



**ETUDE STRUCTURALE D'UN BATIMENT R+3 A USAGE  
MULTIFONCTIONNEL A OUAGADOUGOU**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU  
**MASTER 2**  
OPTION : Génie Civil

-----  
Présenté et soutenu publiquement le .../.../2014 par

**BRAHIM Bahar Brahim Doud**

**Travaux dirigés par : Dr. Ismaïla GUEYE**

**Mr : OUEDRAOGO .J. Aimé**

CENTRE COMMUN DE RECHERCHE ENERGIE ET HABITAT DURABLE

Jury d'évaluation du stage :

Président : MESSAN Adamah

Membres et correcteurs :

SIMAL Amadou

OVONO Célestin

BARRO Souleymane

**Promotion [2013/2014]**

## **DEDICACE**

*Je dédie ce modeste travail à la  
famille DOUD et à ma belle-  
famille KOUYON.*

## REMERCIEMENT

*Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur*

*Dr: ISMAILA GUEY, Responsable de cycle master génie civil, pour les orientations et les conseils qu'il a su nous prodiguer durant l'évolution de notre projet.*

*Nous voudrions aussi remercier tous les professeurs qui ont contribué à notre formation.*

*Merci aussi à tous les membres de l'entreprise CITES MODERNES et à leurs têtes le DG : OUEDRAOGO J Aimé, pour leur soutien et leur aide.*

*Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de nos profonds respects pour avoir pris le temps d'examiner notre memoire.*

*Nos remerciements vont également à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.*

## *RESUME*

Notre étude est basée sur le calcul de structure d'un bâtiment en béton armé (poteau, poutre, plancher, escalier, voile et semelle) d'un immeuble de trois (3) niveaux à usage multifonctionnelle à Ouagadougou appartenant à Madame GUIRE Lady Silvie. L'emprise du bâtiment au sol est de 221.5m<sup>2</sup>. Cette étude a été confiée à l'entreprise CITES MODERNES.

Pour mener à bien l'étude, nous avons utilisé les documents suivant : le Cahier de Prescriptions Techniques (CPT), les règles BAEL 91, modifiée 99 et DTU. P13.12 tout en tenant compte de l'étude d'impact environnementale.

Notre choix porte sur un plancher à corps creux sur des nervures coulées sur place avec entrevous en béton pour des raisons qui sont entre autres : la résistance, le confort (thermique et acoustique), le cout et la facilité de l'exécution.

Pour le dimensionnement des poteaux et semelles nous avons choisi un poteau d'angle, de rive et central le plus défavorable pour uniformiser aux autres.

Au regard de la contrainte admissible du sol d'assise ( $\sigma_{sol} = 2,0$  bars) pour un niveau d'assise de 1,5m de profondeur la fondation adoptée est du type superficielle sur des semelles isolées.

Les calculs ont été faits manuellement, et le dessin avec le logiciel Autocad. Une étude sur l'évacuation des eaux, l'éclairage et la climatisation a également été réalisée.

**Mots clés :** Structure, Conception, dimensionnement, béton armé.

## *ABSTRACT*

Our study is based on the calculation of the structure of a building made of reinforced concrete (beam, post, plank, stairs, railing and insole) of a building holding three levels to be used multifunctionally and belonging to GUIRE Lady Silvie. The hold of the building from the ground is 221,5 m<sup>2</sup>. This study has been given to CITES MODERNES entreprise.

For the study to be well done, we used the following documents: the Technical Prescriptions Copy book (TPC), the rules BAEL 91, modified 99 and DTU.P13.12 taking into account the environmental impact study.

Our choice goes on a hollow plank body on nerves poured immediately with entrained air in concrete for reasons that are: the resistance, the comfort (thermal and acoustic), the cost and the easiness of the execution.

For the measurement of the posts and insoles, we have chosen an angle post, with the cost and centre the most defavorable to be uniform with the others.

With regard to the admissible constraint of the ground layer ( $\sigma_{sol} = 2,