq 1/22.5 \Rightarrow 0.2/4.37 = 0,0457 \geq 1/22.5 = 0,044 \dots \text{CV}$$

$$M_{0 \max} = 19.12 \text{ KN.m}$$

$$\frac{h}{L} \geq \frac{M_t}{15.M_0} \Rightarrow 0.20/4.37 = 0,0457 \geq 9.20/15 \times 19.12 = 0,032 \dots \text{CV}$$

$$\frac{A}{b_0.d} \leq \frac{3,6}{f_e} \Rightarrow 2.36/10 \times 17 = 0,0138 \leq 3.6/400 = 0,009 \dots \text{CNV}$$

**d. La vérification de la flèche est nécessaire :**

D'après le [BAEL 91] la flèche totale est :  $\Delta\delta_t = \delta_v - \delta_i$

La flèche admissible est :

$$\bar{f} = \frac{L(m)}{500} \quad \text{Si} \quad L < 5 \text{ m}$$

$$\bar{f} = \frac{0.5 \times L(m)}{1000} \quad \text{Si} \quad L > 5 \text{ m}$$

Avec :

$$\begin{cases} \delta_i = \frac{M_{ser} \times L^2}{10 \times E_i \times I_{\delta_i}} & \text{flèche due aux de charges instantanées} \\ \delta_v = \frac{M_{ser} \times L^2}{10 \times E_v \times I_{\delta_v}} & \text{flèche due aux de charges différées} \end{cases}$$

Moment d'inertie de la section totale homogène :

$$I_0 = \frac{b \times h^3}{12} + 15A_s \times \left(\frac{h}{2} - d\right)^2$$

**e. Moment d'inertie fictif :**

$$\begin{cases} I_{\delta_i} = \frac{1.1 \times I_0}{1 + \lambda_i \times \mu} \\ I_{\delta_v} = \frac{1.1 \times I_0}{1 + \lambda_v \times \mu} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \lambda_i = \frac{0.05 \times f_{t28}}{\rho \times \left(2 + 3 \times \frac{b_0}{b}\right)} & \text{pour la déformation instanée} \\ \lambda_v = \frac{0.02 \times f_{t28}}{\rho \times \left(2 + 3 \times \frac{b_0}{b}\right)} & \text{pour déformation différée} \end{cases}$$

$$\rho = \frac{A_s}{(b_0 \times b)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu = 1 - \frac{1.75 \times f_{t28}}{4 \times \rho \times \sigma_s + f_{t28}} \\ \text{et} \\ L = 4.37 \text{ m} \end{array} \right. \quad \text{avec: } \sigma_s = \frac{M_{ser}}{A_s \times Z}$$

$$\rho = \frac{2.26}{(10 \times 17)} = 0.0132$$

$$Z = d - \left( \frac{X}{3} \right)$$

$$Z = 17 - \left( \frac{3.721}{3} \right) = 15.75 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{6.537 \times 10^3}{2.26 \times 15.75} = 183.64 \text{ MPa}$$

$$\mu = 1 - \frac{1.75 \times 2.1}{4 \times 0.0132 \times 183.64 + 2.1} = 0.68$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_i = \frac{0.05 \times 2.1}{0.0132(2 + \frac{65}{10})} = 0.93 \\ \lambda_v = \frac{0.02 \times 2.1}{0.0132(2 + \frac{65}{10})} = 0.37 \end{array} \right.$$

$$I_0 = \frac{65 \times 20^3}{12} + 15 \times 2.26 \times \left( \frac{20}{2} - 17 \right)^2 = 44994.43 \text{ cm}^4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{\delta_i} = \frac{1.1 \times 44994.43}{1 + 0.93 \times 0.68} = 30319.69 \text{ cm}^4 \\ I_{\delta_v} = \frac{1.1 \times 44994.43}{1 + 0.37 \times 0.68} = 39544.48 \text{ cm}^4 \end{array} \right.$$

**f. Module de Déformation :**

$$E_i = 1100 \times (f_c 28)^{1/3} = 3216.41 \text{ MPa}$$

$$E_v = 3670 \times (f_c 28)^{1/3} = 10731.145 \text{ MPa}$$

$$\delta_i = \frac{6.537 \times 10^3 \times 4.37^2}{10 \times 3216.41 \times 30319.69} = 0.00012 \text{ cm}$$

$$\delta_v = \frac{6.537 \times 10^3 \times 4.37^2}{10 \times 10731.145 \times 39544.48} = 0.000029 \text{ cm}$$

$$\Delta \delta_t = 0.000029 - 0.00012 = -0.000091 \text{ cm}$$

$$\bar{f} = \frac{4.37}{500} = 0.0099 \text{ cm} \Rightarrow -0.000091 \text{ cm} < 0.00874 \dots \dots \dots \text{Vérifier}$$

Chapitre V:

*Éléments secondaires*

**Introduction:**

Dans toute structure on distingue deux types d'éléments :

- Les éléments porteurs principaux qui contribuent aux contreventements directement.
- Les éléments secondaires qui ne contribuent pas au contreventement directement.

Ainsi l'escalier et l'acrotère sont considérés comme des éléments secondaires dont l'étude est indépendante de l'action sismique (puisque'ils ne contribuent pas directement à la reprise de ces efforts), mais ils sont considérés comme dépendant de la géométrie interne de la structure.

**V.1. L'acrotère :**

L'acrotère est un élément de sécurité au niveau de la terrasse. Il forme une paroi contre toute chute, il est considéré comme une console encadrée à sa base, soumise à son poids propre et à une surcharge horizontale.

Il est soumis à la flexion composée due à :

- Un effort normal dû à son poids propre (G).
- Un moment dû à la surcharge (Q)

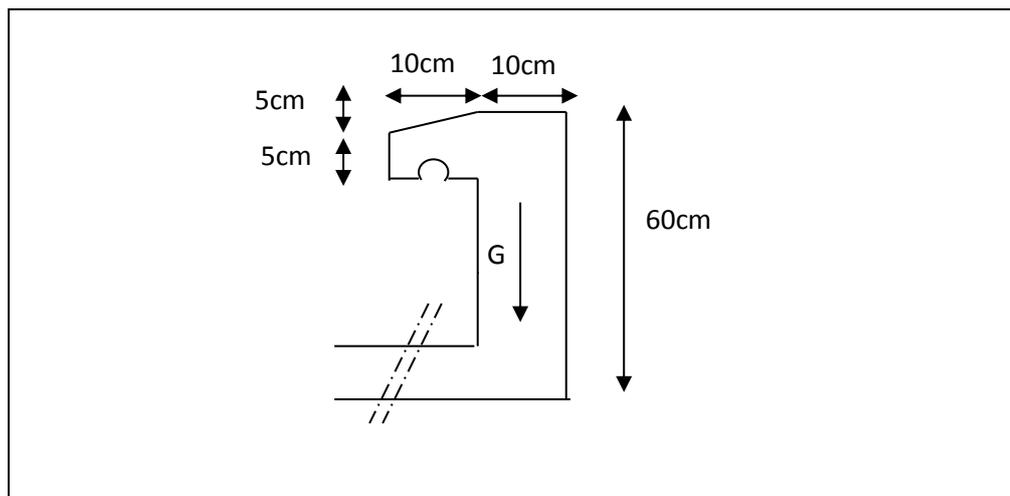
IL a pour rôle de :

- Protection d'étanchéité.
- Servant comme garde-corps.
- Protection des façades contre l'écoulement des eaux de pluie.

**V.2.Principe de calcul :**

Le calcul se fera en flexion composée dans la section d'encastrement pour une bande de 1m linéaire.

L'acrotère est exposé aux intempéries, donc la fissuration est préjudiciable, dans ce cas le calcul se fera à l'ELU, et à l'ELS.



**Figure V.1 :** Schéma coupes transversale de l'acrotère

### V.2.1. Evaluation des charges :

$$G = 25 [0.6 \times 0.1 + 0.05 \times 0.1 + (0.1 \times 0.05)/2]$$

$$G = 1.68 \text{ KN/ml}$$

Poids propre de l'acrotère :  $G = 1.68 \text{ KN/ml}$

Surcharge d'exploitation :  $Q = 1.00 \text{ KN /ml}$

Effort normal dû au poids propre  $G$  :  $N = G \times 1 \text{ ml} = 1.68 \text{ KN}$

Effort tranchant :  $T = Q \times 1 \text{ ml} = 1.00 \text{ KN}$

Moment fléchissant max dû à la surcharge  $Q$  :  $M_Q = T \times H = Q \times 1 \text{ ml} \times H = 0.60 \text{ KN.m}$

### V.2.2. Combinaison de charges:

#### 1. ELU :

La combinaison de charges est:

Effort normal de compression dû à  $G$  :  $N_u = 1,35 G = 1,35 \times 1.68 = 2.26 \text{ KN}$

Moment de renversement dû à  $Q$  :  $M_u = 1,50 M_Q = 1,50 \times 0,60 = 0.90 \text{ KN.m}$

#### 2. ELS :

La combinaison de charges est:

Effort normal de compression :  $N_s = G = 1.68 \text{ KN}$

Moment de renversement :  $M_s = 0,60 \text{ KN.m}$

**V.3.Ferraillage de l'acrotère:**

Le ferraillage de l'acrotère sera déterminé en flexion composée et sera donné par mètre linéaire ; pour le calcul on considère une section ( $b \times h$ ) soumise à la flexion composée :

$h$  : Epaisseur de la section : 10cm

$b$  : Largeur de la section : 100cm

$c$  et  $c'$  : Enrobage : 3cm

$d$  : Hauteur utile ( $h - c$ ) : 7cm

$M_f$  : Moment fictif calculé par rapport au CDG des armatures tendues.

**V.3.1.Calcul des armatures à L'ELU:**

- **Position du centre de pression à l'ELU :**

$$e_u = \frac{M_u}{N_U} = \frac{0.9}{2.26} = 39\text{cm}$$

$\frac{h}{2} - c < e_u \rightarrow$  Le centre de pression se trouve à l'extérieur de la section limitée par les armatures d'où la section est partiellement comprimée.

Donc l'acrotère sera calculé en flexion simple sous l'effet du moment fictif  $M_f$ , puis en flexion composée où la section d'armatures sera déterminée en fonction de celle déjà calculée.

- **Vérification de non flambement :**

$$\lambda_{\max} = \text{Max}((50; \min(100, \frac{67e_u}{h})) = 100 \text{ cm} \quad \text{Et on a aussi :} \quad \lambda = \frac{L_f}{i}$$

$$L_f = 2 \times l_0 = 2 \times 60 = 120 \text{ cm} ; i = \sqrt{\frac{I}{s}} ; I = \frac{b \times h^3}{12} = 0.000083 \text{ m}^4$$

$$s = b \times h = 0.1 \text{ m}^2 \quad i = \sqrt{\frac{I}{s}} = 0.029$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{1.2}{0.029} = 41.37$$

$$\lambda \leq \lambda_{\max}$$

Donc pas de risque de flambement.

**V.3.2. Calcul en flexion simple:**

- **Moment fictif:**

$$M_f = N_U \times \left( e_u + \frac{h}{2} - c \right) = 2.26 \times (0.39 + 0.002) = 0.88 \text{ KN.m}$$

- **Moment réduit :**

$$\mu_f = \frac{M_f}{bd^2 f_{bu}} = \frac{0.88 \times 10^3}{100 \times 7^2 \times 14.16} = 0.013$$

$\mu_f < \mu_r$  La section est simplement armée.

$$\alpha = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2\mu_f}) = 0.016$$

$$Z = d (1 - 0.4\alpha) = 6.95 \text{ cm}$$

- **Armatures fictives:**

$$A_f = \frac{M_f}{z \times \sigma_s} = \frac{0.88 \times 10^3}{6.95 \times 348} = 0.36 \text{ cm}^2$$

### **V.3.3. Calcul en flexion composée :**

La section réelle des armatures:

$$A_s = A_f - \frac{N_u}{\sigma_s} = 0.36 - \frac{2.26}{348 \times 10^2} = 0.35 \text{ cm}^2$$

Soit : **5HA8** = 2.51 cm<sup>2</sup> Avec St ≤ 30cm

On adopte : St = 20cm

#### **V.3.3.1. Vérification à l'ELU :**

##### **a. Vérification de la condition de non fragilité : [BAEL 99/Art .A.2.4.1] :**

$$A_{\min} = \frac{0.23 \times b \times d \times f_c}{f_e} \times \left[ \frac{e_s - (0.455 \times d)}{e_s - (0.185 \times d)} \right]$$

$$e_s = \frac{M_s}{N_s} = \frac{0.6}{1.68} = 0.35 \text{ m} = 35 \text{ cm}$$

$$A_{\min} = \frac{0.23 \times 100 \times 7 \times 2.1}{400} \times \left[ \frac{35 - (0.455 \times 7)}{35 - (0.185 \times 7)} \right] = 0.79 \text{ cm}^2 < A_s$$

##### **b. Armatures de répartition:**

$$A_r = \frac{A_s}{4} = \frac{2.01}{4} = 0.50 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

On adopte **4HA8** = 2.01 cm<sup>2</sup>

##### **c. Vérification au cisaillement :**

Nous avons ns une fissuration préjudiciable d'où :

$$\bar{\tau} = \text{Min} \left( \frac{f_{c28}}{\gamma_b} ; 4 \text{ MPa} \right) = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{bd} ; V_u = 1.5 \times Q = 1.5 \text{ KN}$$

$$\tau_u = 0.0021 \text{ MPa}$$

$\tau_u < \bar{\tau} \rightarrow$  condition vérifiée.

Alors les armatures transversales ne sont pas nécessaires.

**V.3.3.2. Vérification des contraintes à L'E L S :**

L'acrotère est exposé aux intempéries donc la fissuration est considérée comme préjudiciable.

$$N_s = G = 1.68 \text{ KN}$$

$$M_s = 0,60 \text{ KN.m}$$

$$e_s = \frac{M_s}{N_s} = \frac{1.68}{0.60} = 2.8\text{m} = 28\text{cm}$$

$$e_s > \frac{h}{6} = \frac{10}{6} = 1.66 \text{ cm} \rightarrow \text{La section est partiellement comprimée.}$$

**a. Position de l'axe neutre :**

$$M_s = 0,60 \text{ KN.m} \quad A_s = 2.51 \text{ cm}^2$$

$$\frac{bx^2}{2} - 15(A_s)(d - x) = 0$$

$$\frac{100x^2}{2} - 15(2.51)(7 - x) = 0$$

$$50x^2 - 263.55 + 37.65x = 0 \rightarrow x = 1.95$$

**b. Moment d'inertie :**

$$I = \frac{bx^3}{3} + 15A_s(d - x)^2$$

$$I = 1207.33 \text{ cm}^4$$

**c. Vérifications des contraintes :**

$$k = \frac{M_s}{I} = \frac{6000}{1207.33} = 4.96 \text{ cm}$$

$$\sigma_b = k \times x \rightarrow \sigma_b = 9.67 < 150 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Vérifiée}$$

Fissuration préjudiciable.

$$\sigma_s = 2020 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 15k(d - x) \rightarrow \sigma_s = 145.08 \text{ Kg/cm}^2 < 2020 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots \text{Vérifiée}$$

**d. Vérification de l'acrotère au séisme :**

D'après le RPA99V2003 (Article 6.2.3) les éléments non structuraux doivent être calculés sous l'action des forces horizontales suivant la formule suivante ;

$$F_P = 4 A C_P W_P$$

$A = 0,15$  ..... A: coefficient d'accélération de zone (zone II).

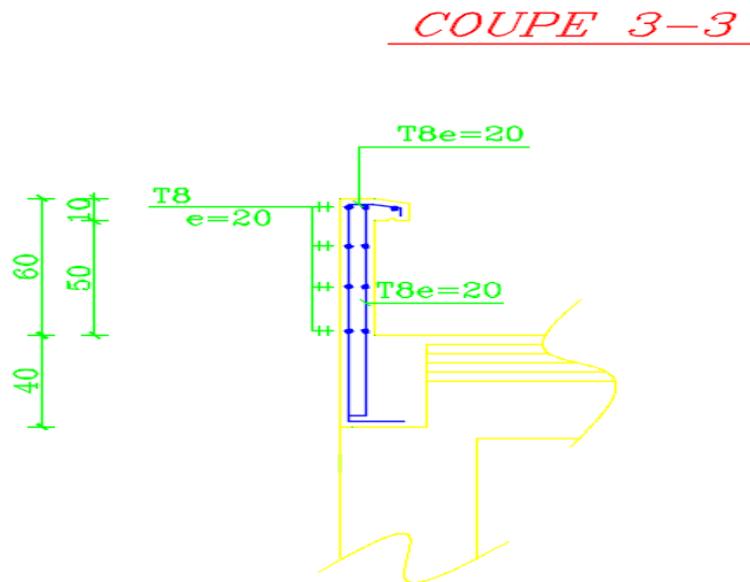
$C_P = 0,80$  ..... CP : facteur de force horizontale (élément en console).

$W_P = 1.68 \text{ KN/ml}$  .....  $W_P$  : poids de l'acrotère.

$$\text{D'où : } F_P = 4 \times 0,15 \times 0,80 \times 1.68 \Rightarrow F_P = 0.80 \text{ KN/ml} < Q$$

→ Il est inutile de calculer l'acrotère au séisme

#### V.4.Schéma du ferrailage:



**FigureV.2 :** Schéma ferrailage de l'acrotère

#### V.5. Les escaliers :

##### Définitions :

Un escalier est un élément constitué d'une succession de gradins permettant le passage à pied entre les différents niveaux. Ou bien, il sert à relier deux différents niveaux d'une construction.

La cage d'escalier est située à l'intérieur du bâtiment et l'escalier adopté est du type coulé en place dont la paillasse viendra s'appuyer sur les paliers.

##### Composition d'un escalier :

Il est caractérisés par :

- \* La hauteur d'escalier (H).
- \* La hauteur d'une marche (h).
- \* Le giron : la largeur de marche (g).
- \* L'embranchement : la largeur de la volée (b).
- \* La contre marche : la partie verticale d'une marche.
- \* La paillasse : plafond qui monte sous marches.
- \* Le palier : la partie horizontale.
- \* La volée : suite ininterrompues des marches.

**V.5.1. Dimensionnement d'escalier :**

Le choix de dimension en fonction de la condition d'utilisateur et de destination de l'ouvrage ; pratiquement on doit remplir les conditions suivantes :

- Pour passer d'un étage à l'autre difficilement, on prend « **h** » entre 14 et 20cm :

$$14\text{cm} \leq h \leq 20\text{cm}$$

Et « **g** » entre le 22 cm et 33cm :  $22\text{cm} \leq g \leq 33\text{cm}$

- Pour vérifier que la condition convient, on utilise la formule empirique de « *BLONDEL* » :

$$g+2h=m$$

**Avec :  $59\text{cm} \leq m \leq 66\text{cm}$**

Dans notre cas nous avons :

$$14\text{ cm} \leq h = 17\text{ cm} \leq 20\text{cm}$$

$$22\text{ cm} \leq g = 30\text{ cm} \leq 33\text{cm}$$

$$59\text{ cm} \leq g+2h = 64\text{cm} \leq 66\text{cm}$$

Donc on adopte :  $h=17\text{cm}$ .

$$g=30\text{cm}.$$

**a. Nombre de contre marche et de marche :**

$$N_{c.m} = H/2h$$

$$N_{c.m} = 3.06/2 \times 17 = 9 \text{ contre marches.}$$

$$N_{.m} = N_{c.m} - 1 = 8 \text{ marches.}$$

**b. La hauteur de la volée devient :**

$$H = 17 \times 9 = 153 \text{ cm}$$

**c. L'angle d'inclinaison :**

$$\text{Tg}\alpha = H/L = 153/240 = 0.637.$$

$$\alpha = \text{cotg}(0,637) = 32,51^\circ$$

**d. L'épaisseur de la pailasse : est calculée suivant la condition :**

$$\frac{L_0}{30} \leq e \leq \frac{L_0}{20} \quad \longrightarrow \quad \frac{340}{30} \leq e \leq \frac{340}{20} \quad \longrightarrow \quad 11,33 \leq e \leq 17$$

On adopte:  $e=17\text{cm}$

**Escalier :**

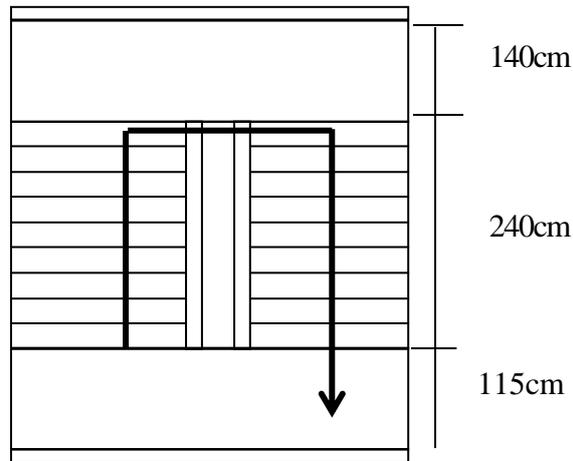


Figure V.3 : Vue en plan de l'escalier

**Evaluation Des Charges :**

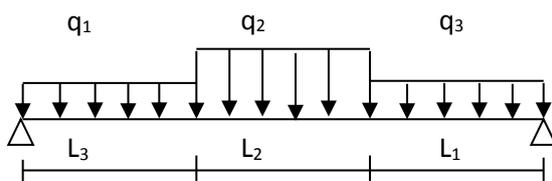
- Palier :  $G=5.13 \text{ KN/ml}$      $Q=2.5 \text{ KN/ml}$

- Paillasse :  $G=7.68 \text{ KN/ml}$      $Q=2.5 \text{ KN/ml}$

**Combinaison des charges :**

1/A l'état limite ultime :  $Q_u = 1,35G + 1,5 Q$

2/A l'état limite de service :  $Q_{ser}$



**1 .à L'état limite ultime :**

**a. Charge équivalente :**

Palier :  $q_1=q_3= 1.35 \times 5.13+1.5 \times 2.5= 10.68\text{KN/ml}$

Paillasse :  $q_2=1.35 \times 7.68+1.5 \times 2.5= 14.12\text{KN/ml}$

$$Q_u = \frac{q_1.L_1+q_2.L_2+q_3.L_3}{L_1+L_2+L_3}$$

On a :  $L_1=1.40\text{m}$

$L_2= 2.40 \text{ m}$

$L_3= 1.15\text{m}$

Alors :  $Q_u=12.34\text{KN/ml}$

**b. Calcul des moments :**  $l=4.95\text{ m}$

Moment isostatique :  $M_u = \frac{Q_u l^2}{8} = 37.79\text{ KN.m}$

Moment en travée :  $M_{tu} = 0.85.M_u = 32.12\text{ KN.m}$

Moment sur appui :  $M_{au} = 0.30.M_u = 11.33\text{KN .m}$

## 2. à l'état limite service :

Palier :  $q_1=q_3= 5.13+2.5= 7.63\text{KN/ml}$

Paillasse :  $q_2=7.68+2.5= 10.18\text{KN/ml}$

**a. Charge équivalente :**

$$Q_s = \frac{q_1.L_1 + q_2.L_2 + q_3.L_3}{L_1 + L_2 + L_3}$$

On a :  $L_1=1.40\text{ m}$

$L_2= 2.40\text{ m}$

$L_3= 1.15\text{ m}$

Alors :  $Q_s=8.86\text{KN/ml}$

**b. Calcul des moments :**  $l=4.95\text{ m}$

Moment isostatique :  $M_{ser} = \frac{Q_s l^2}{8} = 27.13\text{KN.m}$

Moment en travée :  $M_{tser} = 0.85.M_{ser} = 23.06\text{KN.m}$

Moment sur appui :  $M_{aser} = 0.30.M_{ser} = 8.19\text{KN .m}$

## V.5.2.Ferraillage d'escalier :

**1. Calcul des armatures longitudinales :**

Etat	M appui (KN.m)	M travée(KN.m)
ELU	11.33KN	32.12
ELS	8.19	23.06

**Tableau V.1 :** Armatures longitudinales

La section de béton ( $b \cdot h$ ) est ( $100 \cdot 17$ )  $\text{cm}^2$  :

$f_{c28}(\text{MPa})$	$\gamma_b$	$\sigma_s(\text{MPa})$	$\sigma_{bu}(\text{MPa})$	$f_e(\text{MPa})$	$F_{t28}(\text{MPa})$	$\gamma_s$
25	1.5	348	14.16	400	2.1	1.15

**Tableau V.2 :** Vérification de la contraintes des aciers et des bétons

b=100 cm; c=2.5cm; h=17cm; d=14.5 cm.

## 2. Armature de répartition :

### A-Travée :

$$\mu = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bc}} = \frac{32.12 \times 10^3}{100 \times 14.5^2 \times 14.16} = 0.107$$

$$\alpha = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0.141$$

$$Z = d (1 - 0.4\alpha) = 13.68 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{z \times \sigma_s} = 6.74 \text{ cm}^2$$

**On adopte : 6HA12=6.79 cm<sup>2</sup>**

$$A_{rep} = A_{ado}/4 = 6.79/4 = 1.7 \text{ cm}^2; \text{ on adopter: } \mathbf{5HA8=2.51 \text{ cm}^2}$$

### B-Appui :

$$\mu = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bc}} = \frac{11.33 \times 10^3}{100 \times 14.5^2 \times 14.16} = 0.038$$

$$\alpha = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0.048$$

$$Z = d (1 - 0.4\alpha) = 14.22 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{z \times \sigma_s} = 2.28 \text{ cm}^2$$

**On adopte : 5HA10=3.93 cm<sup>2</sup>**

$$A_{rep} = A_{ado}/4 = 3.93/4 = 0.98 \text{ cm}^2; \text{ on adopter : } \mathbf{4HA8=2.01 \text{ cm}^2}$$

### Tableau de ferrailage des escalier :

Section	Mu (KN.m)	$\mu$	$\alpha$	z(cm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> adopte	A <sub>rep</sub>	A <sub>rep</sub> adopter
Travée	32.12	0.107	0.141	13.68	6.74	<b>6HA12=6.79</b>	1.7	<b>5HA8=2.51</b>
Appuis	11.33	0.038	0.048	14.22	2.28	<b>5HA10=3.93</b>	0.98	<b>4HA8=2.01</b>

**Tableau V.3:** Ferrailage des escaliers

**a. Escapement maximal:**

$$S_t \leq \min(3h; 33\text{cm}) = \min(3 \times 17; 33) \text{ cm} = \mathbf{33\text{cm}}$$

- En travée:  $S_t = 100/6 = 16.67 \text{ cm} \leq 33\text{cm} \dots \mathbf{CV}$
- En appui :  $S_t = 100/5 = 20 \text{ cm} \leq 33\text{cm} \dots \mathbf{CV}$

On prend  $S_t \begin{cases} \text{En travée} = 15 \text{ cm} \\ \text{En appui} = 20 \text{ cm} \end{cases}$

**b. Condition de non fragilité :**

$$A_{\min} = (0.23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28}) / f_e$$

$$= \frac{0.23 \times 100 \times 14.5 \times 2.1}{400} \Rightarrow \mathbf{A_{\min} = 1.75\text{cm}^2}$$

$$A \geq A_{\min}$$

**V.5.3. Vérification à ELU :**

- Vérification à l'effort tranchant : **(BAEL 91 Art A5.1.2):**

La fissuration est considérée comme peu préjudiciable, on doit vérifier que :

$$\bar{\tau}_u = \min(0.2 \cdot f_{c28} / \gamma_b; 5\text{MPa})$$

$$= \min(0.2 \times 25 / 1.5; 5)\text{MPa} = \mathbf{3.33 \text{ MPA}}$$

$$V_u = \frac{q_{eq} \cdot L}{2} = \frac{12.34 \times 4.95}{2} \Rightarrow V_u = 30.54 \text{ KN}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b \cdot d} = 0.174\text{MPa} \Rightarrow \tau_u = 0.174\text{MPa}$$

$$\tau_u = 0.174\text{MPa} \leq \bar{\tau}_u = 3.33\text{MPa} \dots \mathbf{C.V}$$

**V.5.4. Vérification à ELS:**

**a. Contrainte de béton:**

On doit vérifier que  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$  (Selon le BAEL91):

$$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser} \cdot x}{I} < \bar{\sigma}_{bc} = 0.6 f_{c28} \quad \mathbf{c. a. d} \quad \sigma_{bc} < 15 \text{ MPA}$$

**b. position de l'axe neutre:** ( $\mu < \mu_r \Rightarrow A_s' = 0$ )

$$\frac{b}{2}x^2 - 15A_s(d - x) + 15A's(x - c) = 0$$

**c. Moment d'inertie:**

Position de l'axe neutre ( $A_s' = 0$ )

$$I = \frac{b \times x^3}{3} + \eta \times A_s \times (d - x)^2$$

Avec :  $\eta = 15$     $d = 14.5 \text{ cm}$     $b = 100 \text{ cm}$

Moment en travée :  $M_{tser} = 0.85.M_{ser} = \mathbf{23.06 \text{ KN.m}}$

Moment sur appui :  $M_{aser} = 0.30.M_{ser} = \mathbf{8.19 \text{ KN.m}}$

**1. En travée:**  $A_s = 6.79 \text{ cm}^2$

$$\frac{100}{2}x^2 - 15 \times 6.79(14.5 - x) = 0$$

$$50x^2 - 1476.82 + 101.85x = 0$$

$$\Delta = (101.85)^2 + 4 \times 50 \times 1476.82$$

$$\Delta = 305737.42$$

$$\sqrt{\Delta} = 552.93$$

$$x = \frac{-101.85 + 552.93}{2 \times 50} = 4.51 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times x^3}{3} + \eta \times A_s \times (d - x)^2 \Rightarrow I = 13222.43 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{23.06 \times 4.51 \times 10^{-5}}{13222.43 \times 10^{-8}} = 7.86 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{C.V}$$

**2. En appui:**  $A_s = 3.93 \text{ cm}^2$

$$\frac{100}{2}x^2 - 15 \times 3.93(14.5 - x) = 0$$

$$50x^2 - 737.32 + 58.95x = 0$$

$$\Delta = (58.95)^2 + 4 \times 50 \times 737.32$$

$$\Delta = 150939.10$$

$$\sqrt{\Delta} = 388.50$$

$$x = \frac{-58.95 + 388.50}{2 \times 50} = 3.29 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times x^3}{3} + \eta \times A_s \times (d - x)^2 \Rightarrow I = 8594.94 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{8.19 \times 3.29 \times 10^{-5}}{8594.94 \times 10^{-8}} = 3.13 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{C.V}$$

**V.5.5.Vérification de la flèche :**

Si les trois conditions suivantes sont vérifiées, il n'est pas nécessaire de vérifier la flèche :

1-  $h/L \geq 1/16$

2-  $A_s / b.d \leq 4, 2 / f_e$

3-  $h/L \geq 1/10$  (Mt/Mo)

4- Nous avons :

$h/L \geq 1/16 \Rightarrow 17 / 4.95 = 0,034 < 0,0625$  non vérifiée.

$h/L \geq 1/10$  (Mt/Mo)  $\Rightarrow 0,034 < 0.085$  non vérifiée

**V.5.6.La vérification de la flèche est nécessaire :**

D'après le [BAEL 91] la flèche totale est :  $\Delta\delta_t = \delta_v - \delta_i$

La flèche admissible est :

$$\bar{f} = \frac{L(m)}{500} \quad \text{Si} \quad L < 5 \text{ m}$$

$$\bar{f} = \frac{0.5 \times L(m)}{1000} \quad \text{Si} \quad L > 5 \text{ m}$$

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_i = \frac{M_{ser} \times L^2}{10 \times E_i \times I_{\delta_i}} \quad \text{flèche due aux de charges instantanées} \\ \delta_v = \frac{M_{ser} \times L^2}{10 \times E_v \times I_{\delta_v}} \quad \text{flèche due aux de charges différées} \end{array} \right.$$

Moment d'inertie de la section totale homogène :

$$I_0 = \frac{b \times h^3}{12} + 15A_s \times \left(\frac{h}{2} - d\right)^2$$

a. Moment d'inertie fictif :

$$\begin{cases} I_{\delta_i} = \frac{1.1 \times I_0}{1 + \lambda_i \times \mu} \\ I_{\delta_v} = \frac{1.1 \times I_0}{1 + \lambda_v \times \mu} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \lambda_i = \frac{0.05 \times f_{t28}}{\rho \times (2 + 3 \times \frac{b_0}{b})} & \text{pour la déformation instantée} \\ \lambda_v = \frac{0.02 \times f_{t28}}{\rho \times (2 + 3 \times \frac{b_0}{b})} & \text{pour déformation différée} \end{cases}$$

$$\rho = \frac{A_s}{(b_0 \times b)}$$

$$\begin{cases} \mu = 1 - \frac{1.75 \times f_{t28}}{4 \times \rho \times \sigma_s + f_{t28}} & \text{avec: } \sigma_s = \frac{M_{ser}}{A_s \times Z} \\ \text{et} \\ L = 4.95 \text{ m} \end{cases}$$

$$\rho = \frac{6.79}{(100 \times 14.5)} = 4.68 \times 10^{-3}$$

$$Z = d - \left(\frac{x}{3}\right)$$

$$Z = 14.5 - \left(\frac{4.51}{3}\right) = 12.99 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{23.06 \times 10^3}{6.79 \times 12.99} = 261.44 \text{ MPa}$$

$$\mu = 1 - \frac{1.75 \times 2.1}{4 \times 4.68 \times 10^{-3} \times 261.44 + 2.1} = 0.47$$

$$\begin{cases} \lambda_i = \frac{0.05 \times 2.1}{4.68 \times 10^{-3} (2 + \frac{300}{100})} = 4.48 \\ \lambda_v = \frac{0.02 \times 2.1}{4.68 \times 10^{-3} (2 + \frac{300}{100})} = 1.79 \end{cases}$$

$$I_0 = \frac{100 \times 17^3}{12} + 15 \times 6.79 \times \left(\frac{17}{2} - 14.5\right)^2 = 44608.26 \text{ cm}^4$$

$$\begin{cases} I_{\delta_i} = \frac{1.1 \times 44608.26}{1 + 4.48 \times 0.47} = 15800.19 \text{cm}^4 \\ I_{\delta_v} = \frac{1.1 \times 44608.26}{1 + 1.79 \times 0.47} = 26649.15 \text{cm}^4 \end{cases}$$

**b. Module de Déformation :**

$$E_i = 1100 \times (f_c/28)^{1/3} = 3216.41 \text{ MPa}$$

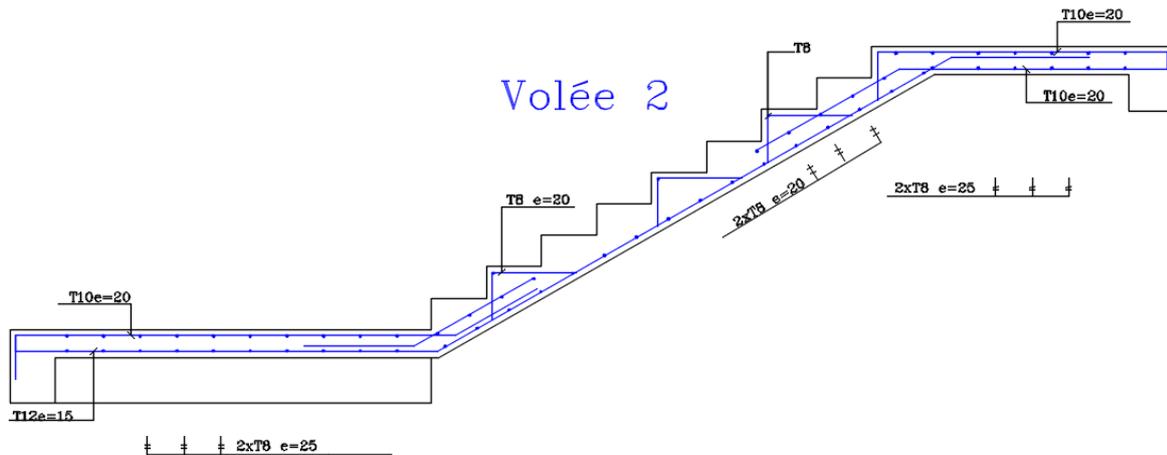
$$E_v = 3670 \times (f_c/28)^{1/3} = 10731.145 \text{ MPa}$$

$$\delta_i = \frac{23.06 \times 10^3 \times 4.95^2}{10 \times 3216.41 \times 15800.19} = 0.001111 \text{ cm} \quad ; \quad \delta_v = \frac{23.06 \times 10^3 \times 4.95^2}{10 \times 10731.145 \times 26649.15} = 0.000197 \text{ cm}$$

$$\Delta\delta_t = 0.000197 - 0.001111 = -0.000913 \text{ cm}$$

$$\bar{f} = \frac{4.95}{500} = 0.0099 \text{ cm} \Rightarrow -0.000913 \text{ cm} < 0.0099 \dots\dots\dots \text{C.V}$$

**V.6.Schéma de ferrailage :**



**Figure V.4:**Schéma ferrailage de l’escalier

**V.7. Etude de la poutre palière :**

La poutre palière : c'est une poutre partiellement encastrée à l'extrémité dans les poteaux et soumise à la flexion et à la torsion.

Ces sollicitations sont dues à son poids propre plus le poids du mur et à l'action du palier.

La poutre palière sert d'encastrement au palier, prévue pour être un support d'escalier elle est normalement noyée dans l'épaisseur du palier.

**V.7.1. Dimensionnement :**

La poutre palière est dimensionnée d'après les formules empiriques données par le CBA 93 et vérifié en considérant le RAP 99/version 2003.

- Selon le CBA 93
- La hauteur 'h' de la poutre palière doit être :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \text{ cm} \\ \frac{310}{15} \leq h \leq \frac{310}{10} \\ 20.66 \leq h \leq 31 \text{ cm} , \text{ on prend : } h = 35 \text{ cm} \end{array} \right.$$

- La largeur b de la poutre palière doit être :

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,3h \leq b \leq 0,7h \\ 10.5 \leq b \leq 24.5 \text{ cm} , \text{ on prend : } b = 30 \end{array} \right.$$

- Selon le RPA99/ version 2003 :

$$\left\{ \begin{array}{l} h \geq 30 : \text{vérifier} , \quad h = 35 \dots \dots \dots \text{CV} \\ b \geq 20 : \text{vérifier} , \quad b = 30 \dots \dots \dots \text{CV} \\ h/b = 35/30 = 1.167 < 4 \quad \dots \dots \dots \text{CV} \end{array} \right.$$

Donc on choisit une section de la poutre palière ( $b \times h = 30 \times 35$ ) cm<sup>2</sup>

**Evaluation des charges :**

**poids propre de la poutre :**  $G_{\text{poutre}} = 0.3 \times 0.35 \times 25 = 2.625 \text{ KN/ml}$

**Mur :**  $G_{\text{mur}} = 2.76 \text{ KN/ml}$

$$\bullet \text{Réaction de la palier et de paillasse : } \begin{cases} \text{ELU :} & R = \frac{Q_U \times l}{2} = \frac{12.34 \times 4.95}{2} = 30.54 \text{ KN/ml} \\ \text{ELS:} & R = \frac{Q_S \times l}{2} = \frac{8.86 \times 4.95}{2} = 21.92 \text{ KN/ml} \end{cases}$$

### V.7.2.Calcul a l'ELU:

#### a. Combinaisons de charges :

$$Q_u = 1.35G + R = 1.35 \times (2.625 + 2.76) + 30.54 \rightarrow Q_u = 37.80 \text{ KN/ml}$$

#### b. Les moments : $l = 3.10 \text{ m}$

- Le moment isostatique :  $M_0 = \frac{Q_u l^2}{8} = 45.40 \text{ KN.m}$
- Le moment en travée :  $M_t = 0.85 M_0 = 38.59 \text{ KN.m}$
- Le moment sur appui :  $M_a = 0.3 M_0 = 13.62 \text{ KN.m}$
- Effort tranchant :  $T_u = \frac{Q_u l}{2} = 58.59 \text{ KN}$

### V.7.3.Calcul a l'ELS:

#### a. Combinaisons de charges :

$$Q_s = G + R = (2.625 + 2.76) + 21.91 \rightarrow Q_s = 27.29 \text{ KN/ml}$$

#### b. Les moments : $l = 3.10 \text{ m}$

- Le moment isostatique :  $M_0 = \frac{Q_s l^2}{8} = 32.78 \text{ KN.m}$
- Le moment en travée :  $M_t = 0.85 M_0 = 27.86 \text{ KN.m}$
- Le moment sur appui :  $M_a = 0.3 M_0 = 9.83 \text{ KN.m}$

### V.7.3.Ferraillage de la poutre palière :

La section de béton ( $b \times h$ ) est  $(30 \times 35) \text{ cm}^2$  :

#### • Calcul des armatures :

$f_{c28}(\text{MPa})$	$\gamma_b$	$\sigma_s(\text{MPa})$	$\sigma_{bu}(\text{MPa})$	$f_e(\text{MPa})$	$F_{t28}(\text{MPa})$	$\gamma_s$
25	1.5	348	14.16	400	2.1	1.15

**Tableau V.4 :** Donnée relative aux matériaux

$b=30\text{cm}$ ;  $c=3\text{cm}$ ;  $h=35\text{cm}$ ;  $d=32 \text{ cm}$ .

#### 1. En travée :

$$\mu = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bc}} = \frac{38.59 \times 10^3}{30 \times 32^2 \times 14.16} = 0.0887$$

$$\alpha = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0.116$$

$$Z = d (1 - 0.4\alpha) = 30.51 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{z \times \sigma_s} = 3.63 \text{ cm}^2$$

**On adopter: 3HA14=4.62 cm<sup>2</sup>**

## 2. En appui :

$$\mu = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bc}} = \frac{13.62 \times 10^3}{30 \times 32^2 \times 14.16} = 0.0313$$

$$\alpha = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0.039$$

$$Z = d (1 - 0.4\alpha) = 31.50 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{z \times \sigma_s} = 1.24 \text{ cm}^2$$

**On adopter: 3HA10=2.36 cm<sup>2</sup>**

Section	b (cm)	d (cm)	M <sub>u</sub> (KN.m)	μ	A	Z (cm)	A <sub>min</sub>	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	Adopte
Travée	30	32	38.59	0.0887	0.116	30.51	1.16	3.63	<b>3HA14=4.62</b>
Appui	30	32	13.62	0.0313	0.039	31.50	1.16	1.24	<b>3HA10=2.36</b>

**Tableau V.5 :** ferrailage de la poutre palière

### V.7.4. Vérification à ELU:

#### a. Condition de non fragilité:

$$A_{\min} = \frac{0.23 b \cdot d \cdot f_{t28}}{f_e} = \frac{0.23 \times 30 \times 32 \times 2.1}{400}$$

$$A_{\min} = 1.16 \text{ cm}^2$$

$$A \geq A_{\min}$$

A<sub>s</sub> totale sur la longueur de la poutre est de 6.88 cm<sup>2</sup> vérifiée.

#### b. Vérification à l'effort tranchant : (BAEL 91 Art A5.1.2):

$$\bar{\tau}_u = \min(0.2 \cdot f_{c28} / \gamma_b ; 5 \text{ MPA})$$

$$\bar{\tau}_u = \min(0.2 \times 25 / 1.5 ; 5) \text{ MPA} = 3.33 \text{ MPA}$$

$$V_u = T_u = \frac{Q_u l}{2} = 58.59 \text{ KN}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b.d} = 0.610 \text{ MPA} \quad \Rightarrow \quad \tau_u = 0.610 \text{ MPA}$$

$$\tau_u = 0.610 \text{ MPA} \leq \bar{\tau}_u = 3.33 \text{ MPA} \dots\dots\dots \text{C.V}$$

**V.7.5. Vérification à ELS:**

**a. Contraintes dans le béton:**

On doit vérifier que  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$  (Selon le BAEL91):

$$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser} \times x}{I} < \bar{\sigma}_{bc} = 0,6 f_{c28} \quad \text{c. a. d} \quad \sigma_{bc} < 15 \text{ MPa}$$

**b. Position de l'axe neutre: ( $\mu < \mu_r \Rightarrow A_s' = 0$ )**

$$\frac{b}{2} x^2 - 15 A_s (d - x) + 15 A_s' (x - c) = 0$$

**c. Moment d'inertie:**

**Position de l'axe neutre ( $A_s' = 0$ )**

$$I = \frac{b \times x^3}{3} + \eta \times A_s \times (d - x)^2$$

Le moment en travée :  $M_t = 0.85 M_0 = 27.86 \text{ KN.m}$

Le moment sur appui :  $M_a = 0.3 M_0 = 9.83 \text{ KN.m}$

Avec :  $\eta = 15 \text{ cm}$  ;  $d = 32 \text{ cm}$  ;  $b = 30 \text{ cm}$

**1. En travée:  $A_s = 4.62 \text{ cm}^2$**

$$\frac{30}{2} y^2 - 15 \times 4.62 (32 - y) = 0$$

$$15x^2 - 2217.6 + 69.3x = 0$$

$$\Delta = (69.3)^2 + 4 \times 15 \times 2217.6$$

$$\Delta = 137858.49$$

$$\sqrt{\Delta} = 371.29$$

$$x = \frac{-69.3 + 371.29}{2 \times 15} = 10.06 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times x^3}{3} + \eta \times A_s \times (d - x)^2 \Rightarrow I = 43539.57 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{27.86 \times 10.06 \times 10^{-5}}{43539.57 \times 10^{-8}} = 6.43 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{C.V}$$

2. **En appui:**  $A_s = 2.36 \text{ cm}^2$

$$\frac{30}{2} x^2 - 15 \times 2.36(32 - x) = 0$$

$$15x^2 - 1132.8 + 35.4 x = 0$$

$$\Delta = (35.4)^2 + 4 \times 15 \times 1132.8$$

$$\Delta = 69221.16$$

$$\sqrt{\Delta} = 263.099$$

$$x = \frac{-35.4 + 263.099}{2 \times 15} = 7.58 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times x^3}{3} + \eta \times A_s \times (d - x)^2 \Rightarrow I = 25465.50 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{9.83 \times 7.58 \times 10^{-5}}{25465.50 \times 10^{-8}} = 2.92 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{C.V}$$

d. **Vérification de la flèche**

Si les conditions suivantes sont satisfaites ; il n'y a pas lieu de vérifier la flèche :

$$\frac{h}{l} = \frac{40}{310} = 0.12 > \frac{1}{16} = 0.0625 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

$$\frac{h}{l} = 0.12 > (1/10) \frac{M_t}{M_0} = 0.085 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

$$\frac{A}{b \times d} = \frac{4.62}{30 \times 32} = 0.0048 < \frac{4.2}{f_e} = \frac{4.2}{400} = 0.0105 \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

Les conditions sont vérifiées, donc il n'y a pas lieu de vérifier la flèche.

**V.8.Calcul des armatures transversales:**

$$\phi_t \leq \min (h/35 ; \phi_t ; b/10) \text{ d'où } \phi_t \leq \min (10 ; 14 ; 30) \text{ mm}$$

$$\phi_t \leq 10 \text{ mm}$$

On prend  $\phi_t = 8 \text{ mm}$

La section d'armatures transversales est  $A_t = 2.01 \text{ cm}^2 \Rightarrow 1 \text{ cader} + 1 \text{ étrier} + 4 \text{ HA8}$

$$S_t \leq \min (0.9d ; 40 \text{ cm})$$

$$S_t \leq 28.8 \text{ cm}$$

On prend  $S_t = 15 \text{ cm}$ .

**V.8.1.Calcul le moment de torsion :**

$$M_{tor} = 0.3 \times \frac{M_0}{2} = 0.3 \times \frac{45.40}{2} = 6.81 \text{ KN.m}$$

D'après le [CBA], la contrainte de torsion  $\tau_{ut}$  est comme pour les sections creuses.

$$\tau_{ut} = \frac{M_{tor}}{2 \cdot \Omega \cdot b_0}$$

Avec :

$M_{tor}$ : Moment de torsion

$b_0$ : Épaisseur réel de la paroi

$\Omega$  : Aire du contour à mi- épaisseur des parois

$$\left\{ \begin{array}{l} b_0 = \min \left( \frac{b}{6}, \frac{h}{6} \right) = \frac{30}{6} = 5 \text{ cm} \\ \Omega = (b - b_0) \times (h - b_0) = (30 - 5) \times (35 - 5) = 750 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$\tau_{ut} = \frac{M_{tor}}{2 \cdot \Omega \cdot b_0} = \frac{6.81 \times 10^{-3}}{2 \times 750 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-2}} = 0.908 \text{ MPa}$$

**V.8.2. Contrainte de cisaillement:**

$$\tau_u = \frac{T_u}{bd} = \frac{58.59 \times 10^{-3}}{0.3 \times 0.32} = 0.61 \text{ MPa}$$

La fissuration est peu préjudiciable :

$$\bar{\tau}_u = \min(0.2 \times 25 / 1.5 ; 5) \text{ MPa} = 3.33 \text{ MPa}$$

Pour les sections creuses, on doit aussi vérifier :

$$\tau_u + \tau_{tu} < \bar{\tau}_u$$

$$\tau_u + \tau_{tu} = 1.518 \text{ MPa} < 3.33 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{C.V}$$

**V.9. Les Armatures Longitudinales :**

D'après le [CBA] les armatures longitudinales sont données par la formule suivante :

$\Sigma A_l$ : La somme des sections des aciers longitudinaux

$$\Sigma A_l = \frac{M_{tor} \times U \times \gamma_s}{f_e \times 2 \times \Omega}$$

U: Le périmètre du contour d'aire  $\Omega$

$$U = 2[(30 - 5) + (35 - 5)] = 110 \text{ cm}$$

$$\Sigma A_l = \frac{6.81 \times 10^{-2} \times 110 \times 1.15}{400 \times 2 \times 750 \times 10^{-4}} = 0.143 \text{ cm}^2$$

$$A_{l_{min}} \geq \frac{0.4 \times b \times U}{f_e}$$

$$A_{l_{min}} = 3.3 \text{ cm}^2$$

**On adopte 2HA14** soit  $A = 3,08 \text{ cm}^2$

**V.10. Les Armatures Transversaux :**

Pour l'espacement on prend le même que celui de la flexion simple :

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

$$St(RPA) \begin{cases} \frac{h}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \rightarrow Z. \text{ Courant} \\ \frac{h}{4} = \frac{35}{4} = 8.75 \rightarrow Z. \text{ Nodale} \end{cases}$$

On adopte :  $St = 15$  cm pour la zone courant.

$St = 8$  cm pour la zone nodale.

La section d'armatures transversales est donnée par la formule :

$$A_t = \frac{M_{tor} \times S_t \times \gamma_s}{f_e \times 2 \times \Omega} = \frac{6.81 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-2} \times 1.15}{400 \times 2 \times 750 \times 10^{-4}} = 1.95 \text{ cm}^2$$

Section minimale :

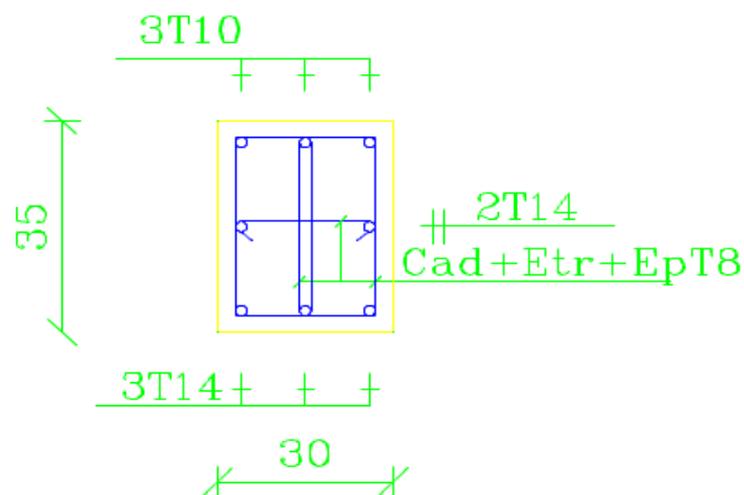
$$A_{tmin} \geq \frac{0.4 \times b \times S_t}{f_e}$$

$$A_{tmin} \geq \frac{0.4 \times 30 \times 15}{400} = 0.45 \text{ cm}^2$$

Donc on adopte : **1cadre HA8**

### V.11. Schéma de ferrailage de la poutre palière :

## *PPalier (30x35) coupe*



**Figure V.5:** Schéma ferrailage de la poutre palière.

Chapitre VI:

*Etude Sismique*

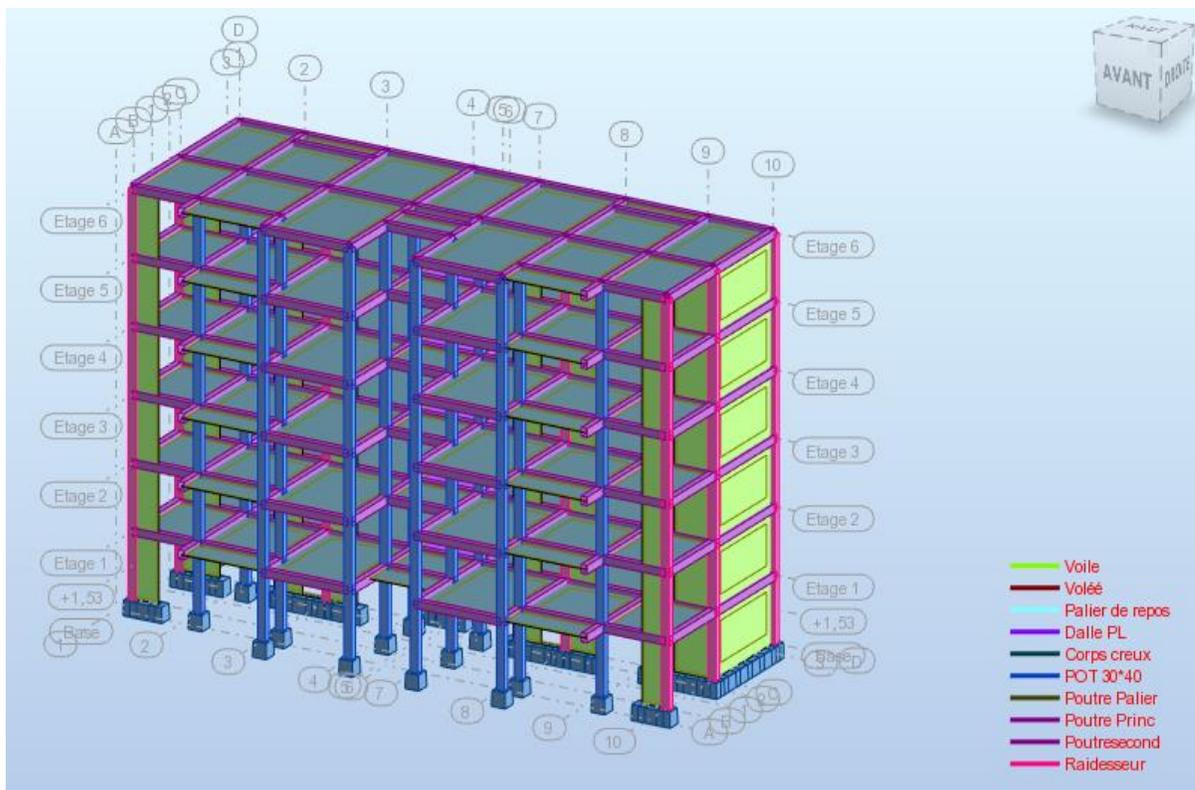
## Introduction:

L'analyse sismique de l'ouvrage représente une étape importante dans l'étude générale du génie civil dans les zones sismiques (dans notre cas, la zone IIa) ou pouvant être sujettes à des effets inattendus (vents forts, explosions, etc.). En raison de la grande quantité de calcul, il ne peut pas être résolu manuellement. Il est donc nécessaire d'utiliser des logiciels préétablis basés sur la méthode des éléments finis, tels que "ETABS, ROBOT..." En modélisant entièrement la structure, les caractéristiques dynamiques propres à une structure donnée peuvent être mieux définies.

Dans cette étude nous allons utiliser le logiciel **Robot** version 17.

### VI.1. Modélisation :

La modélisation numérique de la structure est faite en éléments finis par le logiciel **Robot structural analysis** qui permettent à la fois l'analyse statique et l'analyse dynamique.



**Figure VI.1:** modélisation 3D de la structure sur Robot

---

**VI.2. Méthode de calcul des forces sismiques :**

Selon les règles parasismiques algériennes (**RPA99/version 2003 art 4.1.1**)

Menée suivant trois méthodes :

- Par la méthode statique équivalente.
- Par la méthode d'analyse modale spectrale.
- Par la méthode d'analyse dynamique par accélérogrammes.

**A. la méthode statique équivalente :**

La méthode statique équivalente peut être utilisée dans les conditions suivantes :

1-Le bâtiment ou bloc étudié, satisfaisait aux conditions de régularité en plan et en élévation prescrites au chapitre III, paragraphe 3.5 avec une hauteur au plus égale à 65m en zones I et II et à 30m en zones III.

2-Le bâtiment ou bloc étudié présente une configuration irrégulière tout en respectant, outre les conditions de hauteur énoncées en a), les conditions complémentaires suivantes :

- a) **Zone I** : tous groupes
- b) **Zone IIa** :
  - groupe d'usage 3.
  - groupes d'usage 2, si la hauteur est inférieure ou égale à 7 niveaux ou 23 m.
  - groupe d'usage 1B, si la hauteur est inférieure ou égale à 5 niveaux ou 17m.
  - groupe d'usage 1A, si la hauteur est inférieure ou égale à 3 niveaux ou 10m.
- c) **Zone IIb et III** :
  - groupes d'usage 3 et 2, si hauteur est inférieure ou égale à 5 niveaux ou 17m.
  - groupe d'usage 1B, si la hauteur est inférieure ou égale à 3 niveaux ou 10m.
  - groupe d'usage 1A, si la hauteur est inférieure ou égale à 2 niveaux ou 08m.

**B. la méthode d'analyse modale spectrale :**

La méthode d'analyse modale spectrale peut être utilisée dans tous les cas, et en particulier, dans le cas où la méthode statique équivalente n'est pas permise.

**C. la méthode d'analyse dynamique :**

La méthode d'analyse dynamique par accélérogrammes peut être utilisée au cas par cas par un personnel qualifié, ayant justifié auparavant les choix des séismes de calcul et des lois de comportement utilisées ainsi que la méthode d'interprétation des résultats et les critères de sécurité à satisfaire.

- **Selon les exigences du RPA99/version2003, la méthode à utiliser dans ce cas est celle de l'analyse modale spectrale.**

**VI.3. Disposition des voiles :**

Le choix de l'emplacement des voiles doit répondre à un certain nombre de conditions :

- La quantité doit être suffisamment importante pour assurer une rigidité suffisante tout en restant économique et facile à mettre en œuvre.
- La symétrie du système structurel pour éviter les forces de torsion néfastes à la structure.
- Éviter les changements substantiels à la structure.

Après avoir apporté plusieurs modifications à la disposition des voiles, nous avons choisi une variante, et nous avons obtenu le résultat de la vérification des conditions de sécurité imposées par RPA. Nous montrons ci-dessous la disposition que nous avons adoptée.



**Figure VI.2 :** disposition des voiles.

**VI.4. Résultats de l'analyse modale :**

Les valeurs des périodes et facteurs de participations modales calculées par le logiciel Robot sont données dans le tableau suivant :

Cas/Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]
1	2,73	0,37	71,45	0,04	71,45	0,04
2	3,55	0,28	71,50	70,13	0,05	70,09
3	5,08	0,20	72,37	70,13	0,87	0,00
4	10,00	0,10	88,07	70,13	15,70	0,00
5	12,53	0,08	88,08	70,16	0,01	0,03
6	13,17	0,08	88,08	70,27	0,00	0,11
7	13,70	0,07	88,09	71,00	0,01	0,73
8	13,91	0,07	88,09	90,42	0,00	19,42
9	15,09	0,07	88,09	90,46	0,00	0,04
10	15,17	0,07	88,09	90,46	0,00	0,00
11	15,30	0,07	88,09	90,52	0,00	0,06
12	15,50	0,06	88,09	90,54	0,00	0,02
13	15,64	0,06	88,09	90,54	0,00	0,00
14	16,02	0,06	88,09	90,54	0,00	0,00
15	16,47	0,06	88,09	90,54	0,00	0,00
16	16,47	0,06	98,91	90,54	10,81	0,0

**Tableau VI.1:** période et participation massique.

**Remarque :**

- Le premier mode est un mode de translation selon la direction X avec un taux de participation massique de 71.45% dans cette direction.
- Le deuxième mode est un mode de translation selon la direction Y avec un taux de participation massique de 70.09% dans cette direction.
- Le troisième mode est un mode de torsion participation massique de 0.87% .
- La condition de RPA (Art 4.3.4) sur le nombre de modes à retenir est satisfaite à partir du 8ème mode pour que la masse atteigne les 90%.

**VI.5. Vérifications règlementaires :****A. Effort normal réduit :**

On entend par effort normal réduit, le rapport :

$$v = \frac{N_d}{B_c \cdot f_{cj}} \leq 0.3$$

Avec :

- $N_d$  : désigne l'effort normal de calcul s'exerçant sur une section de béton
- $B_c$  : est l'aire (section brute) de cette dernière
- $f_{cj}$  : est la résistance caractéristique du béton

La vérification de l'effort normal réduit est résumée dans le tableau suivant :

<b>Nd(N)</b>	<b>Bc (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>f<sub>cj</sub>(MPa)</b>	<b>v</b>	<b>v ≤ 0.3</b>
914792.60	120000	25	0.30	Vérifier

**Tableau VI.2 :** vérification de l'effort normal réduit.

D'après les résultats du tableau, la condition  $v \leq 0.3$  est vérifiée.

**B. Estimation de la période fondamentale expérimentale :**

La période de la structure est estimée à partir les deux formule empirique suivante :

**Derection X:**

$$T_1 = C_T \times hN^{3/4} \quad \text{RPA 99 (Art .4.2.4)}$$

Avec :

$hN$  : hauteur mesurée en mètre (à partir de la base de la structure jusqu'à le dernier niveau).

$C_T$  : Coefficient fonction du système de contreventement, du type de remplissage.

$$C_T = 0.05 \quad \text{RPA (tableau 4.6)}$$

$$T_1 = 0.05 \times (18.36)^{3/4} = 0.44 \text{sec.}$$

**2<sup>eme</sup> formule :**

$$T2=0.09.hN/\sqrt{D}$$

D : est la dimension du bâtiment mesurée à sa base dans la direction x.

$$Dx=27.30m$$

$$T2=0.09 \times 18.36 / \sqrt{27.30} = 0.31 \text{sec}$$

Avec :

$$T = \min\{T1=0.44 \text{sec} ; T2=0.31 \text{sec}\} \longrightarrow T=0.31 \text{sec.}$$

$$1.3 \text{Tempirique} = 1.3 \times 0.31 = 0.40 \text{sec}$$

**Derection Y :**

$$T1=CT \times hN^{3/4}$$

$$T1=0.05 \times (18.36)^{3/4} = 0.44 \text{sec.}$$

**2<sup>eme</sup> formule :**

$$T2=0.09.hN/\sqrt{D}$$

D : est la dimension du bâtiment mesurée à sa base dans la direction y.

$$Dx=11.20m$$

$$T2=0.09 \times 18.36 / \sqrt{11.20} = 0.49 \text{sec}$$

$$T = \min\{T1=0.44 \text{sec} ; T2=0.49 \text{sec}\} \longrightarrow T=0.44 \text{sec.}$$

$$1.3 \text{Tempirique} = 1.3 \times 0.44 = 0.57 \text{sec}$$

**C. La résultante des forces sismiques :**

La résultante des forces sismiques à la base  $V_{\text{dyn}}$  obtenue par combinaison des valeurs modales ne doit pas être inférieure à 80% de la résultante des forces sismique déterminée par la méthode statique équivalente VST.

**VI.6. Calcul de l'action sismique :**

La force sismique VST appliquée à la base de structure, doit être calculée successivement dans les deux directions horizontales et orthogonales selon la formule :

$$VST = \frac{A \cdot D \cdot Q}{R} \cdot W \dots \text{ (formule 4.1 de RPA 99/ version 2003)}$$

-A : Coefficient d'accélération de zone

-R : Coefficient de comportement global de la structure

-D : Facteur de d'amplification dynamique de la structure

-Q : facteur de qualité

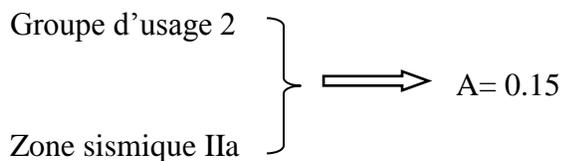
-W : Poids de structure

▪ **Coefficient d'accélération de zone (A) :**

Donnée par tableau 4.1 suivant la zone sismique et le groupe du bâtiment

Classification sismique de la wilaya TAREF zone IIa (moyenne sismique)

Groupe 2 : ouvrages courant ou d'importance moyenne.



▪ **Facteur d'amplification dynamique moyen D:**

Fonction de la catégorie de site, de facteur de correction d'amortissement ( $\eta$ ), et de la période fondamentale de la structure (T)

$$D = \begin{cases} 2.5\eta & \longrightarrow 0 \leq T \leq T_2 \\ 2.5\eta (T_2/T)^{\frac{2}{3}} & \longrightarrow T_2 \leq T \leq 3.0s \\ 2.5\eta (T_2/3.0)^{\frac{2}{3}} (3.0/T)^{\frac{5}{3}} & \longrightarrow T \geq 3.0 s \end{cases}$$

T2 : période caractéristique, associée à la catégorie du site et donnée par le tableau 4.7

Site ferme «S2» → T1= 0,15 ; T2= 0.4

η : facteur de correction d’amortissement donnée par la formule suivant :

$$\eta = \sqrt{7/(2 + \xi)}$$

ξ(%) :est le pourcentage d’amortissement critique fonction de matériau constitue , du type de structure de l’importance des remplissage .

ξ= 10% - donne par le tableau 4.2

$$\eta = \sqrt{7/(2 + \xi)} = \sqrt{7/(2 + 10\%)} = 0.76$$

$$0 \leq T \leq T2 \implies 0 \leq 0.31 \leq 0.4$$

$$D_x = 2.5\eta = 1.9$$

▪ **Facteur de qualité (Q) :**

Le facteur de qualité Q est défini par :  $Q = 1 + \sum_1^5 Pq$  ... (formule 4.4 de RPA99)

Pq=est la pénalité à retenir selon que le critère de « q » est satisfait ou non.

Critère	Pq	
	Sens x	Sens y
1. Condition minimale sur les files de contreventement	0	0
2. Redondance en plan	0.05	0.05
3. Régulier en plan	0.05	0.05
4. Régularité en élévation	0.05	0.05
5. Contrôle de la qualité des matériaux	0	0
6. Contrôle de la qualité d’exécution	1	1
<b><math>Q = 1 + \sum_1^5 pq</math></b>	1.15	1.15

**Tableau VI.3 :** valeurs des pénalités.

---

- **Coefficient de comportement global de la structure (R) :**

La valeur de R est donnée par le tableau 4.3 du RPA 99/ version 2003 en fonction du système de contreventement.

Dans notre structure on a un système de contreventement en portique et par des voiles en béton armé. alors le coefficient de comportement global de la structure égale à :  $R=4$

- **Poids total :**

Selon RPA 99/V2003 (Art 4.2.3) il faut prendre la totalité des charges permanentes avec une fraction  $\beta$  des charges d'exploitations.

Poids total de la structure W égal à la somme des poids  $W_i$  calculés à chaque niveau (i).

$W = \sum W_i$  avec  $W_i = W_{Gi} + \beta \cdot W_{Qi}$

-  $W_{Gi}$  : poids du aux charges permanentes.

-  $W_{Qi}$  : charges d'exploitation.

-  $\beta$  : coefficient de pondération, fonction de la nature et la durée de la charge d'exploitation et donnée par le tableau 4.5 du RPA99 /v2003.

=>le bâtiment à usage d'habitation ---> $\beta=0.2$

Le poids total de la structure a été calculé en utilisant le logiciel Robot, la valeur trouvé est :

$W = 15929.54 \text{ KN}$

**LES RESULTATS :**

Paramètres	A	D	W(KN)	Q	Vst(KN)
Sens x	0.15	1.9	15929.54	1.15	1305.22
Sens Y			15929.54	1.15	1305.22

**Tableau VI.4 :** la force sismique à la base par la méthode statique équivalente.

La vérification de la résultante sismique est résumée dans le tableau suivant :

	<b>0.8 x Vst (KN)</b>	<b>Vdyn(KN)</b>	<b>Vdyn &gt; 0.8Vst</b>
<b>Sens x</b>	1044.18	1233.17	Vérifier
<b>Sens y</b>	1044.18	1225.96	Vérifier

**Tableau VI.5 :** vérification de la force sismique à la base.

D'après les résultats du tableau, la condition  $V_{dyn} > 0.8V_{st}$  est **vérifiée**.

**VI.6.1. Vérification de l'excentricité :**

D'après l'article 3.5.1 du RPA 99/V2003 : à chaque niveau et pour chaque direction de calcul, la distance entre le centre des masses et le centre des rigidités ne dépasse pas 15% de la dimension du bâtiment perpendiculairement à la direction de l'action sismique considérée.

L'analyse automatique par le logiciel Autodesk Robot a donné les résultats qui sont illustrés dans le tableau suivant :

Etage	Lx[m]	Ly[m]	ex0 [m]	ey0 [m]	15%*Lx[m]	15%*Ly[m]	vérification ex	vérification ey
1	26,99	11,36	0,04	0,42	1,35	0,57	Vérifier	Vérifier
2	26,99	11,36	0,04	0,44	1,35	0,57	Vérifier	Vérifier
3	26,99	11,36	0,04	0,44	1,35	0,57	Vérifier	Vérifier
4	26,99	11,36	0,04	0,44	1,35	0,57	Vérifier	Vérifier
5	26,99	11,36	0,04	0,44	1,35	0,57	Vérifier	Vérifier
6	26,99	11,36	0,04	0,45	1,35	0,57	Vérifier	Vérifier

Tableau VI.6: vérification de l'excentricité.

**VI.6.2. Les déplacements latéraux inter-étage :**

Selon le RPA99/Version2003 (Art 5.10), les déplacements relatifs latéraux d'un étage par rapport aux autres qui lui sont adjacents, ne doivent pas dépasser 1% de la hauteur d'étage (h).

-  $\Delta_k$  : le déplacement relatif au niveau « k » par rapport au niveau « k-1 »

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Etage	Hauteur étage [m]	$\Delta k$ UX [m]	Vérification selon Ex	$\Delta k$ UY [m]	Vérification selon Ey
1	3.06	0,161	Vérifier	0,096	vérifier
2	3.06	0,311	Vérifier	0,162	vérifier
3	3.06	0,369	Vérifier	0,203	vérifier
4	3.06	0,375	Vérifier	0,226	vérifier
5	3.06	0,350	Vérifier	0,231	vérifier
6	3.06	0,315	Vérifier	0,225	vérifier

**Tableau VI.7 :** vérification des déplacements inter-étage.

### **VI.6.3.Vérification au renversement :**

Pour que tour soit au renversement il doit vérifier la relation suivante :

$$\frac{M_s}{M_r} \geq 1.15$$

Avec :

- MS : moment stabilisant.
- MR : moment renversement.

Sens x			Sens y		
MS(KN.m)	MR (KN.m)	MS/ MR	MS(KN.m)	MR (KN.m)	MS/ MR
217438.221	48818.781	4.4539	89205.424	49161.073	1.8145

**Tableau VI.8:** vérification au renversement.

**D'après** le tableau  $\frac{M_s}{M_r} > 1.5$  , donc l'ouvrage est stable au renversement dans les deux sens.

**V.6.4. Verification vis-à-vis de l'effet P-Δ :**

$$\theta_k = P_k \Delta_k / (V_k h_k)$$

**1. DANS LE SENS X :**

Niveau	hk[m]	Pk [KN]	Δk(m)	Vk(KN)	θk	Vérifier
1	3.06	15621,54	0,00161	1233,18	00.01	Vérifier
2	3.06	12866,39	0,00311	1155,04	00.01	Vérifier
3	3.06	10282,78	0,00369	1047,48	0.1	Vérifier
4	3.06	7708,42	0,00375	884,86	0,010675805	Vérifier
5	3.06	5124,8	0,0035	675,93	0,008672051	Vérifier
6	3.06	2532,27	0,00315	391,51	0,006658191	Vérifier

**Tableau VI.9:** justification vis-à-vis de l'effet P-Δ dans le sens x-x.**2. DANS LE SENS Y :**

Niveau	hk[m]	Pk [KN]	Δk(m)	Vk(KN)	θ	Vérifier
1	3.06	15621,54	0,00096	1225,92	0,003997712	Vérifier
2	3.06	12866,39	0,00162	1160,54	0,005869352	Vérifier
3	3.06	10282,78	0,00203	1033,12	0,006602895	Vérifier
4	3.06	7708,42	0,00226	878,25	0,006482376	Vérifier
5	3.06	5124,8	0,00231	689,33	0,005612292	Vérifier
6	3.06	2532,27	0,00225	409,95	0	Vérifier

**Tableau VI.10:** justification vis-à-vis de l'effet P-Δ dans le sens y-y.

On voit bien que la condition  $\theta \leq 0.1$  est largement satisfaite, on peut donc négliger l'effet P-Δ dans le calcul des éléments structuraux.

## Chapitre VII:

### *Ferraillage des éléments structuraux*

**Introduction:**

Les différentes sollicitations qui seront considérées ultérieurement ont été obtenues lors de l'analyse statique et dynamique de la structure retenue par le biais du logiciel ROBOT.

Une section d'un élément peut avoir quatre types de sollicitations possibles :

1. Compression simple.
  2. Traction simple.
  3. Flexion simple.
  4. Flexion composée.
- Les poutres sont soumises au moment fléchissant et des efforts tranchants donc elles sont calculées à la flexion simple.
  - Les poteaux sont soumis à des efforts normaux, des efforts tranchants et à des moments fléchissant, ils seront donc calculés en flexion composée.

**VII. Ferrailage des poutres :**

Les poutres sont calculées en flexion simple sous l'action des sollicitations les plus défavorables. (Moment fléchissant et effort tranchant) résultant des combinaisons suivantes :

- **1.35 G + 1.5 Q** ..... selon **BAEL91**
- **G + Q ± E** ..... selon **RPA2003**
- **0.8 G ±** ..... selon **RPA2003**

- ✓ La combinaison (1) nous permettra de déterminer le moment maximum en travée.
- ✓ La combinaison (2) donne le moment négatif maximum en valeur absolue, sur les appuis et permettra de déterminer le ferrailage supérieur au niveau des appuis.
- ✓ La combinaison (3) nous permettra de déterminer le moment négatif ou positif minimum en valeur absolue sur les appuis et permettra dans le cas où  $M > 0$  de déterminer le ferrailage au niveau des appuis

**VII.1. Poutre principale**

Les résultats obtenus par le logiciel robot sont représentés :

Section	Appui					
		Mumax	As calculé	Asmin (BAEL)	As min (RPA)	As Adopter (cm <sup>2</sup> )
30× 40	M <sub>ELU</sub>	-98,64	8,30	1,35	6	<b>6HA14=9,24</b>
	M <sub>ELS</sub>	-71,29				
	M <sub>ACC</sub>	-78,16				
<b>Travée</b>						
30× 40	M <sub>ELU</sub>	51,61	4,14	1,35	6	<b>5HA12=5,65</b>
	M <sub>ELS</sub>	37,60				
	M <sub>ACC</sub>	38,55				

**Tableau VII.1** : Ferrailages des poutres principales

**VII.1. 1. La vérification du ferrailage des poutres :**

- Section minimale (RPA) :  $b = 30 \text{ cm}$  ;  $h = 40 \text{ cm}$

$$A_{\min} = 0.5\% \cdot b \times h = 0,050 \times 30 \times 40 = 6,00 \text{ cm}^2$$

- Section maximale (RPA) :

$$A_{\max} = 4\% \cdot b \times h = 48,00 \text{ cm}^2$$

On a : La section d'armature sur appuis :

$$A_s = 6\text{HA}14 = 9,24 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 6 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{O.K}$$

**La Condition de non fragilité :**

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 30 \times 37,5 \times \frac{2,1}{400} = 1,35 \text{ cm}^2$$

**1. La vérification à l'état limite ultime (ELU) :**

- **La vérification de la contrainte de cisaillement :**

$$\tau_u \leq \bar{\tau}_u \Rightarrow \text{fissuration peu nuisible} : \bar{\tau}_u = \min(0,2 f_{c28} / \gamma_b, 5 \text{ MPa}) = 3,33 \text{ MPa}$$

$$V_u = 101,95 \text{ KN} ; b = 30 \text{ cm} ; d = 37,5 \text{ cm}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b \cdot d} = 0,91 \text{ MPa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min\left(\frac{0,2 f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa}\right) = \min(3,33; 5 \text{ MPa})$$

$$\bar{\tau}_u = 3,33 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 0,91 \text{ MPa} < \bar{\tau}_u = 3,33 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$$

- **Calcul de la section des armatures transversales :**

$$\Phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b}{10}; \Phi\right)$$

- **Choix du diameter:** On a :

$$\Phi_t \leq \min\left(\frac{400}{35}; \frac{300}{10}; 14\right) \text{ d'où } \Phi_t \leq \min(11,42; 14; 30)$$

On prend : 8mm  $\Rightarrow$  4HA8 = 2,01 cm<sup>2</sup>

### L'espacement d'armatures transversales :

- **Selon le B.A.E.L 91 :**

$$St_1 \leq \min(0,9d; 40 \text{ cm}) \Rightarrow St_1 \leq \min(32,4; 40 \text{ cm}) \Rightarrow St_1 \leq 32,4 \text{ cm}$$

$$St_2 \leq \frac{0,9 \times At \times f_e}{\gamma_s \times b (\tau_u - 0,3 \times f_{t28} \times K)} = St_2 \leq \frac{0,9 \times 2,01 \times 4000}{1,15 \times 30 (11,4 - 0,3 \times 21 \times 1)} = 41,1 \text{ cm} \Rightarrow St_2 \leq 41,12 \text{ cm}$$

$$St_3 \leq \frac{At \times f_e}{0,4 \times b} \Rightarrow St_3 \leq \frac{2,01 \times 400}{0,4 \times 30} = 67 \text{ cm} \Rightarrow St_3 \leq 67 \text{ cm}$$

$$St \leq \min(St_1; St_2; St_3) \Rightarrow St \leq \min(32,4; 41,12; 67) \Rightarrow St \leq 32,4 \text{ cm}$$

Alors : **St= 20 cm**

- **Selon le RPA :**

L'espacement maximum entre les armatures transversales est déterminé comme suit :

- **Dans la zone nodale :**

$$St \leq \min\left(\frac{h}{4}; 12\emptyset\right) = \min(10; 19, 2) = 10$$

**St= 10 cm**

- Dans la zone courante :

$$St \leq \frac{h}{2} = \frac{40}{2} = 20\text{cm} \quad St = 20 \text{ cm}$$

**La section minimale des armatures transversales selon le RPA 99 :**

$$At = 0,003 \times St \times b = 0,003 \times 20 \times 30 = 1,8 \text{ cm}^2 \Rightarrow At \text{ min} = 1,8\text{cm}^2$$

Donc : on prend  $\Rightarrow 4HA8 = 2,01\text{cm}^2 \dots\dots\dots CV$

**2. La vérification à l'état limite de service (E.L.S) :**

- **Vérification de la contrainte du béton :**

$$\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b$$

$$\sigma_b = \frac{Ms.y}{I}$$

Les résultats sont présentés sur le tableau suivant :

	Ms(KN.m)	As(cm2)	b(cm)	h(cm)	c(cm)	σb(MPa)	σ̄b(MPa)	Verification
<b>Travée</b>	37,60	5,65	30	40	2,5	3,56	15	ok
<b>Appui</b>	-71,29	9,24	30	40	2,5	5,28	15	ok

**Tableau VII.2 : vérification de la contrainte du béton.**

**Calcul de la contrainte du béton σ<sub>b</sub> :**

**En Travée :**

$$\frac{b}{2}.x^2 - 15.A_s.(d-x) = 0 \Rightarrow 15.x^2 - 84,75.(37,5-x) = 0$$

La résolution de cette équation on à trouver :  $x = 11,73\text{cm}$

$$I = b.x^3 / 3 + 15. A_s. (d - x)^2 = 123658,54 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{Ms.x}{I} = \frac{37,60 \times 11,73 \times 10^{-5}}{123658,54 \times 10^{-8}} = 3,56 \text{ MPa} < 15\text{MPa} \dots\dots\dots CV$$

**En Appui :**

$$\frac{b}{2}.x^2 - 15.A_s.(d-x) = 0 \Rightarrow 15.y^2 - 138,6(37,5-x) = 0$$

La résolution de cette équation on à trouver :  $y = 14,56\text{cm}$

$$I = b.x^3 / 3 + 15. A_s. (d - x)^2 = 196390,74\text{cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{M_s \cdot x}{I} = \frac{71,29 \times 14,56 \times 10^{-5}}{196390,74 \times 10^{-8}} = 5,28 \text{MPa} < 15 \text{MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

**VII.1.2. Vérification de la flèche :**

Si les trois conditions suivantes sont vérifiées, il n'est pas nécessaire de vérifier la flèche :

1-  $h/L \geq 1/16 \Rightarrow \frac{40}{410} = 0,098 > \frac{1}{16} = 0,062$

2-  $A_s / bd \leq 4, 2 / f_e \Rightarrow \frac{5,65}{30 \times 37,5} = 0,0050 < 0,0105 \dots\dots\dots \text{CV}$

3-  $h/L \geq 1/10 (M_t/M_o) \Rightarrow \frac{40}{410} = 0,098 \geq 0,098 \dots\dots\dots \text{cv}$

➔ Donc le calcul de la flèche ; il n'est pas nécessaire de vérifier la flèche.

**VII.2 Schéma de Ferraillages des poutres principales :**

*PP(40X30) EN APPUI*

*PP(40X30) EN TRAVEE*



**Figure VII.1 :** Schéma de ferraillage des poutres principale.

**VII.3.Poutre secondaire :**

Les résultats obtenus par le logiciel robot sont représentés :

Section	Appui					
		Mumax	As calculé	Asmin (BAEL)	As min (RPA)	As adopter(cm2)
30× 35	M <sub>ELU</sub>	-52,31	6,6	1,17	5,25	<b>6HA12=6,79</b>
	M <sub>ELS</sub>	-37,88				
	M <sub>ACC</sub>	-67,04				
<b>Travée</b>						
30× 35	M <sub>ELU</sub>	49,94	6,3	1,17	5,25	<b>6HA12=6,79</b>
	M <sub>ELS</sub>	36,16				
	M <sub>ACC</sub>	55,61				

**Tableau VII.3 :** Ferrailages des poutres secondaire.

**VII.3.1. La vérification du ferrailage des poutres :**

- Section minimale (RPA) :  $b = 30 \text{ cm}$  ;  $h = 35 \text{ cm}$

$$A_{\min} = 0.5\% \cdot b \times h = 0,0050 \times 30 \times 35 = 5,25 \text{ cm}^2$$

- Section maximale (RPA) :

$$A_{\max} = 4\% \cdot b \times h = 42,00 \text{ cm}^2$$

On a : La section d'armature sur appuis :

$$A_s = 6\text{HA}12 = 6,79 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 6 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{O.K}$$

**La Condition de non fragilité :**

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 30 \times 32,5 \times \frac{2,1}{400} = 1,17 \text{ cm}^2$$

**1. La vérification à l'état limite ultime (ELU) :****• La vérification de la contrainte de cisaillement :**

$$\tau_u \leq \overline{\tau_u} \Rightarrow \text{Fissuration peu nuisible} : \overline{\tau_u} = \min(0,2f_{c28}/\gamma_b, 5 \text{ MPa}) = 3,33 \text{ MPa}$$

$$V_u = 68,72 \text{ kN} ; b = 30 \text{ cm} ; d = 37,5 \text{ cm}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b \cdot d} = 0,61 \text{ MPa}$$

$$\overline{\tau_u} = \min\left(\frac{0,2f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa}\right) = \min(3,33; 5 \text{ MPa})$$

$$\overline{\tau_u} = 3,33 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 0,61 \text{ MPa} < \overline{\tau_u} = 3,33 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$$

**• Calcul de la section des armatures transversales :**

**• Choix du diameter:** On a :

$$\Phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b}{10}; \Phi\right)$$

$$\Phi_t \leq \min\left(\frac{400}{35}; \frac{300}{10}; 16\right) \text{ d'où } \Phi_t \leq \min(11,42; 16; 30)$$

$$\text{On prend : } 8 \text{ mm} \Rightarrow 4HA8 = 2,01 \text{ cm}^2$$

**L'espacement d'armatures transversales :****• Selon le B.A.E.L 91 :**

$$St_1 \leq \min(0,9d; 40 \text{ cm}) \Rightarrow St_1 \leq \min(32,4; 40 \text{ cm}) \Rightarrow St_1 \leq 32,4 \text{ cm}$$

$$St_2 \leq \frac{0,9 \times A_t \times f_e}{\gamma_s \times b (\tau_u - 0,3 \times f_{t28} \times K)} = St_2 \leq \frac{0,9 \times 2,01 \times 4000}{1,15 \times 30 (11,4 - 0,3 \times 21 \times 1)} = 41,1 \text{ cm} \Rightarrow St_2 \leq 41,12 \text{ cm}$$

$$St_3 \leq \frac{A_t \times f_e}{0,4 \times b} \Rightarrow St_3 \leq \frac{2,01 \times 4000}{0,4 \times 30} = 67 \text{ cm} \Rightarrow St_3 \leq 67 \text{ cm}$$

$$St \leq \min(St_1; St_2; St_3) \Rightarrow St \leq \min(32,4; 41,12; 67) \Rightarrow St \leq 32,4 \text{ cm}$$

Alors : **St= 20 cm**

**• Selon le RPA :**

L'espacement maximum entre les armatures transversales est déterminé comme suit :

**▪ Dans la zone nodal :**

$$St \leq \min\left(\frac{h}{4}; 1,2\emptyset\right) = \min(10; 19,2) = 10$$

**St= 10 cm**

- Dans la zone courante :

$$St \leq \frac{h}{2} = \frac{40}{2} = 20\text{cm}$$

St= 20 cm

**La section minimale des armatures transversales selon le RPA 99 :**

$$At=0,003 \times St \times b = 0,003 \times 20 \times 30 = 1,8 \text{ cm}^2 \Rightarrow At \text{ min} = 1,8\text{cm}^2$$

Donc : on prend  $\Rightarrow 4HA8 = 2,01\text{cm}^2 \dots\dots\dots CV.$

**2. La vérification à l'état limite de service (E.L.S) :**

- Vérification de la contrainte du béton :

$$\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b$$

$$\sigma_b = \frac{Ms.y}{I}$$

Les résultats sont présentés sur le tableau suivant :

	Ms(KN.m)	As(cm2)	b(cm)	h(cm)	c(cm)	σb(MPa)	σ̄b(MPa)	Verification
<b>Travée</b>	36,16	6,79	30	35	2,5	3,89	15	ok
<b>Appui</b>	-37,88	6,79	30	35	2,5	4,08	15	ok

**Tableau VII.4 : vérification de la contrainte du béton.**

**Calcul de la contrainte du béton σ<sub>b</sub> :**

**En Travée :**

$$\frac{b}{2}.x^2 - 15.A_s.(d-x) = 0 \Rightarrow 15.x^2 - 101,85.(32,5-x) = 0$$

La résolution de cette équation on à trouver : x= 11,84cm

$$I = b.x^3 / 3 + 15.A_s.(d-x)^2 = 109898,69 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{Ms.x}{I} = \frac{36,16 \times 11,84 \times 10^{-5}}{109898,69 \times 10^{-8}} = 3,89 \text{ MPa} < 15\text{MPa} \dots\dots\dots CV$$

**En Appui :**

$$\frac{b}{2}.x^2 - 15.A_s.(d-x) = 0 \Rightarrow 15.x^2 - 101,85(32,5-x) = 0$$

La résolution de cette équation on à trouver : y =11,84cm

$$I = b.x^3 / 3 + 15.A_s.(d-x)^2 = 109898,69 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{M_{s,x}}{I} = \frac{37,88 \times 11,84 \times 10^{-5}}{109898,69 \times 10^{-8}} = 4,08 \text{MPa} < 15 \text{MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

**VII.3.2. Vérification de la flèche :**

Si les trois conditions suivantes sont vérifiées, il n'est pas nécessaire de vérifier la flèche :

1-  $h/L \geq 1/16 \Rightarrow \frac{35}{330} = 0,10 > \frac{1}{16} = 0.062$

2-  $A_s / bd \leq 4, 2 / f_e \Rightarrow \frac{6,79}{30 \times 32,5} = 0.0069 < 0.0105 \dots\dots\dots \text{CV}$

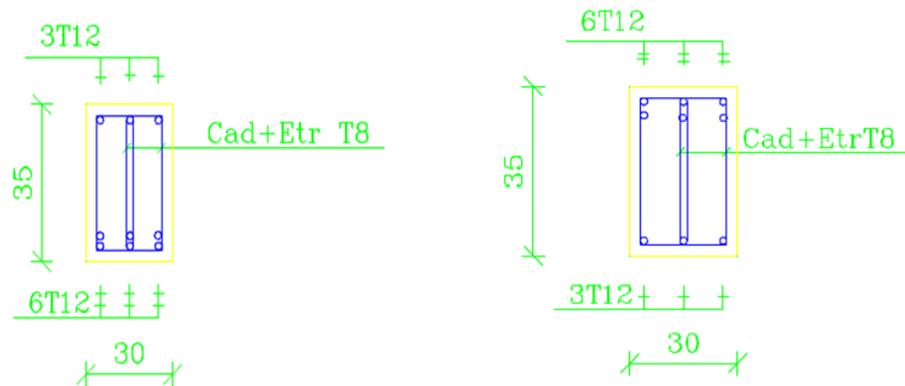
3-  $h/L \geq 1/10 (M_t/M_o) \Rightarrow \frac{35}{330} = 0,10 \geq 0,098 \dots\dots\dots \text{cv}$

➔ Donc le calcul de la flèche ; il n'est pas nécessaire de vérifier la flèche.

**VII.4. Schéma de Ferraillages des poutres secondaire :**

PS(30X35) EN TRAVEE

PS(30x35) en appui



**Figure VII.2 :** Schéma de ferraillage des poutres secondaire.

**VII.5. Les Poteaux :**

Les poteaux sont des éléments structuraux assurant la transmission des efforts des poutres vers les fondations. Un poteau est soumis à un effort "N" et à un moment de flexion "M" dans les deux sens soit dans le sens longitudinal et transversal. Donc les poteaux sont sollicités en flexion composée. Les armatures seront calculées à l'état limite ultime "ELU" sous l'effet des sollicitations les plus défavorables.

Les résultats obtenus par le logiciel robot sont représentés :

Section	combinaison	Nu(KN)	My(KN.m)	Mz(KN.m)	As (cm <sup>2</sup> ) calculé	Amin (cm <sup>2</sup> ) RPA	As (cm <sup>2</sup> ) adopté
30× 40	ELU	914,79	3,61	12,18	As1=1,9 As2=0,9	9,6	<b>4HA14+4HA12 =10,68 cm<sup>2</sup></b>
	ACC	61,39	51,22	-4,37			
	ACC	74,38	-4,46	31,96			
	ACC	18,08	-15,96	5,18			

**Tableaux VII.5 : Ferraillage des poteaux**

**VII.5.1. La vérification du ferraillage des poteaux :**

**Condition non fragilité :**

$$A_{min} = \frac{ft28}{f_e} \cdot b \cdot h = \frac{2,1}{400} \times 30 \times 40 = 6,3\text{cm}^2$$

$$As=10,68\text{cm}^2 > A_{min}=6,3 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots\text{ok}$$

**Section minimale (RPA) :**

$$A_{min} = 0,8\% \times b \times h = 0,8\% \times 30 \times 40 = 9,6 \text{ cm}^2$$

**Section maximale (RPA) :**

- **En zone courante :**

$$A_{max} = 4\% \times b \times h$$

$$A_{max} = 4\% \times 30 \times 40 = 48 \text{ cm}^2$$

$$As=10,68 \text{ cm}^2 < A_{max} = 48 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots\text{ok}$$

- En zone de recouvrement :

$$A_{max} = 6\% \times b \times h$$

$$A_{max} = 6\% \times 30 \times 40 = 72 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 10,68 \text{ cm}^2 < A_{max} = 72 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots \text{ok}$$

**1. La vérification à l'état limite ultime (ELU) :**

- Vérification de l'effort tranchant :

**D'après le B.A.E.L :**

$$\tau_u \leq \bar{\tau}_u \Rightarrow \text{La fissure est peu nuisible}$$

$$\bar{\tau}_u = \min \left( \frac{0,15 f_{c28}}{\gamma_b} ; 4 \text{ MPa} \right)$$

$$\bar{\tau}_u = \min \left( \frac{0,15 \times 25}{1,5} ; 4 \text{ MPa} \right) = \min(2,5 \text{ MPa} ; 4 \text{ MPa}) \Rightarrow \bar{\tau}_u = 2,5 \text{ MPa}$$

$$V_u = 24,99 \text{ KN}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b \cdot d} = \frac{24990}{300 \times 370} = 0,22 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 0,22 \text{ MPa} \leq \bar{\tau}_u = 2,5 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{ok}$$

**D'après le R.P.A :**

$$\tau_u \leq \bar{\tau}_{bu} = \rho_d \cdot f_{c28} \dots\dots\dots (\text{Article 7.3})$$

- $\rho_d = 0,075$  si  $\lambda_g \geq 5$
- $\rho_d = 0,04$  si  $\lambda_g < 5$

$$\lambda_g = \frac{L_f}{i} \quad \text{Avec } i = \sqrt{\frac{I}{B}}$$

$$L_f = 0,7L_0 \quad (\text{encastré à la base et articulé en haut})$$

$$B = b \times h = 30 \times 40 = 1200 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 40^3}{12} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{160000}{1200}} = 11,55 \text{ cm}$$

$$L_f = 0,7 \times 306 = 214,2 \text{ cm}$$

$$\lambda_g = \frac{214,2}{11,55} = 18,55 > 5 \Rightarrow \rho_d = 0,075$$

$$\tau_{bu} = 0,075 \times 25 = 1,875 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 0,22\text{MPa} \leq \overline{\tau_{bu}} = 1,875\text{MPa} \dots\dots\dots \text{ok}$$

**Calcul des armatures transversales :**

$$\phi_t \geq \frac{1}{3} \phi_{t\text{max}} = \frac{1}{3} \times 14 = 4,66\text{mm} \Rightarrow \phi_t = 8\text{mm}$$

On adopte **2HA8=1,01 cm<sup>2</sup>**

**L'espacement:**

$$S_t \leq \min(15\phi_{1\text{min}} ; 40\text{cm} ; \text{plus petit côté} + 10 \text{ cm})$$

$$S_t \leq \min(15 \times 1,2 ; 40\text{cm} ; 30 + 10 )$$

$$S_t \leq \min(18 ; 40\text{cm} ; 40 ) \Rightarrow S_t \leq 18\text{cm}$$

Donc :  $S_t = 15\text{cm}$

**Espacement exigé par l'RPA :**

- **En zone nodale :**

$$S_t \leq \min(10\phi_{1\text{min}} ; 15\text{cm}) = \min(10 \times 1,2 ; 15\text{cm}) = \min(12 ; 15\text{cm}) = 12 \Rightarrow S_t \leq 12\text{cm}$$

$S_t = 10\text{cm}$

- **En zone courante :**

$$S_t \leq 15\phi_1 = 15 \times 1,2 = 18\text{cm} \Rightarrow S_t \leq 18$$

$S_t = 15\text{cm}$

**2. Verification à L'ELS :**

$$\sigma_b \leq \overline{\sigma_b}$$

$$\sigma_b = \frac{Ns}{B}$$

Les résultats de Robot EXPERT sont présentés sur le tableau suivant :

Ns(KN)	As(cm <sup>2</sup> )	b(cm)	h(cm)	c(cm)	$\sigma_b$ (MPa)	$\overline{\sigma_b}$ (MPa)	vérifier
665,33	10,68	30	40	3	5,50	15	ok

**Tableau VII.6 : Vérification de contrainte de béton**

$$\sigma_b = \frac{N_{ser}}{B} + \frac{M_{ser}}{I} \times v$$

$N_{ser} = 665,33 \text{ KN}$ ;  $M_{ser} = 31,08 \text{ KN.m}$

$$B = b \times h + 15(A_{s1} + A_{s2}) = 30 \times 40 + 15(1,9 + 0,9) = 1242$$

$$V1 = \frac{1}{B} \left[ \frac{bh^2}{2} + 15(A_{s1} \cdot c + A_{s2} \cdot d) \right] = 19,79$$

$$V2 = h - v1 = 40 - 19,68 = 20,21$$

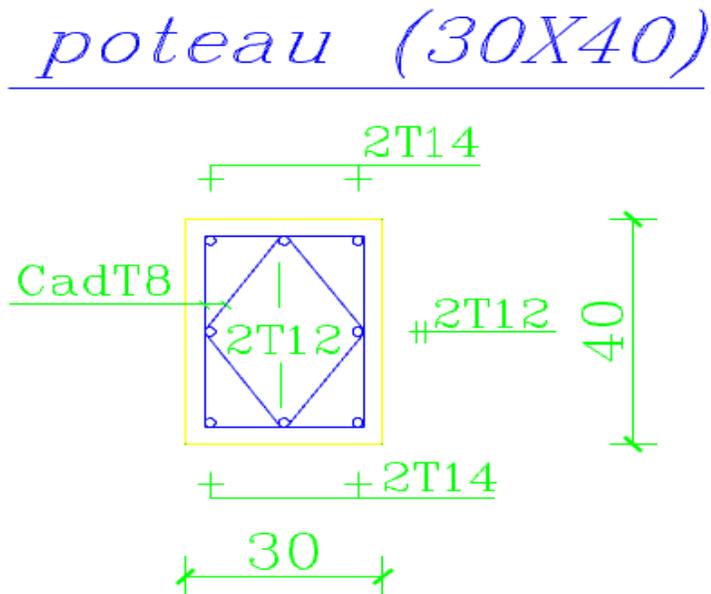
**Moment d'inertie:**

$$I = \frac{b}{3} [(V1^3 + V2^3) + 15(A_{s1}(V2 - c)^2 + A_{s2}(V1 - c')^2)] = 160869,64 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{665,33}{1242} + \frac{31,08}{160869,64} \times 19,79 = 5,50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 5,5 \text{ MPa} \leq \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \dots \dots \dots \text{cv}$$

**VII.6. Schéma des ferrailages des poteaux :**



**Figure VII.3 :** Schéma de ferrailage des poteaux.

**VII.7. Etude des voiles :****Introduction :**

Le ferraillage des voiles s'effectuera selon le règlement BAEL91 et les vérifications selon le règlement parasismique Algérien RPA 99/version 2003. Sous l'action des forces horizontales (séisme, vents) ainsi que les forces due aux charges verticales, le voile est sollicité à la flexion composée avec effort tranchant.

Les sollicitations engendrées dans le voile sont :

- Moment fléchissant et effort tranchant provoqués par l'action du séisme
- Effort normal du à la combinaison des charges permanentes, d'exploitations et la charge sismique.

Selon le règlement parasismique Algérienne (RPA 99) les combinaisons à considérer dans notre cas (voiles) sont les suivants :

- $G + Q \pm E$
- $0,8G \pm E$

**VII.7.1. Méthode de calcul des voiles méthode de contrainte :****Etude de la section soumise à la flexion composée :**

On détermine les contraintes par la formule suivante:

$$\sigma_{a,b} = N/S \pm \frac{M \times Y}{I}$$

**Avec :**

N : effort normal agissant sur le refond considéré.

M : moment de flexion agissant sur le refond considéré.

I : moment d'inertie du refond considéré.

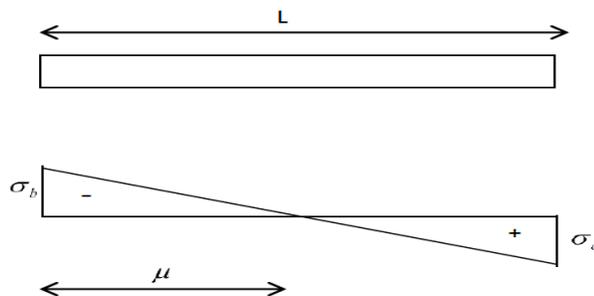
Y : centre de gravité de la section du voile dans le sens du plan moyen.

**Remarque :**

- Si  $\sigma_a$  et  $\sigma_b$  sont du signe négatif on aura une section entièrement tendue (SET).
- Si  $\sigma_a$  et  $\sigma_b$  sont du signe positif on aura une section entièrement comprimée (SEC).
- Si  $\sigma_a$  et  $\sigma_b$  sont du signe contraire on aura une section partiellement comprimée (SPC).

**Section partiellement comprimée (tendue) :**

Pour connaître la zone tendue et la zone comprimée, il faut calculer la longueur de la zone tendue : en  $[\mu]$  utilisant les triangles semblables :



Section partiellement comprimée

a. La longueur de zone comprimée :

$$\frac{\sigma_2}{lc} = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2} \Rightarrow lc = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2} \times l$$

b. La longueur de zone tendue :

$$L_t = l - lc$$

c. L'effort de traction dans la zone tendue est donné par :

$$F = \frac{\sigma_1 \times L_t}{2} \times e$$

La section d'acier nécessaire est donnée par :

**Zone nodale :**  $A_n \geq 2 \times \frac{F'}{\sigma_s}$

**Zone courante :**  $A_c \geq \frac{F''}{\sigma_s}$

### VII.7.2 Calcul du ferrailage du voile plein :

Sens-y :

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{c28} = 25 \text{ MPA} \\ f_e = 400 \text{ MPA} \\ e = 20 \text{ cm} \end{array} \right.$$

*Armature verticale*

Condition d'application :

$$L = 5,20 \geq 4 \times e = 0,8 \dots \text{cv}$$

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = 2,34 \text{ m}^4$$

$$S = L \times e = 5,20 \times 0,2 = 1,04 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{L}{2} = 2,6 \text{ m}$$

ELA:

$$M_u = 1976,86 \text{ KN.m}$$

$$N_u = 89,65 \text{ KN}$$

$$\sigma_1 = \frac{N_u}{S} - \frac{M_u \times v}{I} = \frac{89,65}{1,04} - \frac{1976,86 \times 2,6}{2,34} = -2110,31 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{N_u}{S} + \frac{M_u \times v}{I} = \frac{89,65}{1,04} + \frac{1976,86 \times 2,6}{2,34} = 2282,71 \text{ KN/m}^2$$

**La longueur de zone comprimée :**

$$\frac{\sigma_2}{lc} = \frac{\sigma_1}{l - lc} \Rightarrow lc = \frac{\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} \times l$$

$$lc = \frac{\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} \times l = \frac{2282,71}{2110,31 + 2282,71} \times 5,20 = 2,70\text{m}$$

**La longueur de zone tendue :**

$$L_t = l - lc = 5,20 - 2,70 = 2,5\text{m}$$

**Le calcul se fait par bande de selon DTR et RPA article 7.7.4 :**

$$d \leq \min \left( \frac{he}{2}, \frac{2lc}{3} \right) = (2,86 ; 1,8) \Rightarrow d = 1,8\text{m}$$

$$F = \frac{\sigma_1 \times L_t}{2} \times e = \frac{2110,31 \times 2,5}{2} \times 0,2 = 527,58 \text{ KN}$$

$$\text{Zone nodale : } \frac{L}{10} = \frac{5,20}{10} = 0,52\text{m}$$

**Longueur partielle de la zone courante :  $L' = 2,70 - 0,52 = 2,18\text{m}$**

**Force équilibrée par la longueur partielle de la zone courante :**

$$\frac{\sigma}{2,18} = \frac{\sigma_1}{2,5} \Rightarrow \sigma = 1840,19 \text{ KN/m}^2$$

$$F'' = \frac{\sigma \times L'}{2} \times e = \frac{1840,19 \times 2,18}{2} \times 0,2 = 401,16 \text{ KN.m}$$

**Force équilibrée par la zone nodale :**

$$F' = F - F'' = 527,58 - 401,16 = 126,42 \text{ KN.m}$$

**Ferrailage :**

$$\text{Zone nodale : par symétrie : } A_n \geq 2 \times \frac{F'}{\sigma_s}$$

$$A_n \geq 2 \times \frac{126,42}{400000}$$

$$A_n \geq 6,32 \text{ cm}^2$$

$$\text{Zone courante : (partielle) : } A_c \geq \frac{F''}{\sigma_s}$$

$$A_c \geq \frac{401,16}{400000}$$

$$A_c \geq 10,02 \text{ cm}^2$$

Après l'analyse du résultat on adopte :

En zone nodale : 4 HA 12/face

En zone courante : 5 HA 12 /face

**L'espacement :**

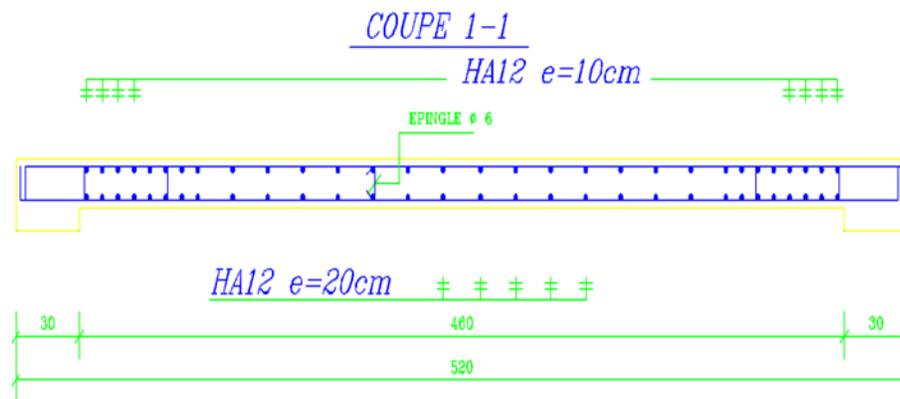
En zone nodale : selon RPA : il faut que  $S \leq 10 \text{ cm}$  Alors  $S = 10 \text{ cm}$

En zone courante : selon RPA il faut que :

$S \leq \min(1.5e; 30) = \min(30; 30) = 30 \text{ cm}$

alors  $S = 20 \text{ cm}$

### **VII.7.3. Schéma des ferrailages des voiles Pleine :**



**Figure VII.4:** Schéma de ferrailage des voiles Pleine.

**VII.8. VOILE AVEC OUVERTURE :****Ferrailage de Linteau :**

$$M = 764,11 \text{ KN.m}$$

$$V = 362,95 \text{ KN}$$

$$N = 195,14 \text{ KN}$$

$$h = 86 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$L = 2,71 \text{ m}$$

**Sollicitation dans les linteaux :**

Les linteaux sont soumis à :

- Effort tranchant
- Moment fléchissant.

Ce qui implique que les linteaux seront calculés en flexion simple.

En addition aux spécifications du paragraphe 7.3, la contrainte de cisaillement dans le Béton est limitée comme suit :

**Contraintes limites de cisaillement dans les linteaux et les trumeaux :**

$$\tau_b \leq \bar{\tau}_b = 0,2 f_{c28}$$

Avec :

$$\tau_b = \frac{V}{b.d} = \frac{362,95}{0,2 \times 0,774} = 2344,64 \text{ KN/m}^2 = 2,344 \text{ MPa}$$

$b_0$  : épaisseur du linteau ou du voile.

$d$  : hauteur utile =  $0,9h \Rightarrow 0,9 \times 86 = 77,4 \text{ cm}$

$h$  : hauteur totale de la section brute.

$$\bar{\tau}_b = 0,2 f_{c28} = 0,2 \times 25 = 5 \text{ MPa}$$

$$\tau_b = 2,344 \text{ MPa} \leq \bar{\tau}_b = 5 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{CV}$$

**Deuxième cas :  $\tau_b > 0,06 f_{c28} \Rightarrow 2,344 > 0,15 \dots\dots\dots \text{CV}$**

Dans ce cas, il y a lieu de disposer les ferrailages longitudinaux (supérieurs et inférieurs), transversaux et en zone courante (armatures de peau) suivant les minimum réglementaires.

Les efforts ( $M, V$ ) sont repris suivant des bielles diagonales (de compression et de traction) suivant l'axe moyen des armatures diagonales  $A_D$  à disposer obligatoirement.

Le calcul de ces armatures se fait suivant la formule :

$$A_D = \frac{V}{2f_e \sin \alpha}$$

Avec :  $tg \alpha = \frac{h-2d'}{l}$  et  $V = V$  calcul (sans majoration)

$$tg \alpha = \frac{86-2 \times 2,5}{96} = 0,84 \Rightarrow \alpha = 40,15$$

$$A_D = \frac{392,65}{2 \times 400 \times \sin(40,15)} = 0,76 \text{ cm}^2$$

Donc: on adopte  $A_D = 4HA10 = 3,14 \text{ cm}^2$

### Aciers longitudinaux :

$$(A_I, A'I) \quad 0,0015 \times b \times h \Rightarrow 0,0015 \times 20 \times 86 = 2,58 \text{ cm}^2$$

Donc : on adopte  $A_I = A'I = 2HA14 = 3,08 \text{ cm}^2$

#### a) Armatures transversales :

D'après l'RPA  $\tau_b > 0,025 \times f_{c28} = 0,025 \times 25 = 0,625 \dots \dots \dots \text{CV}$

$$A_t \geq 0,0025 b \times S \Rightarrow 0,0025 \times 20 \times 20 = 0,05 \text{ cm}^2$$

$$\text{Avec: } S \leq \frac{h}{4} = 21,5 \text{ cm}$$

$$S = 20 \text{ cm}$$

Donc: on adopte  $A_s = 2HA5 = 0,39 \text{ cm}^2$ .

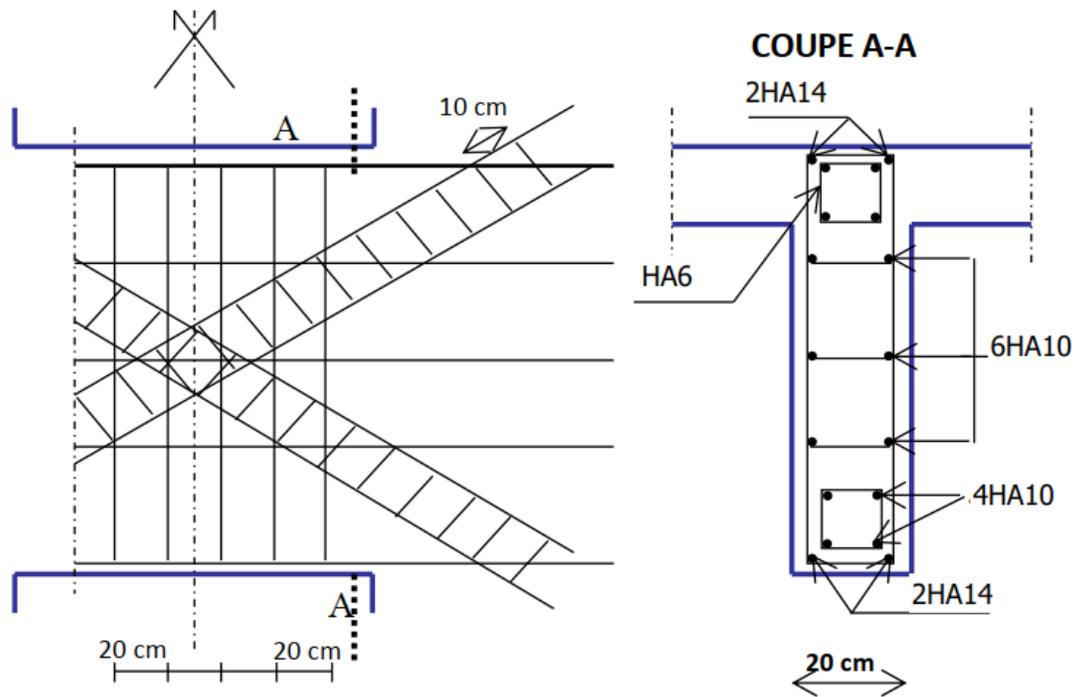
#### b) Armatures en section courante (armatures de peau) :

Les armatures longitudinales intermédiaires ou de peau  $A_c$  (2 nappes) doivent être au total d'un minimum égal à 0.20%.

$$A_c (\text{RPA}) \geq 0.002 b \cdot h = 0,002 \times 20 \times 86 = 3,44 \text{ cm}^2$$

Donc : on adopte  $A_c = 6 HA10 = 4,71 \text{ cm}^2$ .

**VII.9. Schéma des ferrillages des voiles :**



**Figure VII.5 :** Schéma de ferrailage des voiles avec ouverture.

Chapitre VIII :

*Etude de infrastructure*

**Introduction:**

Une fondation par définition un organisme de transmission des efforts provenant de la superstructure au sol. Cette transmission peut être directe, cas de fondation superficielle (semelles isolées, semelles continues, radier) où par des éléments spéciaux (puits, pieux).

**VIII. Choix du type de fondation :**

Le choix de la fondation doit satisfaire les critères suivants :

- La nature et le poids de la superstructure
- La capacité portante du sol
- Les charges transmises au sol

Pour le cas de la structure étudiée, nous avons le choix entre des semelles isolées et des semelles filantes, un radier général, en fonction des résultats du dimensionnement on adoptera le type de semelle convenable.

L'étude géologique du site à donner une contrainte admissible 1.2 bars.

Pour adopter une semelle isolée, il faut que :

$$\frac{S_s}{S_b} < 50 \%$$

$S_s$  : La surface totale des semelles .

$S_b$  : La surface totale du bâtiment.

D'après les calculs, on trouve :

$$S_s = 245.84 \text{ m}^2 \quad S_b = 305.76 \text{ m}^2$$

$$\frac{245.84}{305.76} = 0.80 \Rightarrow \text{Donc: } 80\% > 50\%$$

La surface totale des semelles dépasse 50% de la surface d'emprise du bâtiment. Donc on adopte un radier nervuré .

**VIII.1. Pré dimensionnement du radier :****Hauteur du radier**

Le pré-dimensionnement de ce dernier consiste à déterminer sa hauteur pour qu'il résiste aux efforts apportés par la superstructure et ceux apportés par l'effet de sous-pression, cette hauteur doit satisfaire les deux conditions suivantes :

1- Condition forfaitaire .

2-Condition de rigidité .

Sous réserves des deux autres conditions :

3- Condition de non cisaillement .

4- Condition de non poinçonnement.

**1) Condition forfaitaire :**

$$\frac{L}{8} < L_r < \frac{L}{5}$$

Avec :

L : la plus grande portée du panneau de dalle entre axes des poteaux.

$L = 5.20 \Rightarrow 65\text{cm} \leq h \leq 104\text{cm}$  (On prend  $h = 90\text{cm}$ )

**2) Condition de rigidité :**

Pour qu'un radier soit rigide, il faut que :

5,2 m

4,37 m



$$L_r \leq \frac{\pi}{2} L_e$$

Avec :

$L_e$  : longueur élastique donnée par :

$$L_e = \sqrt[4]{\frac{4 \times E \times I}{K \times b}}$$

K : coefficient d'élasticité du sol ; E : module d'Young du béton ( $E = 3,2 \cdot 10^4$  Mpa) ;

I : Moment d'inertie du radier ;

b : largeur du panneau le plus sollicité.

Pour notre cas :

$b = 5.20\text{m}$ .

$$L_r \geq \sqrt[3]{\frac{3K}{E} \left(\frac{2b}{\pi}\right)^4} = \sqrt[3]{\frac{3 \times (24)}{(3,2 \cdot 10^4)} \left(\frac{2 \times 5,20}{3,14}\right)^4} = 0,64m$$

On prend  $L_r = 90\text{cm}$

### La hauteur des nervures :

$$h_n \geq \frac{L}{10} = \frac{520}{10} = 52\text{cm}$$

On prendra  $h_n = 60\text{ cm}$ .

### Epaisseur de la dalle :

$$e \geq \frac{L}{20} = \frac{520}{20} = 26\text{ cm}$$

On prendra  $e = 30\text{cm}$

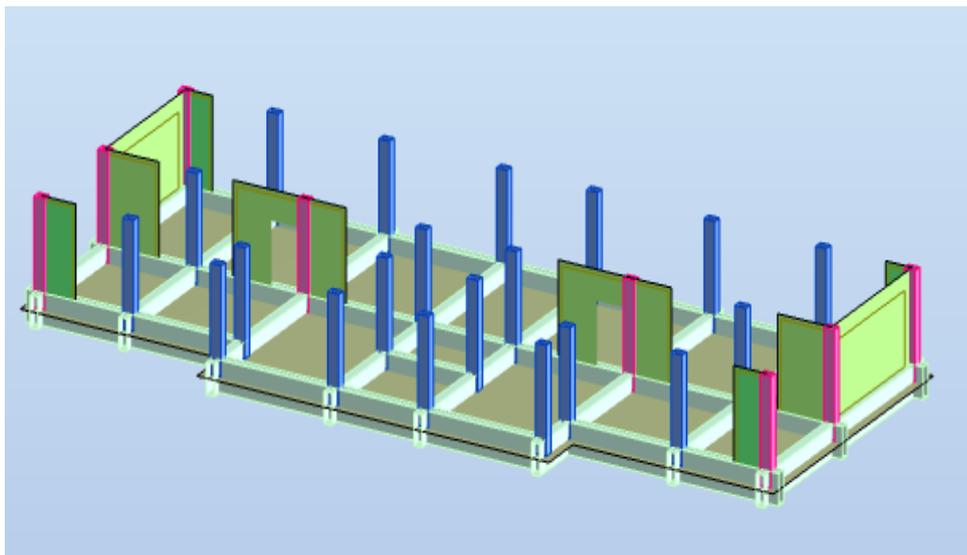
### Détermination du débord :

$$L_d \geq \max\left(\frac{h_r}{2}; 30\right) = \left(\frac{30}{2}; 30\right) = 50\text{ cm}$$

### VIII.2. Modalisation du sol :

La modélisation du sol, et fait à l'aide des éléments ressorts (sol élastique) caractérisé par un coefficient  $K_s$ , leur comportement est équivalent à celui de sol, pour effectuer l'interaction sol-structure.

Pour le coefficient d'élasticité du sol, on prendre:  $K_s = 24000\text{ KN/m}^3$  qui correspond aux valeurs du coefficient d'élasticité des sols dont la contrainte admissible est 1,2 bars.



**Figure VIII.1 :** Vue en 3D du radier

**Données relatives aux matériaux :**

Données du béton		Données du sol	
$f_{c28}$ [MPa]	25	Contrainte du sol (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,20
$f_e$ [MPa]	400		

Tableau VIII.1 :Données relatives aux matériaux

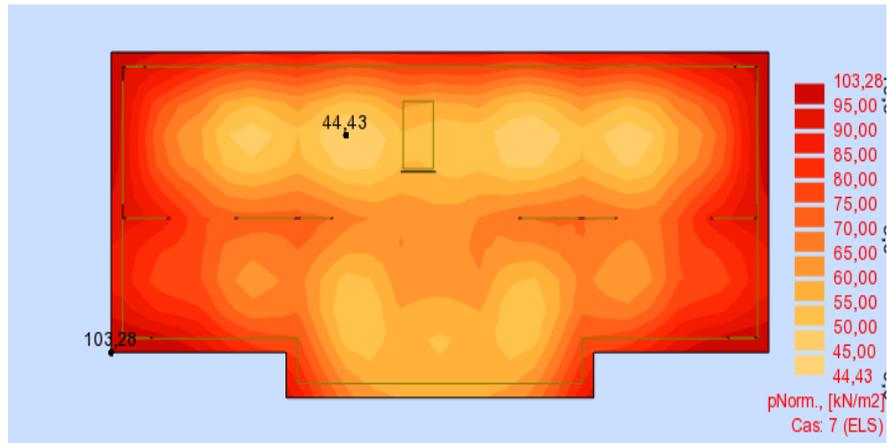
**VIII.3. Vérification des contraintes dans le sol à l'ELS :**

Figure VIII.2 : contrainte sous radier.

$$\sigma_{max} = 1,03 \text{ Bar}$$

$$\sigma_{min} = 0,44 \text{ Bar}$$

Diagramme des contraintes trapézoïdal :

$$\sigma_{moyenne} = \frac{3 \times \sigma_{max} + \sigma_{min}}{4} = 0,88 \text{ Bar} < 1,20 \text{ Bar}$$

⇒ **Condition vérifiée**

**VIII.4. Vérification au non poinçonnement du radier :**

$$P_u \leq 0,045 \times U_c \times h \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}$$

Avec :

$$U_c = 2 \times (a + h) + 2 \times (b + h)$$

$P_u$  : la charge à l'ELU

a ; b : dimensions du poteau

h : hauteur totale de la dalle du radier

**Impacte du poteau sur la dalle du radier :**

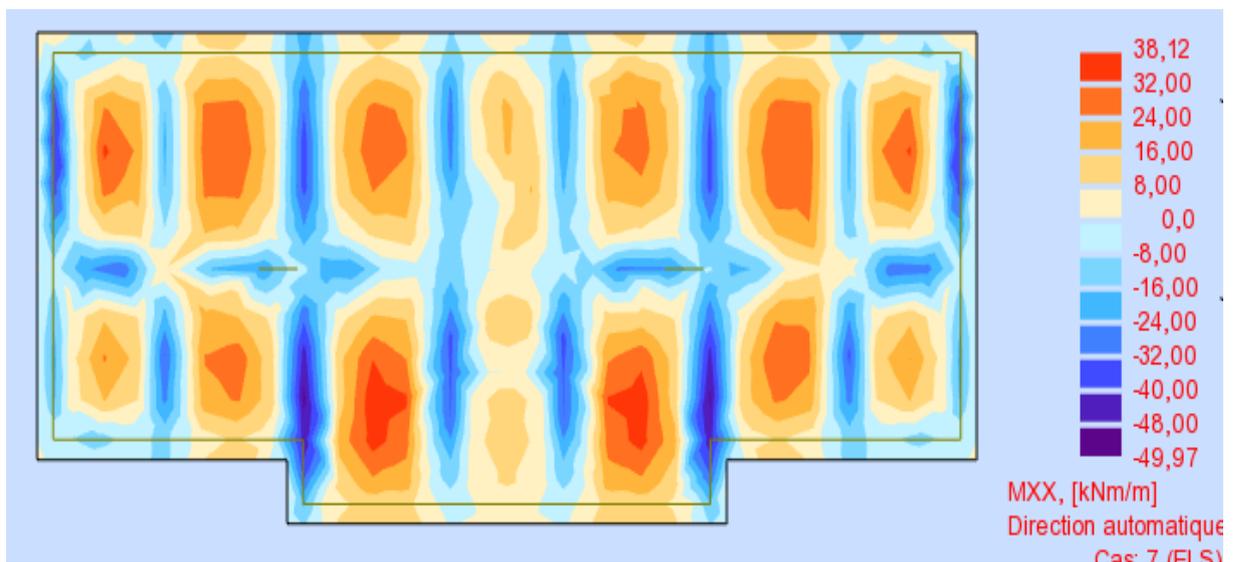
Poteaux du centre (0,40m x 0,30m)	
$P_U$	92,25t
A	0.40 m
B	0,30 m
H	0.90 m
$U_C$	5 m
$0,045 \times U_C \times h \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}$	337.5 t
Contrainte de cisaillement $\tau = P_U / (h \times U)$	20.5 t/m <sup>2</sup>
Contrainte de cisaillement maximale : $\tau_{Max} = 0,045 \times f_{c28} / \gamma_b$	75,00 t/m <sup>2</sup>
Vérification	<b>Condition vérifiée</b>

**Tableau VIII.2.** Impacte du poteau sur la dalle du radier

On remarque que la contrainte sous radier est inférieure à la contrainte admissible. Donc on peut passer au ferrailage du radier.

**VIII.5. Ferrailage de la dalle :**

Le ferrailage du radier est fait en flexion simple par le moment des deux directions Mx-x et My-y. Le calcul se fera pour une bande de largeur b=1m. La fissuration est préjudiciable. Le ferrailage se fera pour le panneau le plus défavorable et on adoptera le même ferrailage pour tout le radier

**Figure VIII .3 :** Sollicitations du radier selon Mx-x à L'ELS.

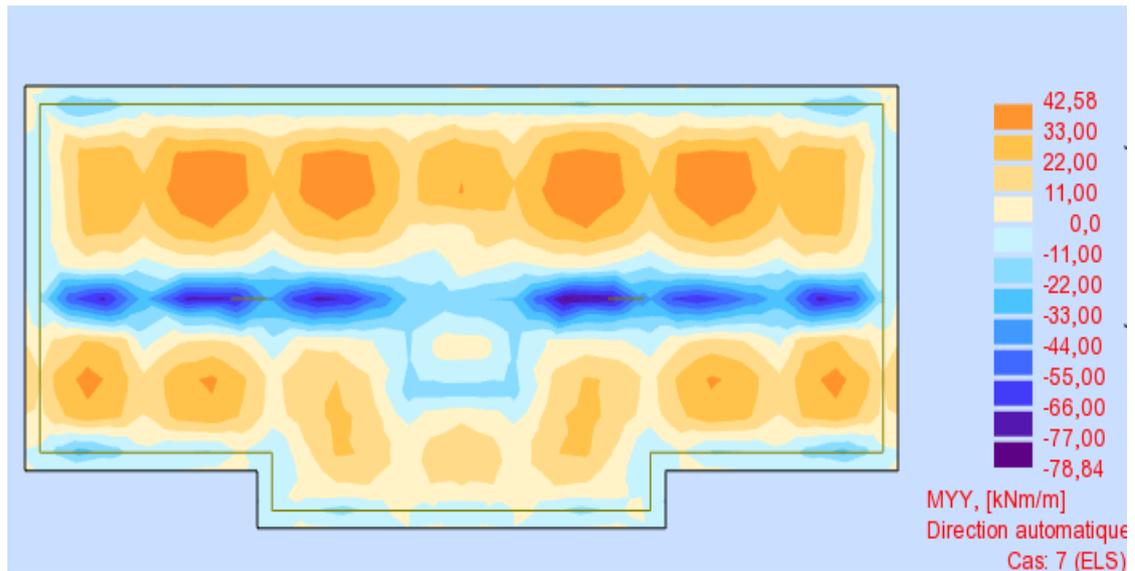


Figure VIII.4 :Sollicitations du radier selon My-y à L'ELS.

Les résultats sont présentés sur le tableau suivant :

Sens	Position	$M_s$ (KN .m)	b(cm)	h(cm)	c(cm)	$A_s$ calculé(cm <sup>2</sup> )	$A_{smin}$ (cm <sup>2</sup> )	Adoptée	St(cm)
X-X	Travée	-37.74	100	30	2.5	7.4	3.2	<b>5HA14</b>	<b>20</b>
	Appuis	49.97	100	30	2.5	9.9	3.2	<b>5HA16</b>	<b>20</b>
Y-Y	Travée	-42.16	100	30	2.5	8.3	3.2	<b>6HA14</b>	<b>15</b>
	Appuis	78.84	100	30	2.5	16	3.2	<b>8HA16</b>	<b>15</b>

Tableau VIII.3: Ferrailage de la dalle

**VIII.5. 1. Vérification à L'ELU :**

**Justification vis-à-vis des sollicitations tangentés [BAEL A.5.2.2] :**

Distribution des contraintes de cisaillement  $\tau_{xx}$  ET Distribution des contraintes de cisaillement

$\tau_{yy}$  :

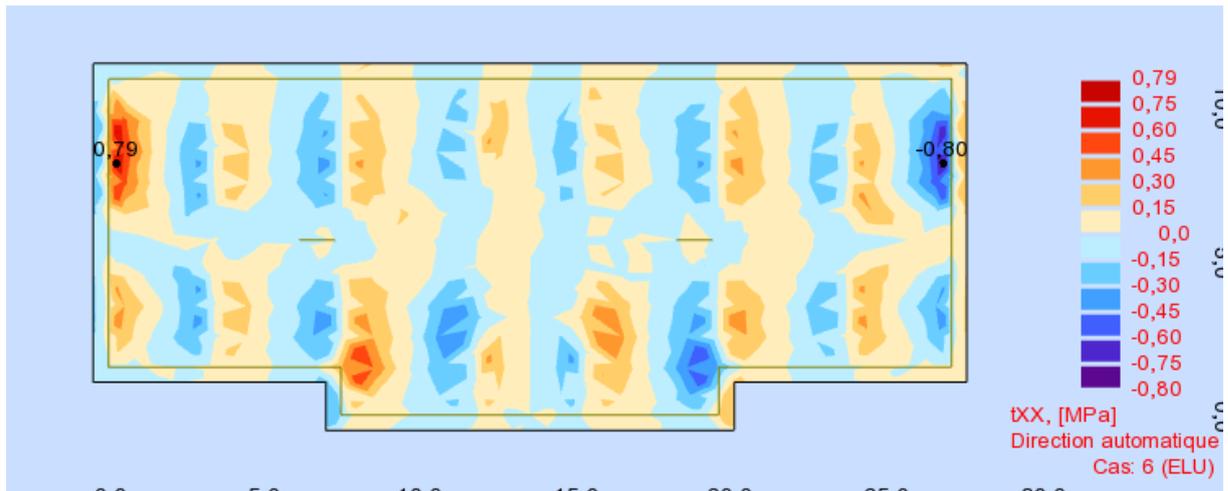


Figure VIII.5 : Contraintes de cisaillement dans le sens X-X

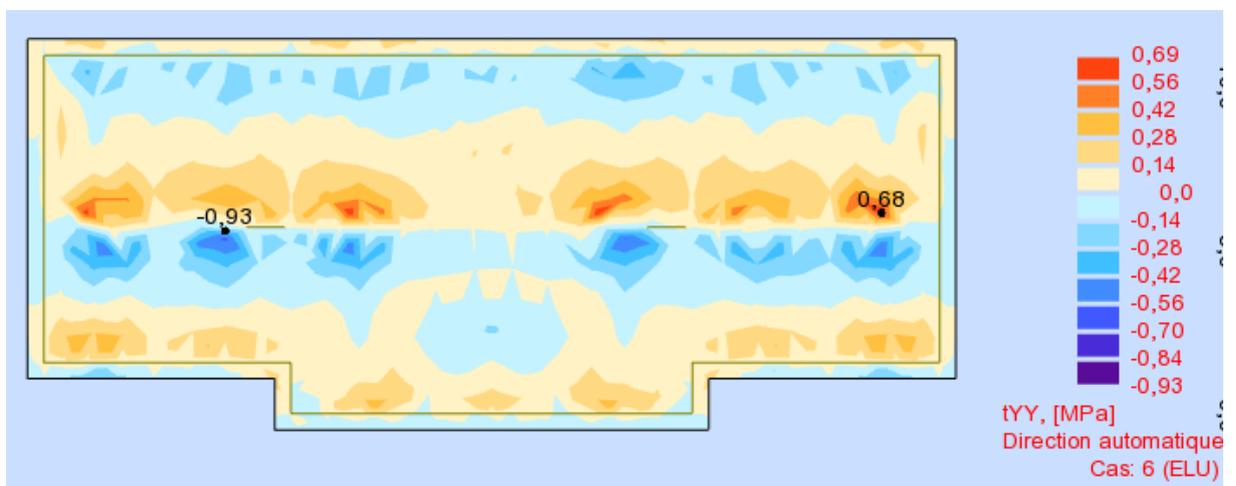


Figure VIII.6 : Contraintes de cisaillement dans le sens Y-Y

Niveau	Contrainte de cisaillement $\tau_u$ [MPa]	Vérification $\tau_u < 0,05f_{c28} = 1,25\text{MPa}$
Radier	0.79	Condition vérifiée
	0.68	

Tableau VIII.4. Vérification des contraintes de cisaillement

**VIII.6. Schéma de ferrailage:**

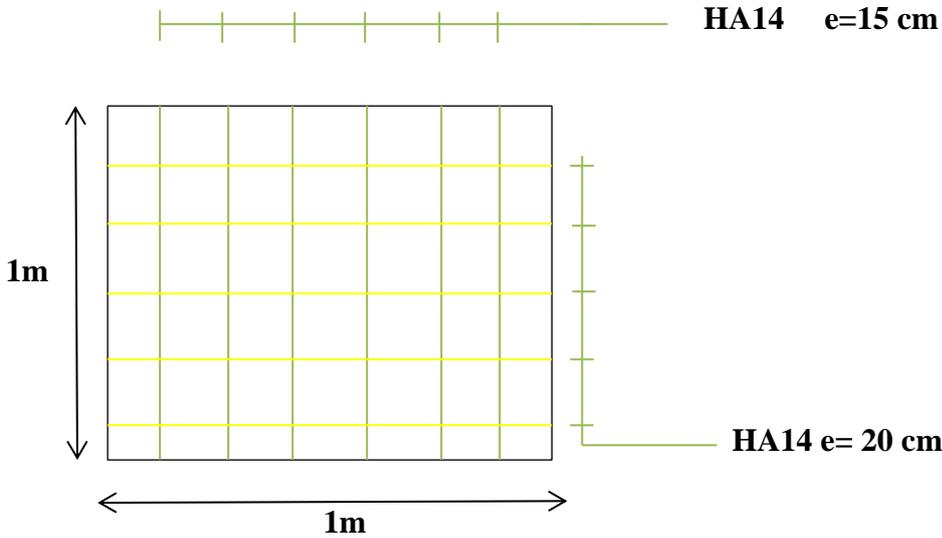


Figure VIII.7 : Ferrailage nappe supérieur (travée)

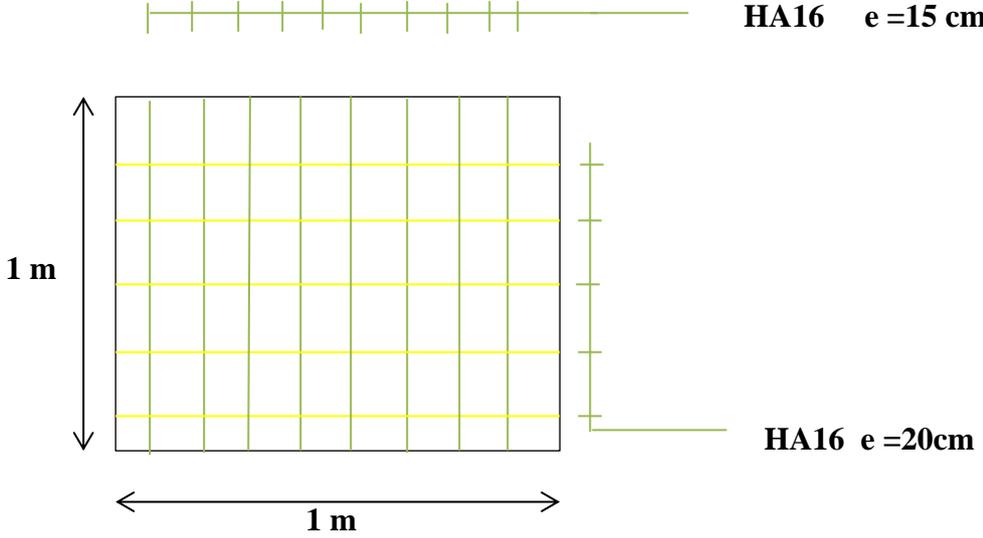


Figure VIII.8. Ferrailage nappe inférieur (appui)

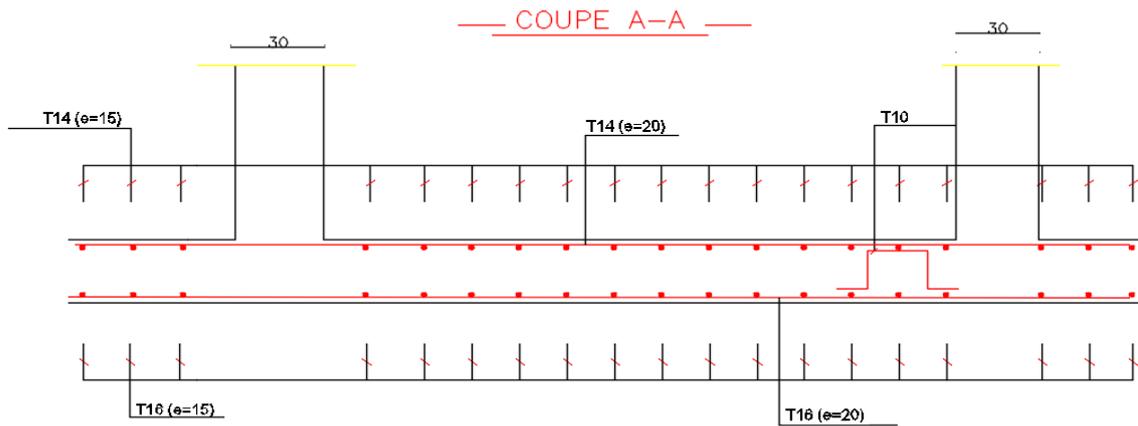


Figure VIII.9. Ferrailage coupe du radier

**VIII.7. Ferrailage des nervures :**

Les nervures sont calculées comme une poutre renversée en flexion simple en fonction des sollicitations déduites du logiciel Robot. La fissuration très préjudiciable.

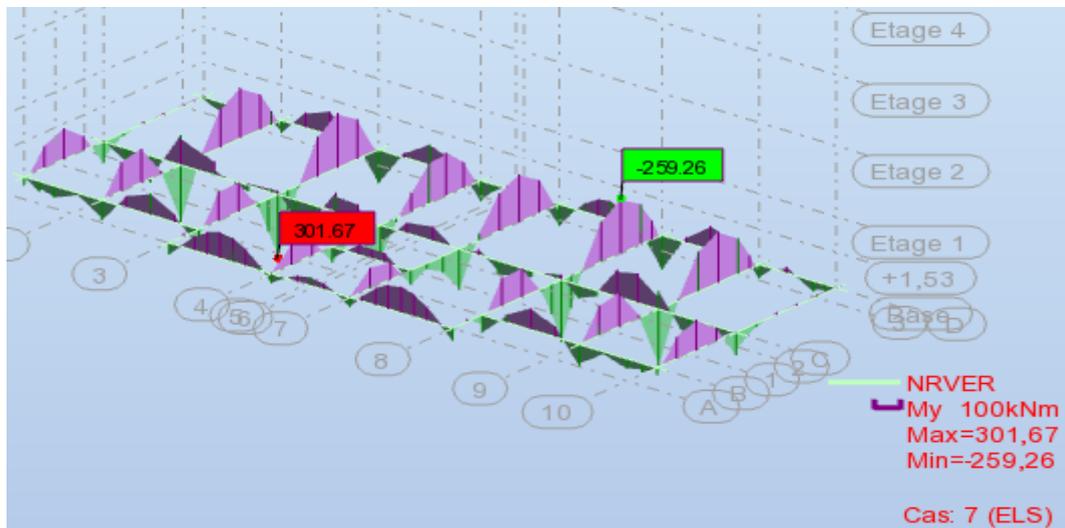


Figure VIII.10. Diagramme moment fléchissant des nervures

**VIII.7.1. Calcul des Poutres du radier :**

Positon	$M_s$	b	H	c	$A_s$	$A_s$ min	Adopté
Travée	-259.28	30	90	3	16.8	2.7	6HA14+4HA16
Appuis	301.87	30	90	3	19.7	2.7	4HA16+8HA14

Tableau.VIII.5 : Ferrailage des poutres du radier

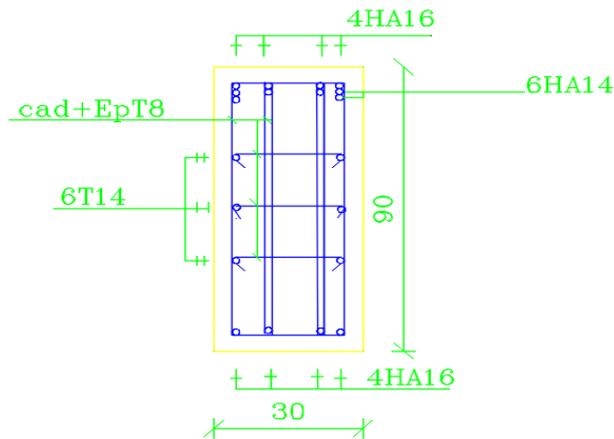
**VIII.7.2. Calcul armatures de peau :**

$A_c = 3 \text{ cm}^2/\text{m}$  de parement

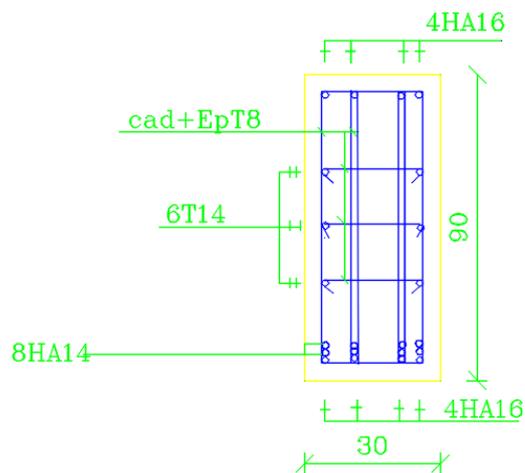
$p = (0.3 + 0.9) \times 2 = 2.4 \text{ m}$

$A_c = 2.4 \times 3 = 7.2 \text{ cm}^2$

On adopté : **6HA14**

**VIII.8. Schéma de ferrailage:**NEURVURE EN TRAVEE

**Figure VIII.11.** Ferrailage coupe en travée

NEURVURE EN APPUIS

**Figure VIII.12.** Ferrailage coupe en appuis

## **Partie II**

### Chapitre I :

#### *Expertise de la dalle flottante*

## **I. Dalle flottante :**

### **I.1.Définition**

Une dalle flottante (ou dalle indépendante) est une large plaque de béton servant de plancher désolidarisé de la structure, et qui, dans les pays à risques de gel-dégel repose sur une couche d'isolation thermique conformément aux normes.

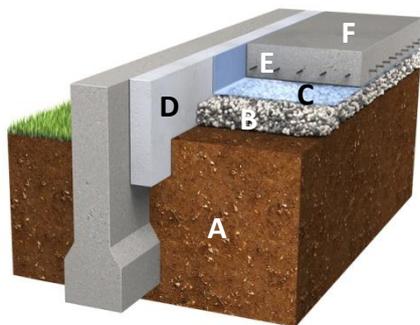
Chez nous, spécialement à Annaba, nous avons visité des chantiers en plein travaux de réalisation de dalles flottantes ; où les maîtres d'œuvre et ingénieurs en Génie Civil nous ont affirmé que l'utilisation d'isolant thermique horizontal sous la dalle n'est pas vraiment nécessaire.

Toutefois, il est possible de faire passer dans l'épaisseur de l'isolation des gaines de passage des fils électriques ou de tuyaux de distribution d'eau. Cette solution évite le passage des canalisations électriques au plafond du niveau suivant.

### **I.2.Le rôle de la dalle flottante :**

La dalle flottante est utilisée en remplacement du sous-sol. La particularité de la dalle flottante est que les murs extérieurs ou bien les longrines servent de coffrage pour couler le béton, mais ne sont pas liés à la dalle. Elle assure ainsi la transmission des charges du plancher directement au sol et permet de diminuer un niveau de concentration massique dans le calcul sismique c'est-à-dire un degré de liberté de moins.

Cette technique convient à toutes les constructions, sur presque tous les types de terrain, sauf ceux en pente. Cela nécessite un travail de nivellement coûteux.



A : Terre plein.

B : Hérissonnage : Gravier, cailloux, sable.

C : Film polyéthylène.

D : Panneau d'isolation PSE.

E : Armatures.

F : Dalle en béton.

Figure I.1. : Coupe d'une dalle flottante

### **I.3.Epaisseur de la dalle flottante :**

Concernant l'épaisseur, la couche d'isolation ne doit pas être inférieure à 2 cm, et la dalle en elle-même doit faire au moins 6 cm. Au total, l'ensemble fait au moins 8 cm.

### **I.4.Matériaux nécessaires pour la pose d'une dalle flottante :**

Pour réaliser une dalle flottante, nous avons besoin de divers matériaux afin que les couches successives soient bien respectées avant de couler le béton :

- Un hérissonnage.
- Le treillis soudé : qui sert de ferrailage nécessaire du béton et renforcement de la dalle

- Des plaques d'isolation : polystyrène extrudé, polyuréthane, de la laine minérale...qui vont constituer l'isolation thermique et remplir le joint entre la dalle et la structure porteuse.
- Un film plastique de type polyéthylène : pour protéger la dalles et ses revêtements des montées capillaires d'eau et d'agents agressifs.
- Le ciment : Il faut en prévoir en quantité suffisante pour couler l'ensemble de la surface.
- Du sable et du gravier : à mélanger au ciment pour obtenir le béton.
- L'eau de gâchage.

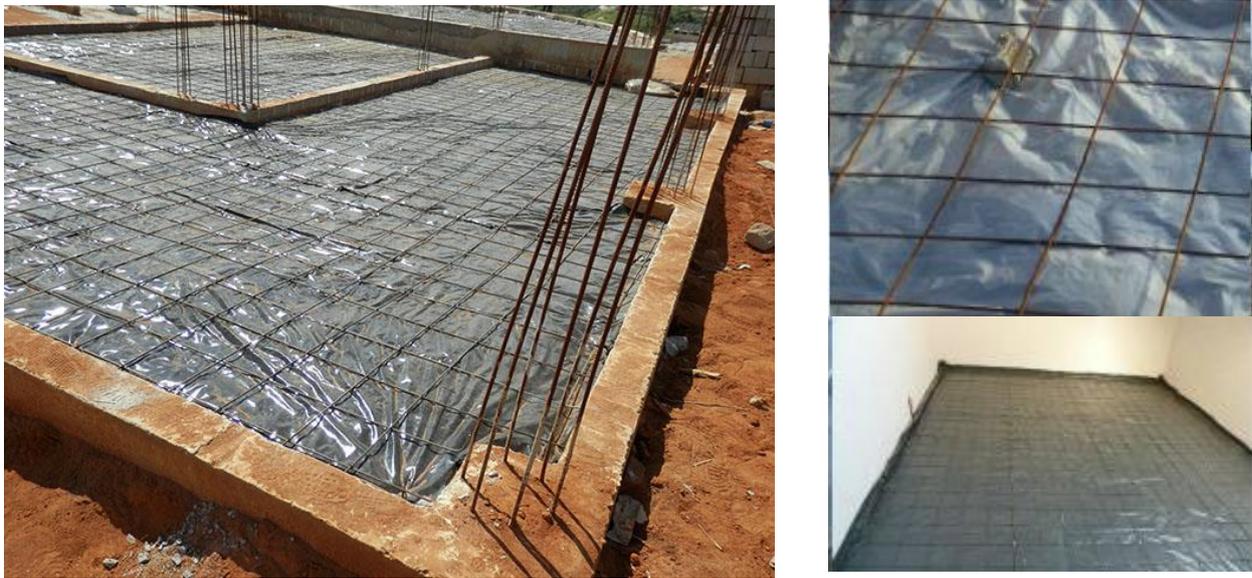


Figure I.2. : Réalisation d'une dalle flottante

### **I.5.Étapes de pose d'une dalle flottante :**

La dalle flottante ne peut être réalisée qu'après la mise en place de l'infrastructure et les limites des panneaux de l'ensemble des dalles flottantes qui serviront de coffrage. C'est un travail important qui demande beaucoup d'attention au moment du coulage.

La dalle flottante a une épaisseur minimum de 6 cm et elle est rigidifiée par un treillis métallique (100x100x3) noyé dans le béton. Comme l'isolation minimum est de 3 cm (si elle est nécessaire), la hauteur disponible ne doit pas être inférieure à 8 cm. Dans notre cas la couche d'isolant (polystyrène expansé spécial pour dalle) qui recouvre le remblai n'est pas nécessaire. Ils ont déroulé un film plastique (polyéthylène) qui remonte sur la paroi d'isolant vertical remplissant le joint entre la dalle flottante et la structure portante. La dalle est coulée par pièce ou par panneau. Le tour de dalle est isolé à l'aide de polystyrène ordinaire d'une épaisseur de 5 à 10mm qui absorbera les mouvements de la dalle dus à la dilatation. Le treillis métallique doit être soulevé et maintenu à mi-hauteur de l'épaisseur de la dalle. La dalle est tirée à l'aide d'une règle en aluminium glissant sur deux rails (tube carré ou rond en acier) reposant horizontalement sur des plots. Vérifier constamment la position des rails. Talocher le béton pour éliminer les rayures causées par la règle.

La surface de la dalle doit être parfaitement horizontale.

Les étapes de pose d'une dalle sont les suivantes :

- Pose d'une bande périphérique: sa hauteur est égale à l'épaisseur totale de la dalle y compris les différentes couches.
- Pose de l'isolant : souvent l'isolant sous dalle est à base de polystyrène expansé ou extrudé. Il est choisi à caractère incompressible, pour supporter l'écrasement. L'épaisseur de l'isolant varie de 2 à 6 cm.
- Pose d'une membrane étanche : on utilise un film polyéthylène
- Pose des armatures (treillis soudés) : elle renforce le béton sur toute sa surface. Pour les grandes surfaces, les armatures sont reliées entre elles par du fil à ligaturer. On utilise des cales pour garantir un bon enrobage du béton;
- Coulage du béton : le béton peut être commandé auprès d'une centrale à béton, ou fabriqué à la bétonnière.
- Vibrer, tirer et lisser le béton, pour obtenir une surface plane.
- Respecter le temps de séchage du béton.

### **I.6.Expertise de la dalle RDC du Laboratoire de recherche de Génie Civil, Bloc D, université Badji Mokhtar d'Annaba :**

En présence du Directeur du LGC Monsieur Le Professeur DJEGHABA Kamel et de notre encadrant Madame MENADI Souad, nous avons pris les photos suivantes :



**Figure I.3. :**Photo prise avant



**Figure I.4 :** Photo prise après

### **I.7.CONSTATATIONS :**

Nous avons remarqué ce qui suit :

Des ouvertures de fissures profondes au niveau de la plainte entre le plancher et le mur extérieur et aussi les cloisons (photos 1,2 et 3).

Au milieu du panneau un grand déplacement vers le bas du plancher (photo 3).

Dès que nous avons marché dessus, le panneau est descendu dans le vide (photo 4).

### **I.8.IDENTIFICATION DU PROBLEME :**

Nous avons vu la longrine sur toute sa hauteur, le sable d'une épaisseur importante et assez compact et des morceaux de carreaux de carrelage identique à celui du revêtement utilisé.

Aucune autre couche différente n'a été vu ; même pas une Chappe en béton, ni un film polyéthylène.

Il s'agit d'un affaissement important du sol sous le revêtement c'est-à-dire uniquement sous le panneau de dalle.

### **I.9.CONCLUSION ET SOLUTIONS PROPOSEES :**

Ce niveau du bloc est exploité par le LGC (Le laboratoire de recherche de Génie Civil) et en particulier les photos ont été prises dans le bureau du Directeur du LGC.

D'après ce qui a été constaté, nous concluons :

Une très mauvaise qualité du travail réalisé.

La négligence absolue de toutes les étapes d'exécution cette dalle.

Absence de la dalle elle-même

Absence d'isolation (au moins le film polyane).

Nous pouvons dire que :

D'une part, cette partie de l'édifice n'a pas été considérée comme un élément important qui doit être réalisé pour assurer une bonne exploitation et utilisation du niveau RDC.

D'autre part, il fallait avant de réaliser un dallage sur terre plein, faire une étude du sol. Pour cela, une étude géotechnique devra être conduite pour connaître la structure du sol sous l'ouvrage à construire.

Chapitre II :

*Organisation de chantier*

**Introduction :**

L'organisation de chantier a pour but de réaliser des projets dans des délais courts et à moindres coûts, elle consiste à utiliser la main d'œuvre d'une façon économique, ainsi que les autres moyens mis en œuvre pour gérer le chantier.

Afin d'atteindre ces objectifs, il est impératif de :

- Définir avec précision les méthodes d'exécution, les modes opératoires permettant la mise en pratique des techniques modernes de construction avec un haut rendement.
- Repartir et coordonner les taches par la contraction d'une main d'œuvre spécialisée.
- Structurer convenablement les postes de travail stabilisés pour les quels, on adopter une mécanisation de plus en plus poussée.
- Arrêter en quantité et en qualité le personnel à employer, le coût de la main d'œuvre ayant une influence importante sur le prix de revient.

**II.1.Définition d'un chantier :**

est le lieu où l'on construit et la réalisation même de la construction projetée.

**II.2.L'organisation d'un chantier :**

est l'ensemble des dispositions envisagées pour l'exécution dans les meilleures conditions possibles du projet à réaliser.

L'organisation d'un chantier c'est une étude de planification de toutes les taches à effectuer durant la réalisation du projet dans le but d'une réalisation optimale c'est-à-dire court délai avec les moindres dépenses des ressources (main d'œuvre, matériel et matériaux ) et avec une qualité supérieure , autrement dit la réalisation doit être rapide, économique et de bonne qualité.

### **II.3. But de l'organisation du chantier :**

L'organisation du chantier vise les objectifs suivants :

- Assurer la sécurité des ouvriers pendant l'exécution des travaux ;
- Éviter les pertes de temps et des matériaux ;
- Offrir un produit de bonne qualité
- Réduire le temps d'exécution (rapidité)
- La sécurité résulte du respect des règles de sécurité fixée par l'O.I.T. (Organisation International du Travail) ;
- La rapidité résulte du savoir-faire des ouvriers (qualification), des moyens matériels dont dispose l'entreprise et de la motivation des employés ;
- L'économie résulte de la bonne gestion du matériel, des matériaux, du personnel, du temps (la coordination dans l'exécution des travaux) et plus loin les espaces dans le chantier ;
- L'efficacité résulte de la qualification des ouvriers, des moyens matériels et de la qualité des matériaux.

**N.B** : la sécurité, la rapidité, l'économie, l'efficacité et la qualité sont les maîtres mots de l'organisation de chantier.

### **II.4. Principes de l'organisation de chantier :**

- 1- Détermination des éléments composant l'ouvrage.
- 2- Détermination des quantités de travaux correspondant à chaque processus en utilisant les pièces dessinées du projet.
- 3- Détermination des relations séquentielles i.e. de la succession des processus.
- 4- Détermination des formations de travail et du temps.

Chapitre III :

*Cahier des charges*

## LE CAHIER DES CHARGES

### **Introduction:**

Pour garantir le maximum de résultats et de satisfaction dans les projets et les mandats d'intervention confiés à des conseillers en gestion, le dirigeant de PME doit présenter un cahier des charges ou une demande de service d'une façon précise et complète. Le cahier des charges fait partie de la première étape du processus d'intervention-conseil en management, car cet outil permet de définir clairement le problème, d'identifier les besoins, de déterminer les résultats attendus et d'établir les règles de conduite entre le client et le fournisseur. Le présent guide se veut un outil simple et pratique permettant au dirigeant d'accroître ses connaissances et de développer ses habiletés dans l'élaboration d'un cahier des charges pertinent, pratique et efficace dans le cadre d'un appel d'offres de service professionnel.

Pour assurer le succès d'une telle démarche, nous expliquerons les divers éléments du contenu d'un cahier des charges, nous présenterons les différentes étapes à franchir dans son élaboration, nous déterminerons les critères d'évaluation des offres de service et nous identifierons les éléments importants à considérer pour finaliser une entente écrite.

L'utilisation de ce guide permettra au dirigeant d'obtenir des biens ou des services de qualité ainsi que les résultats attendus, puisqu'il obligera les consultants à présenter une offre de service qui répond à des besoins clairement exprimés.

**AVIS D'APPEL D'OFFRES NATIONAL OUVERT  
AVEC EXIGENCE DE CAPACITES MINIMALES**

**Cahier des  
charges**

Travaux relatif à la réalisation

**- Dossier De Candidature -**

**\*\* Le Jour De Dépôt Des Offres Est Fixé  
Le ..... Au Plus Tard à Midi (12 H 00).**

**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**  
**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**LA DECLARATION DE CANDIDATURE**

**1/ Identification du service contractant :** .....

**2/ Objet du marché public :** .....

**3/ Objet de la candidature :**

La présente déclaration de candidature est présentée dans le cadre d'un marché public alloti :

Non  Oui

Dans l'affirmative :

Préciser les numéros des lots ainsi concernés que leurs intitulés : .....

**4/ Présentation du candidat ou soumissionnaire :**

Nom, prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion

du marché public : .....

....., agissant :

En son nom et pour son compte.

Au nom et pour le compte de la société qu'il représente.

**4-1/ Candidat ou soumissionnaire seul :**

Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères : .....

Forme juridique de la société : .....

Montant du capital social : .....

**4-2/ Candidat ou soumissionnaire membre d'un groupement momentané d'entreprises :**

Le groupement est : Conjoint  Solidaire

Nombre des membres du groupement (en chiffres et en lettres) : .....

Nom du groupement : .....

Présentation de chaque membre du groupement :

Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères : .....

Forme juridique de la société : .....

Montant du capital social : .....

La société est-elle mandataire du groupement ? : Non  Oui

Le membre du groupement (Tous les membres du groupement doivent opter pour le même choix) :

- Signe individuellement la déclaration à souscrire, la lettre de soumission, l'offre du groupement ainsi que toutes modifications du marché public qui pourraient intervenir ultérieurement ou ;

- Donne mandat à un membre du groupement, conformément à la convention de groupement, pour signer, en son nom et pour son compte, la déclaration à souscrire, la lettre de soumission, l'offre du groupement ainsi que toutes modifications du marché public qui pourraient intervenir ultérieurement ;

Dans le cas d'un groupement conjoint préciser les prestations exécutées par chaque membre du groupement en indiquant le numéro du lot ou des lots concerné(s), le cas échéant : .....

**5/ Déclaration du candidat ou soumissionnaire :**

Le candidat ou soumissionnaire déclare qu'il n'est pas exclu ou interdit de participer aux marchés publics :

- pour avoir refusé de compléter son offre ou du fait qu'il s'est désisté de l'exécution d'un marché public ;
- du fait qu'il soit en état de faillite, de liquidation, de cessation d'activité ou du fait qu'il fait l'objet d'une procédure relative à l'une de ces situations ;
- pour avoir fait l'objet d'un jugement ayant autorité de la chose jugée constatant un délit affectant sa probité professionnelle;
- pour avoir fait une fausse déclaration ;
- du fait qu'il soit inscrit sur la liste des entreprises défailtantes ;
- du fait qu'il soit inscrit sur la liste des opérateurs économiques interdits de participer aux marchés publics ;
- du fait qu'il soit inscrit au fichier national des fraudes, auteurs d'infractions graves aux législations et réglementations fiscales, douanières et commerciales ;
- pour avoir fait l'objet d'une condamnation définitive par la justice pour infraction grave à la législation du travail et de la sécurité sociale ;
- du fait qu'il soit une société étrangère qui n'a pas honoré son engagement d'investir ;
- du fait qu'il ne soit pas en règle avec ses obligations fiscales, parafiscales et envers l'organisme en charge des congés payés et du chômage intempéries des secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique, le cas échéant, pour les entreprises de droit algérien et les entreprises étrangères ayant déjà exercé en Algérie ;
- pour n'avoir pas effectué le dépôt légal des comptes sociaux, pour les sociétés de droit algérien ;

Non  Oui

Dans la négative (à préciser) : .....

Le candidat ou soumissionnaire déclare qu'il n'est pas en règlement judiciaire et que son casier judiciaire datant de moins de trois (3) mois porte la mention « néant ». Dans le cas contraire, il doit joindre le jugement et le casier judiciaire. Dans le cas où l'entreprise fait l'objet d'un règlement judiciaire ou de concordat le candidat ou soumissionnaire déclare qu'il est autorisé à poursuivre son activité.

Le candidat ou soumissionnaire déclare qu'il :

- est inscrit au registre de commerce ou ;
- est inscrit au registre de l'artisanat et des métiers, pour les artisans d'art ou ;
- détient la carte professionnelle d'artisan ou ;
- est dans une autre situation (à préciser) : .....

Dénomination exacte et adresse de l'organisme, numéro et date d'inscription : .....

Le candidat ou soumissionnaire déclare qu'il détient le numéro d'identification fiscale suivant :

..... délivré par ..... le..... pour les entreprises de droit algérien et les entreprises ayant déjà exercé en Algérie.

Le candidat ou soumissionnaire déclare qu'il n'existe pas de privilèges, nantissements, gages et/ou d'hypothèques inscrits à l'encontre de l'entreprise. Non  Oui

Dans l'affirmative : (préciser leur nature et joindre copie de leurs états, délivrés par une autorité compétente)

Le candidat ou soumissionnaire déclare que la société n'a pas été condamnée en application de l'ordonnance n° 03-03 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la concurrence ou en application de tout autre dispositif équivalent :

Non  Oui

Dans l'affirmative : (préciser la cause de la condamnation, la sanction et la date de la décision, et joindre copie de cette décision) .....

Le candidat ou soumissionnaire seul ou en groupement déclare présenter les capacités nécessaires à l'exécution du marché public et produit à cet effet, les documents demandés par le service contractant dans le cahier des charges (lister ci-après les documents joints) :

- ..... ;
- ..... ;
- ..... ;

Le candidat ou soumissionnaire déclare que :

- la société est qualifiée et/ou agréée par une administration publique ou un organisme spécialisé à cet effet, lorsque cela est prévu par un texte réglementaire : Non  Oui

Dans l'affirmative : (indiquer l'administration publique ou l'organisme spécialisé qui a délivré le document, son numéro, sa date de délivrance et sa date d'expiration).....

- la société a réalisé pendant ..... (Indiquer la période considérée exigée dans le cahier des charges) un chiffre d'affaires annuel moyen de (indiquer le montant du chiffre d'affaires en lettres, en chiffres et en hors taxes) .....

dont ..... % sont en relation avec l'objet du marché public du lot ou des lots (barrer la mention inutile).

Le candidat ou soumissionnaire présente un sous-traitant : Non  Oui

Dans l'affirmative remplir la déclaration de sous-traitant.

**6/ Signature du candidat ou soumissionnaire seul ou de chaque membre du groupement :**

J'affirme, sous peine de résiliation de plein droit du marché public ou de sa mise en régie aux torts exclusifs de la société, que ladite société ne tombe pas sous le coup des interdictions édictées par la législation et la réglementation en vigueur.

Certifie, sous peine de l'application des sanctions prévues par l'article 216 de l'ordonnance n° 66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal que les renseignements fournis ci-dessus sont exacts.

NOM, PRENOM, QUALITE DU SIGNATAIRE	LIEU ET DATE DU SIGNATURE	SIGNATURE

## الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

## REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

## LA DECLARATION DE PROBITE

**1/ Identification du service contractant :**.....

Désignation du service contractant : .....

**2/ Objet du marché public :** .....**3/ Présentation du candidat ou soumissionnaire :**

Nom, Prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion du marché public : .....

..... agissant :

En son nom et pour son compte. Au nom et pour le compte de la société qu'il représente. 

Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères .....

Forme juridique de la société : .....

**4/ Déclaration du candidat ou soumissionnaire :**

Je déclare que ni moi, ni l'un de mes employés ou représentants, n'avons fait l'objet de poursuites judiciaires pour corruption ou tentative de corruption d'agents publics.

Non  Oui 

Dans l'affirmative (préciser la nature de ces poursuites, la décision rendue et joindre une copie du jugement): .....

M'engage à ne recourir à aucun acte ou manœuvre dans le but de faciliter ou de privilégier le traitement de mon offre au détriment de la concurrence loyale.

M'engage à ne pas m'adonner à des actes ou à des manœuvres tendant à promettre d'offrir ou d'accorder à un agent public, directement ou indirectement, soit pour lui-même ou pour une autre entité, une rémunération ou un avantage de quelque nature que ce soit, à l'occasion de la préparation, de la négociation, de la passation, de l'exécution ou de contrôle d'un marché public ou d'un avenant.

Déclare avoir pris connaissance que la découverte d'indices concordants de partialité ou de corruption avant, pendant ou après la procédure de passation d'un marché public ou d'un avenant, sans préjudice des poursuites judiciaires, constituerait un motif suffisant pour prendre toute mesure coercitive, notamment de résilier ou d'annuler le marché public ou l'avenant concerné et d'inscrire l'entreprise sur la liste des opérateurs économiques interdits de participer aux marchés publics.

Certifie, sous peine de l'application des sanctions prévues par l'article 216 de l'ordonnance n°66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal que les renseignements fournis ci-dessus sont exacts.

Fait à ....., le.....

Signature du candidat ou soumissionnaire

(Nom, qualité du signataire et cachet du candidat ou soumissionnaire)

**AVIS D'APPEL D'OFFRES NATIONAL OUVERT  
AVEC EXIGENCE DE CAPACITES MINIMALES**

**Cahier des charges**

Travaux relatif à la réalisation :

**- Offre Technique -**

Le Jour de dépôt des offres est fixé  
Le ..... au plus tard à **midi (12 H 00)**.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 LA DECLARATION A SOUSCRIRE

**1/ Identification du service contractant :**

Désignation du service contractant : .....

Nom, prénom, qualité du signataire du marché public : .....

**2 Présentation du soumissionnaire et désignation du mandataire, dans le cas d'un groupement :**

Présentation du soumissionnaire (reprendre la dénomination de la société telle que figurant dans la déclaration de candidature) :

Soumissionnaire seul.

Dénomination de la société : .....

Soumissionnaire groupement momentané d'entreprises : Conjoint  Solidaire

Dénomination de chaque société membre du groupement :

1/ .....

2/ .....

3/ .....

Dénomination du groupement : .....

Désignation du mandataire :

Les membres du groupement désignent le mandataire suivant : .....

**3/ Objet de la déclaration à souscrire :**

Objet du marché public : .....

Wilaya où seront exécutées les prestations, objet du marché public : **WILAYA DE** .....

La présente déclaration à souscrire est présentée dans le cadre d'un marché public alloti :

Non  Oui

Dans l'affirmative :

Préciser les numéros des lots concernés ainsi que leurs intitulés : .....

Offre de base

Variante(s) suivante(s) (décrire les variantes sans mentionner leurs montants) : .....

prix en option (s) suivant (s) (décrire les prestations, objet des prix en options, sans mentionner leurs montants)  : .....

**4/ Engagement du soumissionnaire :**

Après avoir pris connaissance des pièces constitutives du marché public prévues dans le cahier des charges, et conformément à leurs clauses et stipulations,

Le signataire s'engage,  sur la base de son offre et pour son propre compte ;

Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères : .....

Nom, prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion du marché public : .....

engage la société, sur la base de son offre;

Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères : .....

Nom, prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion du marché public : .....

L'ensemble des membres du groupement s'engagent, sur la base de l'offre du groupement :  
Présentation des membres du groupement (chaque membre du groupement doit renseigner cette rubrique. Les autres membres du groupement doivent remplir cette rubrique dans une feuille jointe en annexe, en donnant un numéro d'ordre à chaque membre) :

Dénomination de la société : .....  
Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères : .....

Nom, prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion du marché public : .....

Dans le cas d'un groupement conjoint préciser les prestations exécutées par chaque membre du groupement, en précisant le numéro du lot ou des lots concerné(s), le cas échéant :

DESIGNATION DES MEMBRES	NATURE DES PRESTATIONS
.....	
.....	

à livrer les fournitures demandées ou à exécuter les prestations demandées aux prix cités dans la lettre de soumission et dans un délai de (en chiffres et en lettres) ....., à compter de la date d'entrée en vigueur du marché public, dans les conditions fixées dans le cahier des charges.

Le présent engagement me lie pour le délai de validité des offres.

**5/ Signature du soumissionnaire :**

J'affirme, sous peine de résiliation de plein droit du marché public ou de sa mise en régie aux torts exclusifs de la société, que ladite société ne tombe pas sous le coup des interdictions édictées par la législation et la réglementation en vigueur.

Certifie, sous peine de l'application des sanctions prévues par l'article 216 de l'ordonnance n°66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal que les renseignements fournis ci-dessus sont exacts.

NOM, PRENOM, QUALITE DU SIGNATAIRE	LIEU ET DATE DU SIGNATURE	SIGNATURE

**6/ Décision du service contractant :**

La présente offre est

.....

A ....., le .....

Signature du représentant du service contractant :

**Instructions Aux Soumissionnaires**

## SOMMAIRE

### A. DISPOSITION GENERALES

**Article 01** : Objet du cahier des charges.

**Article 02** : Mode de passation.

**Article 03** : Condition d'éligibilité des candidats.

**Article 04** : Consistance des prestations et travaux.

**Article 05** : Définition des termes utilisés dans le présent cahier des Charges.

**Article 06** : Cas d'exclusion de participation.

**Article 07** : Visite sur site.

**Article 08** : Cahier des prescriptions spéciales.

### B. DOSSIER D'APPEL D'OFFRE

**Article 09** : Publication de l'avis d'appel d'offre.

**Article 10** : Durée de préparation des offres.

**Article 11** : Demande d'éclaircissement.

**Article 12** : Modification du dossier d'appel d'offres.

**Article 13** : Retrait du dossier d'appel d'offre.

### C. PREPARATION DES SOUMISSIONS

**Article 14** : Contenu du dossier de soumission.

**Article 15** : Délai de préparation des offres.

**Article 16** : Validité des offres.

**Article 17** : Montant et monnaie de l'offre.

### D. PRESENTATION DES OFFRES

**Article 18** : Forme et signature de l'offre.

**Article 19** : Dépôt des offres.

**Article 20** : Date et heure limite de dépôt des offres.

### e. OUVERTURE DES PLIS ET EVALUATION DES OFFRES

**Article 21** : Ouverture des plis.

**Article 22** : Caractère confidentiel de la procédure.

**Article 23** : Détermination de la conformité des offres au dossier d'appel d'offres.

**Article 24** : Correction des erreurs.

**Article 25** : Critères d'évaluation des offres.

### f. ATTRIBUTION DU CONTRAT

**Article 26** : Droit reconnu au service demandeur.

**Article 27** : Attribution provisoire du contrat.

**Article 28** : Recours.

**Article 29** : Clause de principe.

**Article 30** : Approbation de la présente instruction.

## A- DISPOSITION GENERALES

### **Article 01 : OBJET DU CAHIER DES CHARGES**

Le présent cahier des charges a pour objet de définir les conditions de la **réalisation des travaux suivants** :

- 1- VRD et clôture des 40 logements individuels lot 07.
- 2- Accès aux différents sites sur le lot 06.
- 3- Aménagement extérieur (escalier) + les VRD de la partie supérieure de la 2ème tranche de l'ilot 08.

### **ARTICLE 02 : MODE DE PASSATION**

Le présent cahier des charges est conclu après Avis D'appel d'Offres Nationale Ouvert Avec exigences de capacités minimales en vertu des dispositions de la procédure des achats de L'ENPI-SPA version 2019.

### **Article 03 : CONDITIONS D'ÉLIGIBILITÉ DES CANDIDATS**

Il s'agit d'un avis d'appel d'offres National Ouvert Avec Exigence de Capacités Minimales qui s'adresse aux entreprises satisfaisant les conditions ci-dessous ; peuvent soumissionner :

- 1- **Disposant Certificat de qualification et de classification professionnelle catégorie Quatre (04) et plus (en activité principale Travaux Bâtiments, Publics et/ou en Hydraulique).**
- 2- **Avoir réalisé un projet d'aménagement Extérieur ou voiries ou assainissement ou AEP ou Eclairage extérieur, d'un montant supérieur ou égal à 40.000.000.00 DA, durant les années (2015 à 2019) justifiées par des attestations de bonne exécution délivrées par les maitres d'ouvrages publics et accompagnée par PV. de réception provisoire sans réserves des projets.**
- 3- **Avoir un chiffre d'affaires moyen des trois dernières années (2017-2018-2019) supérieur ou égal à 50.000.000.00 DA justifie par des bilans et certificat C20.**

### **Article 04 : CONSISTANCE DES PRESTATIONS ET TRAVAUX**

-Les travaux à fournir par le soumissionnaire consistent à la **réalisation des travaux suivants** :

- VRD et clôture des 40 logements individuels lot 07.
- Accès aux différents sites sur le lot 06.
- Aménagement extérieur (escalier) + les VRD de la partie supérieure de la 2ème tranche de l'ilot 08.

-Les travaux objet du cahier des charges se définissent comme suit :

- **VRD et clôture des 40 logements individuels lot 07.**
  - 1-Assainissement eaux usées et eau pluviales
  - 2-Revêtement route et trottoir
  - 3-Eclairage public
  - 4-Aduction en eau potable
  - 5-Cloture
- **Accès aux différents sites sur le lot 06.**
  - 1-Revêtement route et trottoir
  - 2-Eclairage public
  - 3-Aduction en eau potable
- **Aménagement extérieur (escalier) + les VRD de la partie supérieure de la 2ème tranche de l'ilot 08.**
  - 1-Revêtement route et trottoir
  - 2-Eclairage public
  - 3-Aduction en eau potable
  - 4-escalier

**Article 05 : DEFINITIONS DES TERMES UTILISES LE PRESENT CAHIER DES CHARGES**

- a) **Le service contractant (Le maître de l'ouvrage)** : désigne EPE-SPA -PRO-IMMO /FILIALE ENPI.
- b) **Le cocontractant (L'Entrepreneur)** : Désigne l'Entrepreneur qui sera retenue en vue de contracter le contrat, objet du présent appel d'offre.
- c) **Le contrat** : signifie l'accord passé entre le contractant et le cocontractant et se définit par les clauses et conditions auxquelles les deux parties adhèrent pleinement en vue de l'exécution des missions, objet de l'appel d'offres.
- d) **Le soumissionnaire** : désigne l'entreprise qui a présenté une offre en vue de réaliser les travaux de l'objet du présent cahier des charges.

**ARTICLE 06 : CAS D'EXCLUSION DE PARTICIPATION**

Sont interdits de soumissionner à un contrat, temporairement ou définitivement, d'office ou par décision, les opérateurs économiques se trouvant dans l'une des situations suivantes :

**6.1\*EXCLUSION TEMPORAIRE :**

L'exclusion temporaire peut être d'office ou par décision

**6.1.1\* Exclusion temporaire d'office :**

Elle affecte les opérations

- En état de règlement judiciaire ou de concordat, jusqu'à ce qu'ils justifient qu'ils ont été autorisé par la justice à poursuivre leurs activités,
- Font l'objet d'une procédure de règlement judiciaire ou de concordat, jusqu'à ce qu'ils justifient qu'ils ont été autorisés par la justice à poursuivre leurs activités,
- Ne sont pas en règles avec leurs obligations fiscales et parafiscales,
- Ont fait l'objet d'une condamnation définitive par la justice pour fraude fiscale,
- Qui fait l'objet d'une condamnation définitive par la justice pour infraction aux dispositions suivantes :

- Relation de travail, placement des travailleurs et contrôle de l'emploi ;
- Conditions des travailleurs étrangers ;
- Obligations des assujettis en matière de sécurité ;
- Hygiène, sécurité et médecine du travail
- Probité professionnelle.

**6.1.2\* Exclusion temporaire par décision du DG :**

Elle concerne les opérateurs qui :

- Ont fait une fausse déclaration
- Font l'objet d'un retrait, d'une suspension ou d'exclusion dans les conditions fixées dans la procédure des Achats de l'ENPI 2019.

La durée de l'interdiction est fixée à

- Fraude fiscale : dix (10) années
- Fausse déclaration et délit affectant la probité professionnelle : cinq (05) ans,
- Deux (02) années pour le reste des cas cité dans cet article et ceux cités dans la procédure des Achats de l'ENPI 2019.

**6.2\* Exclusion définitive :****6.2.1\* Exclusion définitive d'office :**

- En état de faillite, de liquidation ou de cessation d'activité ;
- Qui font l'objet d'une procédure de déclaration de faillite, de liquidation ou de cessation d'activité ;
- Inscrits au fichier national des fraudeurs, auteurs d'infraction graves aux législations et réglementations fiscales, douanières et commerciales,

- Inscrits sur la liste des opérateurs économiques interdits de soumissionner pour violation de la loi anti-corruption.
- Etrangers qui n'ont pas respecté l'engagement défini à l'article 84 du décret présidentiel N° 15-247 du 2 Dhou El Hidja 1436 correspondant au 16 septembre 2015.

**6.2.2/Exclusion définitive par décision :**

- Récidivistes, déjà exclus pour un motif identique, dans les trois (03) ans qui suivent leur première sanction.

**6.2.3\*** : Sont également exclus de toute participation aux contrats de la Société, les opérateurs figurent sur la liste des Entreprises exclus, communiquée par le Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville.

**6.2.4\*** : Toute décision d'exclusion, quelque soit sa forme ou sa durée, est communiquée au Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville.

**6.3/ : Particularités (conflits d'intérêt- atteinte au principe d'égalité de traitement des candidats :**

**6.3.1\*** : Outre les cas d'interdictions prévus au présent Article N° 06, le fournisseur qui soumissionne à un contrat ne doit pas être en situation de conflit d'intérêt en relation avec le Contrat considéré.

Dans le cas où cette situation se présente, il doit tenir informé la Société, sous peine de voir son offre systématiquement rejetée.

Le fournisseur Titulaire d'un Contrat, ayant pris connaissance de certaines informations qui pourraient l'avantager lors de la soumission à un autre Contrat, ne peut y participer, sauf s'il prouve que ces informations ne faussent pas le libre jeu de la concurrence. Le fournisseur Est tenu, dans ce cas, de prouver que les informations communiquées dans le Cahier des Charges ont rétabli l'égalité de traitement des candidats.

**6.3.2/ : Ne peuvent être attributaire d'un Contrat :**

1. Nonobstant les dispositions de l'article 628 du code de commerce, les entreprise dans lesquelles les administrateurs de l'entreprise de PRO-IMMO, les es Gestionnaires, les Membres des différentes Commissions de Contrôle Interne, possèdent des intérêts financiers et personnels de quelque nature que ce soit ;
2. Les Cadres Dirigeant et les Cadres Supérieurs de la Société, pendant une période de trois (03) années, à compter de la date de cessation de leur relation de travail avec la Société, à l'exception des prestations de formation et d'expertise.

**Article 07 : VISITE SUR SITE**

Il est recommandé aux soumissionnaires de visiter et d'examiner les lieux inclus dans le périmètre de l'ouvrage objet du cahier des charges, ainsi que d'examiner la possibilité d'un approvisionnement local en matériaux, et de réunir les renseignements qui pourraient leur être nécessaires pour préparer leurs offres.

Tout soumissionnaire n'ayant pas effectué la visite sur site ne peut se faire valoir de mauvaise estimation de son offre par des faits particuliers tels que la difficulté du terrain, de son inaccessibilité, de son éloignement etc.

**ARTICLE 08 : CAHIER DES PRESCRIPTIONS SPECIALES**

Le Cahier des Prescriptions Spéciales, joint au présent Cahier des Charges, fixe l'ensemble des clauses contractuelles applicables au contrat. Le soumissionnaire doit le renseigner, l'approuver et le retourner avec l'offre.

## **B- DOSSIER DE L'AVIS D'APPEL D'OFFRES**

### **Article 09 : PUBLICATION DE L'AVIS D'APPEL D'OFFRES**

Le présent avis d'appel d'offres national ouvert avec exigence de capacités minimales est rédigé en langue arabe et en langue étrangère.

Il est publié obligatoirement dans deux quotidiens nationaux diffusés au niveau national et publié dans le bulletin officiel des marchés de l'opérateur public (BOMOP).

### **ARTICLE 10 : DUREE DE PREPARATION DES OFFRES**

La durée de préparation des offres est fixée à **15 jours** à compter de la première parution de l'avis d'appel d'offre dans l'un des quotidiens nationaux ou dans le bulletin officiel des marchés de l'opérateur public (BOMOP).

### **Article 11 : DEMANDE D'ECLAIRCISSEMENT**

Tout soumissionnaire désirant obtenir des éclaircissements au sujet du cahier des charges et documents du présent Avis d'appel d'offre est tenu de notifier par tous moyens une requête écrite au service demandeur. Cette requête n'est recevable qu'avant les cinq (05) derniers jours à compter de la date de la première parution de l'avis d'appel d'offre dans l'un des quotidiens nationaux ou dans le (BOMOP).

La réponse d'intérêt général qui lui est notifiée par le service demandeur dans un délai de deux (02) jours, est en même temps notifiée à l'ensemble des entreprises qui ont retiré le cahier des charges, cette réponse doit être notifiée en gardant l'anonymat du demandeur d'éclaircissement pour chaque soumissionnaire destinataire.

### **Article 12 : MODIFICATION DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRE**

Le service demandeur peut avant la date de dépôt des offres apporter les modifications ou compléments au dossier de l'avis d'Appel d'offre et cela par sa propre initiative ou en réponse à une demande d'éclaircissement, celui-ci doit alors notifier ces modifications ou compléments éventuels par le biais d'un additif qui sera transmis, par écrit, à tous les soumissionnaires.

Ces éventuelles modifications sont opposables à tous les soumissionnaires. Afin de leur donner le temps nécessaire d'opérer les changements éventuels, le service demandeur peut, quand les circonstances le justifient et s'il le juge utile, procéder à une prolongation des délais de l'avis d'Appel d'offre ; cette prolongation de délais doit se faire par écrit.

Ces modifications, qui ne peuvent être que d'ordre technique, n'auront en aucun cas la possibilité de changer ou de transformer une ou plusieurs clauses contractuelles du présent cahier des charges. En cas d'une telle opération, le service demandeur devra soumettre cette dernière à la Commission des Contrats de PRO IMMO pour approbation.

Toute modification d'une ou plusieurs clauses du présent cahier des charges, sans avis de la Commission des Contrats de PRO IMMO conduira au rejet systématique du contrat par cette dernière.

### **Article 13 : RETRAIT DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES**

Le cahier des charges doit être retiré par le candidat ou le soumissionnaire ou leurs représentants désignés à cet effet.

Le dossier de l'avis d'appel d'offres sera retiré contre paiement de la somme de **Trois Mille Dinars (3 000 DA)** non remboursable, représentant les frais de reproduction, auprès de :

## C- PREPARATION DES SOUMISSIONS

### **Article 14 : CONTENU DU DOSSIER DE SOUMISSION**

Le soumissionnaire doit présenter son offre conformément aux indications du cahier des charges. Les plis remis par les soumissionnaires Les offres doivent comporter :

- **Dossier de candidature**
- **Offre Technique**
- **Offre Financière**

#### **1- L'ENVELOPPE DENOMMEE « LE DOSSIER DE CANDIDATURE » ABRITERA :**

- Une déclaration de candidature conforme au modèle joint en annexe, renseignée ; signée datée avec approbation de cachet, les documents justifiant les déclarations du soumissionnaire ne sont pas exigés que du seul attributaire du contrat, et ce, avant la décision d'attribution provisoire du contrat.
- L'habilitation du signataire de l'offre.
- Les statuts du soumissionnaire, pour les entreprises régies en la forme sociétaire.
- Une déclaration de probité conforme au modèle joint en annexe, renseignée ; signée datée avec approbation de cachet,
- Le jugement et le casier judiciaire pour le candidat ou le soumissionnaire dont le casier judiciaire ne porte pas la mention « néant » ;
- Copie du certificat de qualification et de classification professionnelle catégorie quatre (04) et plus (en activité principale Travaux Bâtiments, Publics et/ou en Hydraulique) en cours de validité.
- Copie de registre de commerce électronique.
- Copie d'attestations de bonne exécution délivrées par les maitres d'ouvrages publics pour un projet d'Aménagement Extérieur ou voiries ou assainissement ou AEP ou Eclairage extérieur, durant les années (2015-2016-2017-2018-2019).
- Bilans, certifiés par un commissaire aux comptes ou par l'administration fiscale et C20 des années 2017-2018-2019 ;
- Copie du numéro d'Identification Fiscale (N.I.F).
- Copie de l'attestation de dépôt légal des comptes sociaux, pour les sociétés commerciales dotées de la personnalité morale de droit Algérien durant l'Année 2019.
- Liste des cadres de l'entreprise qui seront chargés du suivi de la réalisation du projet justifiée par l'attestation d'affiliation à la caisse de sécurité sociale délivrées durant l'année 2020 et accompagnée des diplômes et CV.
- Liste signée par l'entrepreneur des Moyens humains déclarés justifiée par les attestations d'affiliations à la caisse de sécurité sociale délivrées durant l'année 2020.
- Liste des moyens matériels justifiée par les cartes grises ou carte jaune en cours de validités accompagnée par les attestations d'assurances en cours de validités à la date de dépôt des offres (en cas de location de matériel le soumissionnaire doit présenter un acte notarié valable à compter de la date de dépôt des offres). Signée par le soumissionnaire

#### **2- L'enveloppe dénommée « Offre technique» abritera :**

L'offre technique établie conformément au cahier des charges. Ce dernier doit comporter un mémoire technique justificatif et tout autre document exigé en précisant de manière exhaustive les documents et

éléments des réponses que doit remettre le soumissionnaire pour apprécier objectivement sa réponse aux attentes de la société et qui sont les suivants :

1. Déclaration à souscrire conforme au modèle joint en annexe, renseignée ; signée datée avec approbation de cachet ;
2. Instructions aux soumissionnaires signées par les candidats soumissionnaires, portant la mention lu et accepté ;
3. Cahier des Prescriptions Spéciales, signé par le soumissionnaire portant la mention lu et accepté ;
4. Cahier des prescriptions techniques ;
5. Engagement sur le délai de réalisation, signé
6. Plannings des Travaux, signé.
7. Mémoire technique justificatif remplie, paraphé, datée et signée par le soumissionnaire.

Le cahier des charges portant à la dernière page, la mention « lu et accepté ». Accompagné de la quittance de paiement le cas échéant.

Les documents originaux ne sont exigés que du soumissionnaire attributaire du contrat.

### **3- L'enveloppe dénommée « L'offre financière » contient :**

- La lettre de soumission conforme au modèle joint en annexe, renseignée ; signée datée avec approbation de cachet ;
- Le bordereau des prix unitaires (BPU) ;
- Le détail quantitatif et estimatif (DQE) ;
- Devis descriptif et estimatif détaillé.
- Tout autre document présent dans le cahier des charges.
- Plannings des Travaux, signé.

### **ARTICLE 15 : DELAI DE PREPARATION DES OFFRES**

Un délai de préparation des offres de **15 jours** est accordé aux soumissionnaires, à compter de la date de la première publication de l'appel d'offres dans les quotidiens nationaux ou dans le bulletin officiel des marchés de l'opérateur public (BOMOP).

### **Article 16 : VALIDITE DES OFFRES**

Conformément aux dispositions de la procédure des achats de l'ENPI version 2019, le soumissionnaire reste engagé par ses offres pendant une période de trois (03) mois augmentée de la durée de préparation des offres plus un mois pour l'attributaire provisoire du contrat à la date de dépôt des offres.

Dans le cas exceptionnel, le service Demandeur peut demander aux soumissionnaires de proroger la durée de validité de leurs offres pour une période déterminée.

Pendant la période fixée ci-dessus, Le Fournisseur demeure pleinement engagé vis-à-vis du service Demandeur ; toutefois, il ne peut prétendre à un désistement de son engagement qu'à la fin de la période considérée mais avant que la mise en vigueur du contrat ne lui soit notifiée.

Si Le soumissionnaire ne s'est pas manifesté par écrit suivant les prescriptions ci-dessus, ce dernier restera inexorablement engagé par sa soumission quelle que soit la date de notification de la mise en vigueur de son contrat qui lui sera faite par le service demandeur.

Si Le partenaire soumissionnaire, pendant la période de validité des offres, lorsqu'il est attributaire du contrat objet de la présente concurrence :

- Se désiste avant la notification du contrat,
- Refuse d'accuser réception de la notification du contrat,

S'expose aux sanctions définies par la procédure des achats de l'ENPI-SPA 2019.

**Article 17 : MONTANT ET MONNAIE DE L'OFFRE**

De l'offre couvre l'ensemble des travaux décrits dans le cahier des prescriptions techniques (réalisation des travaux de Voiries et Réseaux Divers, Bâche a Eau et batteries de Garages).

- Le montant de l'offre doit être présenté en toutes taxes comprises. Cette offre mettra en évidence les impôts, droits, taxes et autres charges fiscales applicables en vertu de la législation en vigueur en Algérie sur les contrats de travaux pour la réalisation des logements.
- Le montant de l'offre doit être porté en lettres et en chiffres sur la soumission et au total général du devis quantitatif et estimatif.
- Le bordereau des prix unitaires doit comporter les prix en **lettres** et en **chiffres**.

**Le présent cahier des charges revêtu du cachet et de la signature du soumissionnaire, précédés de la mention « Lu et accepté », avec toutes les pages par ses soins.**

**N.B : Toute reproduction de lettres ou de cahier des charges par le soumissionnaire, son offre sera rejetée.**

## D.PRESENTATION DES OFFRES

**Article 18 : FORME DE PRESENTATION DE L'OFFRE**

Le dossier de candidature, l'offre technique et l'offre financière sont insérés dans des enveloppes séparées et cachetées, elles doivent porter l'identification du soumissionnaire, son adresse et l'objet de l'appel d'offres ainsi que la mention « **dossier de candidature** », « **offre technique** » ou « **offre financière** », selon le cas.

Ces enveloppes sont mises dans une autre enveloppe cachetée et anonyme, comportant la mention « à n'ouvrir que par la commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres - appel d'offres National Ouvert Avec Exigence De Capacités Minimales n°02 l'objet de l'appel d'offres ».

Celle-ci doit être déposée au service demandeur à la date **et avant l'heure limite** de dépôt des offres, correspondant au dernier jour de préparation des offres.

Si ce jour coïncide avec un jour férié ou un jour de repos légal, la durée de préparation des offres est prorogée jusqu'au jour ouvrable suivant.

L'offre ne doit contenir aucune rature, mention entre les lignes ou surcharge.

**Article 19 : DEPÔT DES OFFRES**

Le dossier de candidature, l'offre technique et l'offre financière sont insérés dans des enveloppes séparées et cachetées, **ces enveloppes sont mises dans une autre enveloppe extérieure cachetée et anonyme** présentée comme suit :

*Soumission à n'ouvrir que par la commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres*

**Appel d'Offre National ouvert avec exigences de capacités minimales N°  
Travaux relatif à la réalisation**

Les enveloppes relatives aux dossiers de candidature, offre technique et offre financière, doivent comporter obligatoirement l'identification du soumissionnaire, son adresse et l'objet de l'appel d'offres, ainsi que la

mention « dossier de candidature », « offre technique » et « offre financière », selon le cas, et présentées comme suit :

**Enveloppe relative au dossier de candidature**

**Dossier de candidature**

Dénomination de l'Entreprise : .....

Adresse de l'entreprise : .....

Désignation du projet objet de la soumission : .....

**Enveloppe relative à l'offre technique**

**OFFRE TECHNIQUE**

Dénomination de l'Entreprise : .....

Adresse de l'entreprise : .....

Désignation du projet objet de la soumission : .....

**Enveloppe relative à l'offre financière**

**OFFRE FINANCIERE**

Dénomination de l'Entreprise : .....

Adresse de l'entreprise : .....

Désignation du projet objet de la soumission : .....

**NB : Aucune offre ne sera réceptionnée par le service demandeur après la date et l'heure limite de dépôt des offres.**

Les offres doivent être déposées avant l'heure limite de dépôt à l'adresse ci-après :

**Article 20 : DATE ET HEURE LIMITE DE DEPOT DES OFFRES**

Le jour de dépôt des offres est fixé au dernier jour de la durée de préparation des offres au plus tard à **midi (12 h00)** Heures précises.

La commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres se réunira, pour l'ouverture des plis des dossiers de candidature, des offres techniques et financières le dernier jour de la durée de préparation des offres, aucune offre ne peut être reçue après l'heure limite de dépôt des offres.

Si ce jour coïncide avec un jour férié ou un jour de repos légal, la durée de préparation des offres est prorogée jusqu'au jour ouvrable suivant.

Toutefois, le service demandeur peut, quand les circonstances le justifient, proroger la durée de préparation des Offres. Toute modification ou prorogation se fera dans les mêmes conditions qui ont servis à la consultation.

## E. OUVERTURE DES PLIS ET EVALUATION DES OFFRES

### **Article 21 : OUVERTURE DES PLIS**

L'ouverture des plis sera effectuée par la Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO). Cette commission est composée de fonctionnaires qualifiés, relevant du service demandeur, choisis en raison de leur compétence.

L'ouverture des plis se fera le jour de dépôt des offres à **treize heures (13) heures**.

La Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO), se réunit et procédera à l'ouverture des plis, en séance publique, en présence des candidats ou de leur représentant mandaté. Les candidats présents signeront une feuille de présence.

Cette commission a pour mission de :

- Constater la régularité de l'enregistrement des offres sur un registre ad hoc ;
- Dresser la liste des soumissionnaires par ordre d'arrivée avec l'indication du contenu, des montants des Propositions des rabais éventuels.
- Dresser une description détaillée des pièces constitutives de chaque offre ;
- Parapher les documents des plis ouverts, qui ne sont pas concernés par la demande de complément ;
- Dresser, séance tenante, le procès-verbal signé par tous les membres présents de la commission, qui doit contenir les réserves éventuelles formulées par les membres de la commission
- D'inviter, par écrit et le cas échéant, les soumissionnaires à compléter leurs dossiers de candidatures et offres techniques, par les documents manquants ou incomplets, à l'exception de :
  - Déclaration de candidature
  - Mémoire technique justificatif (**pièces évaluables**)
  - L'offre financière.
- Ces documents constituent des pièces éliminatoires, sauf les exceptions prévues ou règlement intérieur de la COPEO.
- Les offres concernées doivent être complétées dans un délai fixé dans le cahier des charges de l'appel d'offre et qui commence à courir à dater de l'ouverture des plis
- Dresse, le cas échéant, **un procès-verbal d'infirmité**, lorsqu'aucune offre n'est réceptionnée ou lorsque, après avoir évalué les offres, aucune offre n'est déclarée conforme à l'objet du cahier des charges, ou l'orsque le financement des besoins ne peut être assuré.
- Restituer, sans être ouverts, par le biais du service demandeur, les plis financiers correspondants aux candidatures ou aux offres techniques éliminées.

La COPEO se réunit, le jour correspondant à la date de dépôt des offres.

Elle se tient en séance publique, en présence des soumissionnaires qui désirent y assister, préalablement informés dans le cahier des charges de l'appel d'offres.

La Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO), sur la base des offres reçues procédera à :

### **L'analyse des offres selon les phases suivantes :**

**Phase 1 : Examen de la recevabilité des offres**, compte tenu des exigences fixées par le présent règlement et le cahier des charges de l'appel d'offre, si :

- ✓ Les plis répondent au formalisme exigé par le cahier des charges,
- ✓ Les pièces requises sont disponibles et/ou complétées si elles ont été constatées manquantes ou insuffisantes lors de l'ouverture des plis,
- ✓ Les offres sont conformes substantiellement au cahier des charges et à l'objet du contrat, notamment si le soumissionnaire n'a pas opéré des réserves importantes à leurs dispositions.

**Phase 2 : analyse des capacités techniques, professionnelles et financières** des soumissionnaires assortie d'un avis sur la présélection ou non de chaque soumissionnaire.

**Phase 3 : Evaluation des offres techniques** des Entreprises présélectionnées en phase 2 sur la base du système d'évaluation des offres déterminé dans le cahier des charges, les offres qui n'ont pas atteint la note de pré-qualification mentionnée au cahier des charges sont systématiquement éliminées.

**Phase 4 : Analyse des offres financières des soumissionnaires**, dont les offres ont été pré-qualifiées techniquement.

Cette évaluation financière porte sur :

- La vérification des calculs arithmétique (calculs horizontal et vertical, sous-totaux, taxes et autres droits, concordance de montants entre les différents documents contractuels et entre les chiffres et lettres, ..)
- La reproduction fidèle par le soumissionnaire de toutes les composantes des documents financiers du cahier des charges.
- L'existence des prix pour l'ensemble de prestations du bordereau, le cas contraire, il est fait application des mesures prévues dans le cahier des charges.
- La mise en œuvre, le cas échéant, de la marge de préférence nationale dans les conditions prévues à l'article 10.5 du règlement.

**Phase 5 : Etablissement du classement des soumissionnaires**

Dans le cadre de l'attribution du contrat conformément à l'article 25

#### **Article 22 : CARACTERE CONFIDENTIEL DE LA PROCEDURE**

Aucune information relative à l'examen, aux éclaircissements, à l'évaluation, à la comparaison des offres et aux recommandations relatives à l'attribution provisoire du contrat, ne pourra être divulguée aux soumissionnaires, ou à toute personne étrangère à la procédure d'examen et d'évaluation des offres, et ce jusqu'à la délibération de la commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres.

Toute tentative effectuée par un soumissionnaire pour influencer la Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO) au cours de la procédure d'examen d'évaluation et de comparaison des offres, conduira au rejet de son offre avec application, à son encontre, des mesures coercitives prévues par :

- la Loi n°06-01 du 20 février 2006 relative à la prévention et à la lutte contre la corruption complétée.

#### **Article 23 : DETERMINATION DE LA CONFORMITE DES OFFRES AU DOSSIER D'AVIS L'AVIS D'APPEL D'OFFRES.**

Avant l'évaluation des offres, la Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO) doit s'assurer de l'éligibilité et de la conformité de chaque offre aux conditions requises par le dossier de l'avis d'appel d'offre (à l'exception des pièces fiscales et parafiscales).

Lorsqu'une offre n'est pas conforme au dossier d'appel d'offres, elle est rejetée.

Lorsque le soumissionnaire n'est pas éligible suivant l'article 03, son offre sera rejetée.

#### **Article 24 : CORRECTION DES ERREURS**

Les offres qui ont été reconnues conformes à l'objet du contrat et au contenu du cahier des charges, seront vérifiées par la Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO) pour en rectifier les erreurs de calcul éventuelles.

Les erreurs seront corrigées par la Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO) de la façon suivante :

a) lorsqu'il existe une différence entre le montant en chiffre, et le montant en lettres, le montant en lettre fera foi.

b) Lorsqu'il existe une différence entre un prix unitaire et le montant total obtenu, en effectuant le produit du prix unitaire par la quantité, le prix unitaire cité fera foi, à moins que le service demandeur n'estime qu'il s'agit d'une erreur grossière de virgule dans le prix unitaire auquel cas le montant total cité fera foi et le prix unitaire sera corrigé.

Après prés qualification technique du soumissionnaire, l'offre la moins disante conformément au montant figurant dans la lettre de soumission, sera rectifié par la Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres (COPEO), comme suit :

- Si le montant corrigé est inférieur au montant figurant dans la lettre de soumission, le montant attribué sera celui corrigé.
- Si le montant corrigé est supérieur au montant figurant dans l'offre, le montant corrigé sera ramené systématiquement à celui porté sur son offre.

**Article 25 : CRITERES D'EVALUATION DES OFFRES**

L'évaluation des offres des soumissionnaires s'effectue, suivant la méthodologie et les barèmes ci-dessous basés sur les critères ci-après :

**I- CRITERES DE CHOIX DU soumissionnaire**

Outre la conformité à l'objet et au contenu du dossier de l'appel d'offre, et la vérification de l'éligibilité des soumissionnaires, l'évaluation des offres se déroulera en trois (03) phases, le choix de l'entreprise, sera basé sur les critères d'évaluation et le système de notation suivants :

1. **Le dossier de candidature.**
2. **L'offre technique** « mémoire technique justificatif » sera notée sur **100** points.
3. **Offre financière** : l'offre la moins disante.

**NB** : dans le cas ou deux (02) offres financières moins disante et de même montant, l'offre retenue sera celle de l'entreprise qui a obtenu la meilleure notation technique ou le délai le plus court ; en cas d'égalité de la note technique.

**1<sup>ère</sup> Phase : Evaluation Des Dossiers De Candidature :**

Cette 1<sup>ère</sup> phase consiste à l'évaluation des dossiers de candidature des soumissionnaires qui se base sur la conformité de leurs dossiers de candidature avec le contenu exigé dans le présent cahier des charges, les dossiers non conformes seront éliminés.

Les critères d'évaluation consistent à la vérification de l'éligibilité des candidats avec les documents justificatifs par les moyens matériels et le respect du planning et la cohérence des deux, pour la livraison dans les délais proposés.

**Si l'une des conditions d'éligibilité n'est pas satisfaite, l'offre sera rejetée systématiquement.**

**2<sup>ème</sup> Phase : Evaluation Des Offres Techniques« mémoire technique justificatif »: notée sur 100 points**

- La valeur technique de l'offre sera basée sur la réponse de l'entreprise sur les points techniques et organisationnels des travaux de la réalisation.
- Tous les engagements décrits dans le mémoire technique faisant partie intégrante du contrat d'exécution.
- Le service demandeur se réserve le droit de prendre toutes les mesures coercitives en cas de non-respect des critères précités pendant l'exécution du contrat.

Les critères de choix du soumissionnaire sont basés sur le système de notation suivant :

<b>1</b>	Méthodologie d'exécution des travaux objet du présent cahier des charges	15	Points
<b>2</b>	Moyens humains à mobiliser pour le projet	30	Points
<b>3</b>	Moyens matériels à mobiliser pour le projet	30	Points
<b>4</b>	Délai de réalisation	25	Points
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>Points</b>

- Note technique globale : ..... **100 points.**
- Note minimum : .....l'offre technique ayant obtenue une note **inférieure à 50 points sera éliminée.**

**II- CRITERES DE DISQUALIFICATION :**

Sous réserve de l'application des dispositions générales de la présente instruction, tout soumissionnaire est éliminé au cas où il obtiendra :

- \* La note inférieure à 50 points sur 100 pour l'offre technique.

**III- METHODOLOGIE D'EVALUATION DES OFFRES****1. La Méthodologie D'Exécution (Notée Sur Vingt (15) Points):**

La note méthodologique précisera toute l'organisation du travail compte tenu de toutes les interfaces existantes sur le chantier.

La note méthodologique sera évaluée selon les appréciations suivantes :

**a. Remise du planning et du phasage des travaux (noté sur Cinq (05) Points):**

Il s'agit de décrire et de détailler les méthodes et les moyens à mettre en place permettant d'assurer les travaux et la rotation des équipes intervenantes pour répondre aux conditions des deux fois huit (2 x 8) et aux moyens humains et matériel ainsi que l'approvisionnement du chantier. .

La note sera attribuée selon le contenu et les détails fournis dans le rapport, en tenant compte du planning des travaux joint au présent cahier des charges

- Rapport à l'atteinte des objectifs du service demandeur (cohérent et pertinent)	<b>Cinq (05) Points.</b>
- Rapport satisfaisant	<b>Trois (03) points.</b>
- Rapport sommaire	<b>Deux (02) points.</b>
- Absence de rapport	<b>Zéro (00) points.</b>

**b. Planning d'approvisionnement en matériaux (noté sur Cinq (05) Points):**

Il s'agit de décrire et de détailler les méthodes et les moyens à mettre en place permettant d'assurer un approvisionnement de qualité et en rapport à la cadence d'avancement des travaux.

La note sera attribuée selon le contenu et les détails fournis dans le rapport.

- Rapport à l'atteinte des objectifs du service demandeur (cohérent et pertinent)	<b>Cinq (05) Points.</b>
- Rapport satisfaisant	<b>Trois (03) points.</b>
- Rapport sommaire	<b>Deux (02) points.</b>
- Absence de rapport	<b>Zéro (00) points.</b>

**c. Planning des moyens humains et matériels (noté sur Dix (5) Points) :**

Il s'agit de décrire et de détailler les moyens humains et matériels à mettre en place permettant d'assurer la réalisation des travaux et le respect de planification et de répartition des tâches

La note sera attribuée selon le contenu et les détails fournis dans le rapport.

- Rapport à l'atteinte des objectifs du service demandeur (cohérent et pertinent)	<b>Dix (5) Points.</b>
- Rapport satisfaisant	<b>Sept (03) points.</b>
- Rapport sommaire	<b>Cinq (02) points.</b>
- Absence de rapport	<b>Zéro (00) points.</b>

**2. LES MOYENS HUMAINS A MOBILISER POUR LE PROJET (noté sur TRENTE (30) Points):**

Le soumissionnaire devra justifier pour les moyens humains à savoir encadrement technique (Chef de projet, Conducteur des travaux, Topographe) cités dans le mémoire technique justificatif par les attestations d'affiliation à la caisse de sécurité sociale délivrées durant l'année 2019-2020 et accompagnée des diplômes et CV. pour le projet, la note attribuée à ce critère est calculée comme suit :

**a. Encadrement technique (16 points) :**

- 01 Chef de projet (Ingénieur ou master en travaux publics ou hydraulique ou génie civil **Cinq ans** d'expérience au plus.....Note **08 points.**
- 01 Conducteur des travaux, TS ou Technicien en VRD ou titre équivalent :... ..Note **06 points.**
- 01 Topographe..... Note **02 points.**

**b. Moyens humains (14 points):**

- Liste des moyens humains par profil dûment signé par le soumissionnaire... 0.50 points par ouvrier (max **14 points**)

**3. LES MOYENS MATERIELS A MOBILISER POUR LE PROJET (noté sur Trente (30) Points) :**

La note attribuée à ce critère est calculée sur la base des :

- Cartes grises et assurance en cours de validité (à la date d'ouverture des plis) pour les véhicules et engins roulants (La note complète).
- les Contrats de commissaire-priseur pour les engins non roulante (la note complète).
- Contrats leasing (le trois-quarts (3/4) de la note).
- Contrats de location notariés accompagnée par cartes grises et assurances en cours de validité pour le matériel en location (la moitié (1/2) de la note).

Nombre	Désignation du Matériel	Note attribuée/Points
<b>01</b>	Finisher	04
<b>01</b>	Niveleuse	04
<b>01</b>	Répondeuse	04
<b>01</b>	Pelle mécanique	03
<b>01</b>	Rétro chargeurs	03
<b>01</b>	Compacteurs à cylindre	02
<b>01</b>	Compacteurs à pneumatique	02
<b>03</b>	Camions 12 tonnes ou plus (ou puissance > 25 CH)	02x3 6pts (max)
<b>01</b>	Camion-citerne	02
<b>TOTAL</b>		<b>30/30</b>

**4/ DELAIS D'EXECUTION DES TRAVAUX ; BAREME DE BASE = 25 POINTS**

Le délai de réalisation le plus court (D.C) se verra attribué 25 points.

Les autres délais se verront attribués une note selon le tableau suivante :

<b>Délai de réalisation proposé</b>	<b>Note attribuée/Points</b>
égale à 06 mois	25
Supérieur à 06 mois et inférieur ou égale à 10 mois	10
Supérieure à 10 mois	00

**DELAI DE REALISATION PROPOSE :** ..... ( ... ) Mois.

**A l'issue de l'évaluation technique, toutes les offres ayant une note technique égale ou supérieure à cinquante 50/100 points seront pré-qualifiées pour l'analyse financière.**

**AVIS D'APPEL D'OFFRES NATIONAL OUVERT AVEC  
EXIGENCE DE CAPACITES MINIMALES**

**Cahier des  
charges**

Travaux relatif à la réalisation de

**- Offre Financière -**

**\*\* Le Jour De Dépôt Des Offres Est Fixé  
Le ..... Au Plus Tard à Midi (12 H 00).**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**LA LETTRE DE SOUMISSION**

**1/ Identification du service contractant :**

Désignation du service contractant : .....

Nom, prénom, qualité du signataire du marché public.....

**2/ Présentation du soumissionnaire :**

présentation du soumissionnaire (reprenre la dénomination de la société telle que figurant dans la déclaration de candidature) :

Soumissionnaire seul

Dénomination de la société : .....

Soumissionnaire groupement momentané d'entreprises : Conjoint  Solidaire

Dénomination de chaque société :

1/ .....

2/ .....

3/ .....

Dénomination du groupement : .....

**3/ Objet de la lettre de soumission :**

Objet du marché public : .....

Wilaya(s) où seront exécutées les prestations, objet du marché public : **WILAYA DE** .....

La présente lettre de soumission est présentée dans le cadre d'un marché public alloti :

Non  Oui

Dans l'affirmative :

Préciser les numéros des lots concernés ainsi que leurs intitulés : .....

**4/ Engagement du soumissionnaire :**

Le signataire :

S'engage, sur la base de son offre et pour son propre compte ;

Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères :

Nom, prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion du marché public : .....

Engage la société, sur la base de son offre ;

Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères : .....

Nom, prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion du marché public : .....

L'ensemble des membres du groupement s'engagent, sur la base de l'offre du groupement :

Présentation des membres du groupement (chaque membre du groupement doit renseigner cette rubrique. Les autres membres du groupement doivent remplir cette rubrique dans une feuille jointe en annexe, en donnant un numéro d'ordre à chaque membre) :

1/ Dénomination de la société : .....

Adresse, n° de téléphone, n° de fax, adresse électronique, numéro d'identification statistique (NIS) pour les entreprises de droit algérien, et le numéro D-U-N-S pour les entreprises étrangères : .....

Nom, prénom, nationalité, date et lieu de naissance du signataire, ayant qualité pour engager la société à l'occasion du marché public : .....

Après avoir pris connaissance des pièces du projet de marché public et après avoir apprécié sous ma responsabilité, la nature et la complexité des prestations à exécuter :

- remets, revêtus de ma signature, un bordereau des prix et un détail estimatif, établis conformément aux cadres figurant au dossier du projet du marché.

- me soumetts et m'engage envers (indiquer le nom du service contractant) ..... à exécuter les prestations conformément aux conditions du cahier des prescriptions spéciales et moyennant la somme de (indiquer le montant du marché public en dinars et, le cas échéant, en devises étrangères, en lettres, en chiffres, en hors taxes et en toutes taxes) : .....

Dans le cas d'un groupement conjoint préciser les prestations exécutées par chaque membre du groupement, en précisant le numéro du lot ou des lots concerné (s), le cas échéant :

DESIGNATION DES MEMBRES	NATURE DES PRESTATIONS	MONTANT HT DES PRESTATIONS
.....	.....	.....

Imputation budgétaire : .....

Le service contractant se libère des sommes dues, par lui, en faisant donner crédit au compte bancaire n° .....

ouvert auprès : .....

Adresse : .....

**5/ Signature du soumissionnaire :**

Affirme, sous peine de résiliation de plein droit du marché public ou de sa mise en régie aux torts exclusifs de la société, que ladite société ne tombe pas sous le coup des interdictions édictées par la législation et la réglementation en vigueur.

Certifie, sous peine de l'application des sanctions prévues par l'article 216 de l'ordonnance n° 66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal que les renseignements fournis ci-dessus sont exacts.

NOM, PRENOM, QUALITE DU SIGNATAIRE	LIEU ET DATE DU SIGNATURE	SIGNATURE
.....	.....	.....

**6/ Décision du service contractant :**

La présente offre est .....

A..... le .....

Signature du représentant du service contractant :

**N.B :**

- Cocher les cases correspondant à votre choix.
- Les cases correspondantes doivent obligatoirement être remplies.
- En cas de groupement, présenter une seule déclaration. Dans le cas d'un groupement conjoint préciser éventuellement le numéro de compte bancaire de chaque membre du groupement.
- En cas d'allotissement présenter une déclaration par lot.
- Pour chaque variante présenter une déclaration.
- Pour les prix en option présenter une seule déclaration.
- Lorsque le soumissionnaire est une personne physique, il doit adapter les rubriques spécifiques aux sociétés, à l'entreprise individuelle.

# **Bordereau Des Prix Unitaire**

<b>I TERRASSEMENT :</b>			
<b>N°</b>	<b>DESIGNATION DES OUVRAGES PRIX UNITAIRES EN TOUTES LETTRES</b>	<b>l'unité</b>	<b>PU (HT)</b>
<b>1</b>	<p><b>Terrassement en grande masse :</b> Terrassement en grande masse par déblais et remblais en terrain normale classe A et B meubles caillouteux ou marne compacte à l'aide d'engins mécaniques jusqu'au niveau des cotes projets conformément aux plans de terrassements utilisation des matériaux provenant des déblais pour le remblais s'il est jugé convenable pour le remblais le compactage se fera par couches successives de 20cm d'épaisseur maximum au rouleau compacte.. après arrosage, engins mécanique, main d'œuvre et toutes sujétions</p> <p>Déblais Le mètre cube      Quatre cents dinars.....</p>	<i>m<sup>3</sup></i>	.....400,00DA...
<b>2</b>	<p><b>Fouilles en puits :</b> Fouilles en puits en terrain normal de classe A et B à l'aide d'engins mécaniques ou manuels, y compris dressement des parois réglage du fond de fouilles et transport des terres sur les lieux de stockage pour remblais après achèvement des fondations main d'œuvre et toutes sujétions</p> <p>Le mètre cube      TROIS CENT DINARS.....</p>	<i>m<sup>3</sup></i>	300,00 DA.....
<b>3</b>	<p><b>Fouilles en rigoles :</b> Fouilles en rigoles en terrain normal de classe A et B à l'aide d'engins mécaniques ou manuels, y compris dressement des parois réglage du fond de fouilles et transport des terres sur les lieux de stockage pour remblais après achèvement des fondations main d'œuvre et toutes sujétions</p> <p>Le mètre cube      TROIS CENTS DINARS</p>	<i>m<sup>3</sup></i>	.....300,00 DA.....
<b>4</b>	<p><b>Remblais au pourtour des fondation</b> Remblais au pourtour des fondations par les terres provenant des fouilles et nettoyées des débris végétaux et des grosses pierres, souches, racines, y compris compactage par couches successives de 20 cm après arrosage et toutes sujétions</p> <p>Le mètre cube      DEUX CENTS CINQUANTE DINARS</p>	<i>M<sup>3</sup></i>	...250,00 DA...
<b>5</b>	<p><b>Transport à la décharge public</b> <i>Evacuation des terres excédentaires hors enceinte du camion transport sur lieu de déchargement public et le retour, ainsi que foisonnement selon la nature du terrain et toutes sujétion nécessaires</i></p> <p>Le mètre cube      TROIS CENTS DINARS</p>	<i>m<sup>3</sup></i>	...300,00 DA...

<b>II – INFRASTRUCTURE :</b>			
1	<p><b>Béton de propreté dosé à 250 Kg/ m<sup>3</sup>/semelles et longrines</b>  Fournitures et mise en œuvre de gros béton de caillasse dosé à 250 Kg coulé en pleine fouilles en fondation et longrines pour assise des ouvrages en fondations et longrines, y compris préparation mise en œuvre d'exécutions, main d'œuvre et toutes sujétions</p> <p>A/ Semelle  Le mètre cube <i>QUATRE MILLE DINARS.....</i></p> <p>B/ longrine  Le mètre cube <i>QUATRE MILLE DINARS.....</i></p>	<p><i>m<sup>3</sup></i></p> <p><i>m<sup>3</sup></i></p>	<p><i>...4 000,00 DA.....</i></p> <p><i>...4 000,00 DA.....</i></p>
2	<p><b>Béton armé dosé à 350 Kg/ m<sup>3</sup> pour :</b>  Béton armé dosé à 350 Kg/M3, y compris traçage, soufflage, découpage, façonnage, et brossage des armatures, rabotage et assemblage, coffrage, préparation du béton à l'aide de moyens manuels ou mécanique transport par moyens de levage, fourniture et toutes sujétion.</p> <p>A) semelles :  Le mètre cube <i>VINGT MILLE DINARS...</i></p> <p>B) voile périphérique:  Le mètre cube <i>VINGT MILLE DINARS...</i></p> <p>C) Longrines :  Le mètre cube <i>VINGT MILLE DINARS...</i></p> <p>D) Amorces poteaux :  Le mètre cube <i>VINGT MILLE DINARS....</i></p>	<p><i>m<sup>3</sup></i></p> <p><i>m<sup>3</sup></i></p> <p><i>m<sup>3</sup></i></p> <p><i>m<sup>3</sup></i></p>	<p><i>...20 000,00 DA...</i></p> <p><i>.....20 000,00 DA....</i></p> <p><i>...20 000,00 DA.....</i></p> <p><i>...20 000,00 DA.....</i></p>
3	<p>Hérissonage en pierre sèche :  Couche anticapillaire par hérissonage en pierres sèches 25 cm, y compris main d'œuvre et toutes sujétions</p> <p>Le mètre carré <i>TROIS CENTS DINARS...</i></p>	<p><i>m<sup>2</sup></i></p>	<p><i>...3 00,00 DA...</i></p>
4	<p><b>Plate forme de 10 cm de béton</b>  Dalle pleine en béton armé à 350 kg/M3 sur hérisson, y compris treillis soudés, mise en œuvre, coulage du béton, main d'œuvre, fourniture et toutes sujétions nécessaires</p> <p>Le mètre carré <i>SIX CENTS DINARS...</i></p>	<p><i>m<sup>2</sup></i></p>	<p><i>...600,00 DA....</i></p>
5	<p><b>Badigeonnage en flintkot</b>  Badigeonnage en Flintkot sur toutes les surfaces de béton armé en fondation en contact directe de l'eau ou l'humidité y compris toutes sujétions de bonne exécution</p> <p>Le mètre carré <i>DEUX CENTS DINARS...</i></p>	<p><i>m<sup>2</sup></i></p>	<p><i>...200,00 DA....</i></p>
<b>III- L'ASSAINISSEMENT :</b>			
1	<p>Fourniture et pose de regards en béton armé dosé à 350 kg/m, fond et faces intérieurs des parois enduits au mortier étanche 250kg/m, lisses et angles arrondis compris tampon en béton, gros béton ép.:0,10m dosé à 350kg/m, réservations pour traversées des canalisations et toutes sujétions</p>		





3	<p><b>Dale de sol 30/40 :</b> Revêtement sol dalle de sol de 30/40 posé à bain de mortier de ciment sur un lit de sable, y compris fourniture pose, coupe, lustrage, coulage des joints, main d'œuvre et toutes sujétions de bonne exécution. Le mètre carré MILLE TROIS CENTS DINARS</p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>...1 300,00 DA...</i>
4	<p><b>Faïence 30 x 40 pour:</b> Revêtement des murs des salles d'eau en faïence de 30 x 40 couleur au choix du BET posée à bain de mortier de ciment, jointoyé au laitier de ciment blanc, y compris fournitures, transport à pied d'œuvre, trempage dans l'eau, pose, coupe, chutes, raccordement avec les enduits, main d'œuvre et toutes sujétions d'exécutions selon les règles de l'art Le mètre carré :HUIT CENTS DINARS</p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>...800,00 DA...</i>
5	<p><b>Plinthe de couleur de 0.30 m H =0.07 :</b> Plinthe de couleur de 0.30 m H =0.07 posées à bain de mortier de ciment, les joints doivent être coulés au ciment blanc, y compris coupage, trempage dans l'eau, nettoyage, mise en place et toutes sujétions de bonnes exécutions Le mètre linéaire :DEUX CENTS DINARS</p>	<i>ml</i>	<i>...200,00 DA...</i>
6	<p><b>Revêtement en marbre pour marche et contre marche :</b> Revêtement sol en marbre posé à bain de mortier de ciment sur un lit de sable, y compris fourniture pose, coupe, lustrage, coulage des joints, main d'œuvre et toutes sujétions Le mètre linéaire :MILLE DEUX CENTS DINARS</p>	<i>ml</i>	<i>...1 200,00 DA...</i>
<b>VII- ETANCHEITE :</b>			
1	<p><b>Forme de pente 1 % à 1,5 % :</b> Forme de pente exécutée en béton maigre dosé à 250 KG/M3 avec une pente conformément aux plans y compris coulage par étape , main d'œuvre et toutes sujétions de bonne exécution . <i>Le mètre carré : TROIS CENTS DINARS</i></p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>300,00 DA</i>
2	<p><b>Ecran par vapeur :</b> Fourniture et pose d'écran par vapeur sur forme de pente suivant plan approuvé par le CTC ,bien nettoyé y compris transport à pied d'œuvre application avec inter-enduit et toutes sujétions nécessaire à la bonne exécution . <i>Le mètre carré : DEUX CENTS DINARS</i></p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>200,00 DA</i>
3	<p><b>Isolation thermique</b> Isolation thermique en liege ou polystirene agréé par CTC de 4 cm d'épaisseur appliquée avec -Une couche E.A.F -un feutre bitumé36/S -Une couche E.A.C 1.5KG/M2 y compris coulage, façonnage des joints et toutes sujétions Le mètre carré CINQ CENTS DINARS</p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>500,00 DA</i>
4	<p><b>Etanchéité multicouche :</b> Complexe d'étanchéité multicouche pour protection contre les intempéries composé de - Feutre bitumeux 36/S - Enduit à chaux E.AC - Feutre bitumeux 36/S</p>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enduit à chaux E.AC</li> <li>- Feutre bitumeux 36/S</li> <li>- Enduit à chaux E.AC</li> </ul> <p>Exécutes après isolation conformément aux règles de l'art et doit faire de la part de l'entreprise l'objet d'une garantie décennale y compris toutes sujétions de bonne exécution . Le mètre carré :CINQ CENTS DINARS</p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>500,00 DA</i>
5	<p><b>Protection lourde:</b> Fourniture et pose d'une protection lourde de gravillons5/15 roulés épaisseur moyenne de 4 cm <i>Le mètre carré:DEUX CENTS DINARS</i></p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>200,00 DA</i>
6	<p><b>Flintkot :</b> <i>Couche de flintkot exécuté sur toute la surface de la forme de pente y compris toutes sujétions de bonne exécution.</i> <i>Le mètre carré:DEUX CENTS CINQUANTE DINARS</i></p>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>250,00 DA</i>
7	<p><b>Paxaluminium :</b> <i>Relevé d'étanchéité composé en paxaluminium exécuté soigneusement, raccord à la chape par soudure à la lampe, encadrement des souches de cheminée, trappe de visite, joint de dilatation solin en ciment ...y compris toutes sujétions de bonne exécution</i> <i>Le metre lineaireQUATRE CENTS DINARS</i></p>	<i>ml</i>	<i>400,00 DA</i>
8	<p><i>Moignon en plomb+crapaudine:</i> <i>L'unité : MILLE DEUX CENTS DA</i></p>	<i>U</i>	<i>1 200,00 DA</i>
<b>VIII- MNUISERIE:</b>			
1	<p><b>Baie vitré en aluminium de 2,80x2,50m</b> Baie vitré (aluminium couleur au choix du BET ) type BV1 de 4,00x3,50 m ,dote d'une porte de 1,60x2,5 :suivant Plans ,y compris verre translucide, pattes à scellement, et toutes sujestion de la mise en œuvre . <i>L'Unité : CINQUANTE MILLE DINARS.....</i></p>	<i>U</i>	<i>50 000,00 DA</i>
2	<p><b>Porte metalique coulissante (P1) 2,80x2,50m:</b> Fourniture, pose et scellement de portes métallique non pleine type P2 de2.8x2.50m à deux vantaux , en éléments de type carré ,époussetage, quincaillerie et serrurie, couche de peinture d'impression faite avant la pose , béquilles doubles chambranle , système de fermeture, plaque de propreté loqueteau , ajustage , main d'œuvre et toutes sujétions nécessaires à la bonne exécution <i>L'Unité : TRENTE CINQ MILLE DINARS</i></p>	<i>U</i>	<i>35 000,00 DA</i>
3	<p><b>Porte pleine (P2)0.85X2.20 :</b> Fourniture , pose et scellement de portes pleine en bois type P2 de 0.85 X 2.20 m à un vantail , suivant détail du bureau d'études, y compris pattes ,y compris, ajustage , main d'œuvre et toutes sujétions nécessaires à la bonne exécution <i>L'Unité : DOUZE MILLE DINARS</i></p>	<i>U</i>	<i>12 000,00 DA</i>

4	<p><b>Porte pleine (P3)0.74X2.20 :</b> Fourniture , pose et scellement de portes pleine en bois type P3de 0.74 X 2.20 m à un vantail , suivant détail du bureau d'études, y compris pattes ,y compris, ajustage , main d'œuvre et toutes sujétions nécessaires à la bonne exécution L'Unité : DIX MILLE DINARS</p>	U	10 000,00 DA
5	<p><b>Porte en aluminium (P4)074x2.00:</b> Fourniture , pose et scellement de portes aluminium type P4 0.74x2.00 m à un vantail , époussetage, quincaillerie et serrurerie, béquilles doubles chambranle , système de fermeture, plaque de propreté loqueteau , ajustage , main d'œuvre et toutes sujétions nécessaires à la bonne exécution  <b>L'unité : QUINZE MILLE DINARS</b></p>	U	15 000,00 DA
6	<p><b>Fenetre F1 en aluminium 140x1.60:</b> Fourniture , pose et scellement de fenêtre en aluminium type F1 de 1.40x1.60 m à un vantail ouvrant a la française , époussetage, quincaillerie et serrurerie, béquilles doubles chambranle , système de fermeture, plaque de propreté loqueteau , ajustage , main d'œuvre et toutes sujétions <b>L'unite :VINGT ET UN MILLE DINARS</b></p>	U	21 000,00 DA
7	<p><b>Chassis en aluminium F2 0.7x0.8 :</b> Fourniture et pose d'une chassis en aluminium haute de 0.70 x 0.80 pour éclairage et aération ouvrant a battant tombant avec quincaillerie nécessaire,système de fermeture et toutes sujétions. L'Unité : CINQ MILLE DINARS</p>	U	5 000,00 DA
<b>IX- PEINTURE ET VITRERIE :</b>			
1	<p><b>Peinture vinyliques murs extérieurs :</b> Fourniture et application de peinture vinylique sur murs extérieurs en trois couches y compris préparation , y compris rebouchage , égrainage brossage ,échafaudage ,et toutes sujétions de bonne exécution . <b>Le mètre carré :CENT DIX DINARS</b></p>	m <sup>2</sup>	110,00 DA
2	<p><b>Peinture vinylique sur murs intérieurs:</b> Fourniture et application de peinture vinylique sur murs intérieurs en trois couches y compris préparation , y compris rebouchage , égrainage brossage ,échafaudage ,et toutes sujétions de bonne exécution . <b>Le mètre carré :CENT DINARS</b></p>	m <sup>2</sup>	100,00 DA
3	<p><b>Peinture vinylique sous plafonds:</b> Fourniture et application de peinture vinylique sous plafonds en trois couches y compris préparation , y compris rebouchage , égrainage brossage ,échafaudage ,et toutes sujétions <b>Le mètre carré :CENT DINARS</b></p>	m <sup>2</sup>	100,00 DA
4	<p><b>Peinture à l'huile sur menuiserie métallique :</b> Fourniture et application de peinture glyucérophtalique sur menuiserie métallique exécutée en deux couches sur la couche d'impression faite avant la pose y compris , pançage ,et brossage , main d'oeuvre et toutes sujétions <b>Le mètre carré :CENT VINGT DINARS</b></p>	m <sup>2</sup>	120,00 DA

5	<p><b>Peinture à l'huile sur boiserie :</b> Fourniture et application de peinture à l'huile sur menuiserie bois exécutée en deux couches sur la couche d'impression faite avant la pose y compris lissage , pansage enduit gros pour rebouchage , main d'oeuvre et toutes sujétions de bonne exécution . Le mètre carré :CENT VINGT DINARS</p>	m <sup>2</sup>	120,00 DA
6	<p><b>Glace argentée de 60X40cm :</b> Fourniture et pose de glace argentée,y compris coupes,chutes,main d'œuvre et toutes sujétions. L'unité:MILLE DEUX CENTS DINARS</p>	U	1 200,00 DA
7	<p><b>F/P verre de vitre armé :</b> Fourniture et pose de verre de vitre armé, y compris coupes, chutes,main d'œuvre et toutes sujétions . Le metre carré:TROIS MILLE CINQ CENTS DINARS</p>	m <sup>2</sup>	3 500,00 DA
8	<p><b>F/P verre de vitre demi-double translucide :</b> Même conditions et sujétions que l'article ci-dessus. Le metre carré :MILLE DEUX CENTS DINARS</p>	m <sup>2</sup>	1 200,00 DA
<b>X- ELECTRICITE :</b>			
1	<p><b>F/p hublot étanche :</b> Fourniture et pose de Hublot étanche avec lampe70W. y compris toutes sujétions de bonne exécution L'Unité: HUIT CENTS</p>	U	800,00 DA
2	<p><b>luminaire :</b> Fourniture et pose Luminaires plafonnier Fluorescents . y compris toutes sujétions de bonne exécution a) 1x40W, L60 cm L'Unité : MILLE DEUX CENTS DINARS b) 1x36W L=1.2m L'Unité :MILLE CENT DINARS</p>	U	1 200,00 DA
		U	1 100,00 DA
3	<p><b>Spot plafonnier :</b> Spot plafonnier rond d=25cm encastré avec lampe halogène 100W L'Unité :DEUX MILLE CINQ CENTS DINARS</p>	U	2 500,00 DA
4	<p><b>luminaire plafonnier carré:</b> F/P luminaire plafonnier carré L=60cm a grille avec lampe fluorescente 1x18 W L'Unité :MILLE CINQ CENTS DINARS</p>	U	1 500,00 DA
5	<p><b>Applique murale :</b> Applique murale( type résidentiel) éclairage extérieure à lampe compacte EUREKA 26W L'Unité : SIX CENTS DINARS</p>	U	600,00 DA
6	<p><b>F/P prise de courant :</b> Fourniture et pose Prise de courant étanche encastré 16A 220V (2P+T)y compris toutes sujétions de bonne exécution L'Unité :CENT VINGT DINARS</p>	U	120,00 DA
7	<p><b>F/P prise de courant :</b> Fourniture et pose Prise de courant encastré y compris toutes sujétions de bonne exécution L'Unité : CENT VINGT DINARS</p>	U	120,00 DA

8	<p><b>Fils de cuivre :</b> Fourniture et pose de fils conducteur H 07 VU sous gaine ICD-6AE diam 9et 11</p> <p>a) Fil cuivre 1,5mm<sup>2</sup> le mètre linéaire : QUATRE VINGT DINARS</p> <p>b) Fil cuivre 2,5mm<sup>2</sup> le mètre linéaire : QUATRE VINGT DIX DINARS</p> <p>c) cable en cuivre U1000R02V de section 1/S 4x25 LE METRE LINEAIRE : QUATRE CENTS DINARS</p>	ml	80,00 DA
9	<p><b>F/P INTERRUPTEUR :</b> Fourniture et pose d'Interrupteur encastré</p> <p>a) S.A L'Unité: CENT VINGT DINARS</p> <p>b) D.A L'Unité CENT VINGT DINARS</p>	U	120,00 DA
10	<p><b>F/P Barrette de coupure</b> Fourniture et pose d'e barrette de coupure et mesur de terre</p> <p>L'Unité :DEUX CENTS DINARS</p>	U	200,00 DA
11	<p><b>F/P Bouton poussoir</b> Fourniture et pose d'un bouton poussoir encastré 10A</p> <p>L'Unité :CENT VINGT DINARS</p>	U	120,00 DA
12	<p><b>Coffret de distribution électrique :</b> F/P de Coffret de distribution électrique CDE (RDC) comportant:</p> <p>01 Disjoncteur principal magnétothermique diff tri 380v / 63A</p> <p>05 Disjoncteurs divisionnaire monophasé 220v / 20A</p> <p>05 Disjoncteurs divisionnaire monophasé 220v / 10A</p> <p>01 telérupteur 220v</p> <p>ENS:CINQ MILLE DINARS</p>	Ens	5000,00 DA
13	<p><b>F/P cable de terre :</b> Fourniture et pose Câble de terre Nu Etamé 28mm<sup>2</sup> compris fourreau de remontée</p> <p>L'e mètre linéaire :DEUX CENT DINARS</p>	ml	200,00DA
<b>XI- PLOMBERIE SANITAIRE :</b>			
1	<p><b>F/P de canalisation d'alimentation froide :</b> Fourniture et pose de canalisation d'alimentation froide en E-F et E, C, S en cuivre écroui compris coudes, tes, manchons, réductions, fourreaux de traversées, colliers de pose et toutes sujétions</p> <p>a) Canalisation dia 25 le mètre linéaire SIX CENTS DINARS</p> <p>b) Canalisation dia 20 le mètre linéaire : CINQ CENTS DINARS</p> <p>c) Canalisation dia 15 le mètre linéaire : QUATRE CENTS DINARS</p>	ml	600,00 DA
2	<p><b>F/P de canalisation d'alimentation en gaz :</b> Fourniture et pose de canalisation d'alimentation en gaz en cuivre</p>		

	recuit compris coudes, tes, manchons, réductions, fourreaux de traversées, colliers de pose et toutes sujétions. Canalisation <b>dia 20/22</b> le mètre linéaire SIX CENTS DINARS	<i>ml</i>	600,00 DA
3	<b>F/Pde canalisation :</b> Fourniture et pose de canalisation d'évacuation d'eaux usées et eaux vannes en P.V.C compris coudes, tes droits, colliers de fixation et toutes sujétions a) Canalisation en P.V/C <b>dia 40</b> le mètre linéaire CENT VINGT DINARS	<i>ml</i>	120,00 DA
	b) Canalisation en P.V/C <b>dia 80</b> le mètre linéaire : CENT CINQUANTE DINARS	<i>ml</i>	150,00 DA
	c) Canalisation en P.V/C <b>dia 110</b> le mètre linéaire : DEUX CENTS DINARS	<i>ml</i>	200,00 DA
4	<b>F/P vanne :</b> Fourniture et pose de vanne d'isolement pour eau y compris toutes sujétions <b>DN25</b> L'Unité : MILLE DEUX CENTS DINARS	<i>U</i>	1 200,00 DA
	<b>DN20</b> L'Unité : MILLE DINARS	<i>U</i>	1 000,00 DA
	<b>DN15</b> L'Unité : HUIT CENTS DINARS	<i>U</i>	800,00 DA
5	<b>F/P robinet de service:</b> Fourniture et pose de robinet de service pour gaz <b>DN20 y</b> compris toutes sujétions L'Unité : MILLE DEUX CENTS	<i>U</i>	1 200,00 DA
6	<b>F/P robinet d'isolement :</b> Fourniture et pose de robinet d'isolement gaz <b>dia 20 y</b> compris toutes L'Unité : MILLE DEUX CENTS DINARS	<i>U</i>	1 200,00 DA
7	<b>F/P siphon :</b> Fourniture et pose de Siphon de Sol diam 40 Type 200 x 200 et toutes sujétions de mise en place l'ensemble installé hermétiquement. L'Unité : HUIT CENTS DINARS	<i>U</i>	800,00 DA
8	<b>F/P d'un lavabo:</b> Fourniture et pose de lavabo individuel en porcelaine y compris mélangeur,raccordement et toutes sujétions L'Unité : QUATRE MILLE DINARS	<i>U</i>	4 000,00 DA
9	<b>F/P Evier :</b> Fourniture et pose d'un évier en inox avec mélangeur y compris raccordement à l'alimentation L'Unité :CINQ MILLE DINARS	<i>U</i>	5 000, DA
10	<b>F/P Siege a l'anglaise :</b> Fourniture et pose de siege à l'anglaise en porcelaine compris raccordement et toutes sujétions. L'Unité :QUATRE MILLE DINARS	<i>U</i>	4 000, DA
<b>XII- CHAUFFAGE :</b>			

1	<p><b>F/P de chaudière murale :</b>                  Fourniture et pose de chaudière murale 20 000 Kcal/H, y compris toutes sujétions d'équipements, d'accessoires, de sécurité, des raccordements, des branchements, d'évacuation des gaz brûlés, de régulation, essais de température, main de d'œuvre spécialisée et de parfaite mise en marche suivant les règles de l'art et les normes en vigueur.                  L'Unité : QUATRE VINGT MILLE DINARS</p>	U	80 000,00 DA
2	<p><b>F/P de vanne d'isolement:</b>                  Fourniture, pose de vanne d'isolement, y compris tous les accessoires, et toutes sujétions                  D N 20                  L'Unité : MILLE CINQ CENTS DINARS</p>	U	1 500,00 DA
3	<p><b>F/P de radiateur:</b>                  Fourniture et pose de radiateurs en Fonte à éléments sectionnés, sur consoles, compris robinet de réglage droit d'équerre, dispositif de purge, fixation, scellement, l'ensemble installé en parfait état de fonctionnement</p> <p>a) R12 Puis = 1440 Kcal/h                  L'Unité : DIX HUIT MILLE DINARS</p> <p>b) R14 Puis 1680 Kcal/h                  L'Unité: VINGT CINQ MILLE DINARS</p> <p>c) R20 Puis 2400 Kcal/h                  L'Unité : TRENTE CINQ MILLE                  DINARS</p>	U U U	18 000,00 DA 25 000,00 DA 35 000,00 DA
4	<p><b>F/P de canalisation en acier:</b>                  Fourniture et pose de canalisation en acier mi-lourd pour installation de distribution d'eau chauffage intérieure, compris coudes, manchons, Tes, réductions, fourreaux de traversées, colliers de pose, deux couches de peinture anticorrosive et toutes sujétions</p> <p>a) Canalisation diam 15/21                  le mètre linéaire : QUATRE CENTS DINARS</p> <p>b) Canalisation diam 20/27                  le mètre linéaire : TROIS CENTS CINQUANTE D</p> <p>A</p>	ml ml	400,00 DA 350,00 DA

# **Devis Quantitatif Estimatif**

N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	Unité	Quantité	Prix Unitaire en DA/HT	Montant en DA/HT
<b>I TERRASSEMENT :</b>					
1	Terrassement en grand masse déblais	m <sup>3</sup>	149,76	400,00	59 904,00
2	Fouille en puits	m <sup>3</sup>	103,4	300,00	31 020,00
3	Fouille en rigoles	m <sup>3</sup>	44,44	300,00	13 332,00
4	Remblai des terres	m <sup>3</sup>	75,18	250,00	18 795,00
5	Transport à la décharge publique	m <sup>3</sup>	78.84	300,00	23 652,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					146.703,00
<b>II – INFRASTRUCTURE :</b>					
1	Béton de propreté A-Semelles : B-Longrines :	m <sup>3</sup>	04.75	4 000,00	19 000,00
		m <sup>3</sup>	04.25	4 000,00	17 000,00
2	<b>Béton armé :</b> A- pour semelle B- pour voile périphérique C- pour longrine D- pour amorces poteaux	m <sup>3</sup>	15.50	20 000,00	310 000,00
		m <sup>3</sup>	35.10	20 000,00	702 000,00
		m <sup>3</sup>	10.12	20 000,00	202 400,00
		m <sup>3</sup>	02.60	20 000,00	52 000,00
3	Hérissonage en pierre sèche	m <sup>2</sup>	109.40	300,00	32 820,00
4	Plate forme en béton de 10 cm	m <sup>2</sup>	109.40	600,00	65 640,00
5	Badigeonnage en flint kot	m <sup>2</sup>	145.25	200,00	29 050,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					1 429 910,00
<b>III- L'ASSAINISSEMENT :</b>					
1	F/P Fourniture et pose de regards en béton armé dosé à 350 kg/m, F/P a) Regard 0.4x0.4x0.6 b) Regard 0.5x0.5x0.7 c) Regard 0.6x0.6x1, 0	U	2	7 000,00	14 000,00
		U	3	8000,00	24 000,00
		U	3	9 000,00	27 000,00
2	F/P Buse en ciment comprime Ø 200				
		ml	30	300,00	9 000,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					74 000,00
<b>IV – SUPERSTRUCTURE</b>					
1	a) Béton armé pour poteaux	m <sup>3</sup>	05.75	20 000,00	115 000,00
	b) Béton armé pour poutres	m <sup>3</sup>	10.90	20 000,00	218 000,00
	c) Béton armé pour marches	m <sup>3</sup>	04.40	20 000,00	88 000,00
	d) Béton armé pour dalle pleine	m <sup>3</sup>	12	20 000,00	240 000,00
	e) Béton armé pour acrotère	m <sup>3</sup>	3.62	12 000,00	43 440,00
2	Plancher corps creux 20+5	m <sup>2</sup>	103.70	1 800,00	186 660,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					891 100,00
<b>V - MACONNERIE</b>					

1	Maçonnerie en brique de 30cm	m <sup>2</sup>	135.5	1 400,00	189 700,00
2	Maçonnerie en brique de 10cm	m <sup>2</sup>	98.50	1 000,00	98 500,00
3	Bac à fleur				
	a- L=5.20 m H=40cm	U	2	6 000,00	12 000,00
	b- L=3.80 m H=40cm	U	2	4 000,00	8 000,00
4	Béton armé pour linteaux ep=10cm	ml	31,2	400,00	12 480,00
5	Béton armé pour appuis de fenêtre	ML	9.20	400,00	3 680,00
6	Béton pour dalle de potager	M2	4.8	1 500,00	7 200,00
7	Brique de verre (Nevada)	M2	12	6 000,00	72 000,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					403 560,00

**VI- ENDUIT ET REVETEMENT SOL ET MURS**

1	A- Enduit au ciment sur murs intérieur	m <sup>2</sup>	33.74	350,00	11 809,00
	B- Enduit au ciment sur murs extérieure	m <sup>2</sup>	210.44	300,00	63 132,00
	C-Enduit au ciment sous plafond	m <sup>2</sup>	17.90	300,00	5 370,00
2	A)-Enduit au plâtre sur murs intérieur	m <sup>2</sup>	72.40	250,00	18 100,00
	B)-Enduit au plâtre sous plafond	m <sup>2</sup>	85.92	250,00	21 480,00
3	Revêtement en dalle de sol 30/40	m <sup>2</sup>	109.14	1 300,00	141 882,00
4	Revêtement en Faïence 20x20	m <sup>2</sup>	105.80	800,00	84 640,00
5	Plinthes vernissées	ml	120.08	200,00	24 016,00
6	Revêtement en marbre pour marche et contre marche	ml	12	1 200,00	14 400,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					384 829,00

**VII- ETANCHEITE :**

1	Forme de pente	m <sup>2</sup>	126.85	300,00	38 055,00
2	Ecran par vapeur	m <sup>2</sup>	126.85	200,00	25 370,00
3	Isolation thermique	m <sup>2</sup>	126.85	500,00	63 425,00
4	Étanchéité multicouche	m <sup>2</sup>	126.85	500,00	63 425,00
5	Protection lourde en gravillon	m <sup>2</sup>	126.85	200,00	25 370,00
6	Flint kot	m <sup>2</sup>	333.43	250,00	83 357,50
7	Pax aluminium	ml	97.21	400,00	38 884,00
8	Moignon en plomb+crapaudine	U	02	1 200,00	2 400,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					340 286,50

**VIII- MENUISERIE:**

1	Baie vitrée en aluminium (2.80mx2.5m)	U	01	50 000,00	50 000,00
2	Porte métallique coulissante P1(2.80x2.50)	U	01	35 000,00	35 000,00
3	Porte pleine P2(0.85X2.20)	U	03	12 000,00	36 000,00
4	Porte pleine P3(0.74x2.20)	U	04	10 000,00	40 000,00
5	Porte en aluminium (P4) 0.74x2.20	U	6	15 000,00	90 000,00
6	Fenêtre F1 en aluminium 1.40x1.60m	U	5	21 000,00	105 000,00
7	Châssis haut F2 en aluminium 0.7x0.8	U	6	5 000,00	30 000,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					386 000,00

**IX- PEINTURE ET VITRERIE :**

1	Peinture vinyliques murs extérieurs	m <sup>2</sup>	215.84	110,00	23 742,40
2	Peinture vinyliques murs intérieurs	m <sup>2</sup>	112.74	100,00	11 274,00
3	Peinture vinylique sous plafond	m <sup>2</sup>	105.90	100,00	10 590,00
4	Peinture à l'huile sur métal	m <sup>2</sup>	06.5	120,00	780,00
5	Peinture a l'huile sur bois	m <sup>2</sup>	12.84	120,00	1 540,80
6	Glace argentée de 60X40cm	U	3	1 200,00	3 600,00

7	Verre de vitre armé	m <sup>2</sup>	2.50	3 500,00	8 750,00
8	Verre de vitre demi-double translucide	m <sup>2</sup>	29.50	1 200,00	35 400,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					95 677,20
<b>X- ELECTRICITE :</b>					
1	F/P de Hublot étanche avec lampe70W	U	06	800,00	4 800,00
2	F/P Luminaires Fluorescents				
	a) 1x40W,L=60cm	U	02	1 200,00	2 400,00
	b) 1x36W L=1.2m	U	03	1 100,00	3 300,00
3	F/P spot plafonnier rond diam25cm	U	12	2.500,00	30 000,00
4	F/P Luminaire plafonnier carre L=60cm	U	06	1 500,00	9 000,00
5	F/P Applique murale	U	01	600,00	6 00,00
6	F/P Prise de courant étanche (2P+T)	U	01	120,00	120,00
7	F/P Prise de courant 16A-220V(2P+T)	U	11	120,00	1 320,00
8	Fils de cuivre H 07 VU sous gaine ICD-6AE diam 9et 11				
	a) Fil cuivre 1,5mm <sup>2</sup>	ml	250	80,00	20.000,00
	b) Fil cuivre 2,5mm <sup>2</sup>	ml	330	90,00	29 700,00
	c) Câble cuivre 4 X 2,5mm <sup>2</sup>	ml	25	400,00	10.000,00
9	F/P d'Interrupteur				
	a) S.A	U	08	120,00	960,00
	b) D.A	U	01	120,00	120,00
10	F/P Barrette de coupure	U	01	200,00	200,00
11	F/ P Bouton Poussoir	U	04	120,00	480,00
12	F/P Coffret de distribution électrique	Ens	01	5 000,00	5 000,00
13	F/P Câble de terre Nu Etamé 28mm2	ml	103,00	200,00	20 600,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					138 600,00
<b>XI- PLOMBERIE SANITAIRE :</b>					
1	F/P de canalisation d'alimentation froide en E-F et E, C, S en cuivre écroui				
	a) Canalisation <b>dia 25</b>	ml	11	600,00	6 600,00
	b) Canalisation <b>dia 20</b>	ml	02	500,00	1 000,00
	c) Canalisation <b>dia 15</b>	ml	11	400,00	4 400,00
2	F/P de canalisation d'alimentation en gaz Canalisation <b>dia 20/22</b>				
		ml	10,10	600,00	6 060,00
3	F/P de canalisation d'évacuation d'eaux usées et eaux vannes en P.V.C				
	a) Canalisation en P.V/C <b>dia 40</b>	ml	10	120,00	1 200,00
	b) Canalisation en P.V/C <b>dia80</b>	ml	02	150,00	300,00
	c) Canalisation en P.V/C <b>dia 110</b>	ml	10	200,00	2 000,00
4	F/P de vanne d'isolement pour eau <b>Vanne DN25</b> <b>Vanne DN20</b> <b>Vanne DN15</b>				
		U	01	1 200,00	1 200,00
		U	03	1 000,00	3 000,00
		U	03	800,00	2 400,00
5	F/P de robinet de service gaz <b>DN20</b>	U	01	1 200,00	1 200,00
6	F/P de robinet d'isolement gaz <b>Ø 20</b>	U	01	1 200,00	1 200,00
7	F/P de Siphon de Sol Ø40 Type 200x200	U	06	800,00	4 800,00
8	F/P Lavabo en porcelaine avec mélangeur				
		U	05	4 000,00	20 000,00
9	F/P Evier inox avec mélangeur	U	01	5 000,00	5 000,00

10	F/P Siège à l'anglaise	U	06	4 000,00	24 000,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					84 360,00
<b>XII- CHAUFFAGE :</b>					
1	F/P de chaudière murale 20 000 Kcal/h	Ens	01	80 000,00	80 000,00
2	F/P Vanne d'isolement type soupape DN20	U	02	1 500,00	3 000,00
3	F/P de radiateurs en Fonte à éléments sectionnés, puissance				
	a) R12 Puis 1440 Kcal/H	U	03	18 000,00	54 000,00
	b) R14 Puis 1680 Kcal/H	U	01	25 000,00	25 000,00
	c) R20 Puis 2400 Kcal/H	U	01	35 000,00	35 000,00
4	F/P de canalisation en acier mi-lourd				
	a) Canalisation diam 15/21	ml	52	400,00	20 800,00
	b) Canalisation diam 20/27	ml	30	350,00	10 500,00
<b>SOUS TOTAL EN HT</b>					228 300,00

### **Conclusion générale:**

En conclusion, nous pouvons dire que:

- L'action sismique comme étant un chargement dynamique est l'une des plus importante partie à considérer dans la conception et le calcul des structures.
- La nécessité des voiles dans la version 2003 du code parasismique rend le système de contreventement mixte plus performant vis-à-vis de la sécurité des vies humaines.
- Le choix de la disposition des voiles est aussi une étape très importante pour assurer un bon comportement dynamique du bâtiment en cas de séisme.
- Enfin, cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pendant notre formation.
- Sans oublier le stage pratique qui nous a montré que la mission qui nous attend n'est pas facile et nous demande d'être efficace dans toutes les tâches concernant l'élaboration d'un ouvrage.

# BIBLIOGRAPHIE

- BAEL 91 règles techniques de conception et de calcul des ouvrages de construction en béton armé suivant la méthode des états limites.
- Pratiques du BAEL 91, cours et exercices corrigés.
- Règle parasismiques Algérienne (RPA 99 Version 2003).
- Formulaire du béton armé
- DTR B-C 2-2 charges permanentes et charges d'exploitation.
- Cour et TD des années de spécialité.
- Mémoire de fin d'étude des promotions précédentes.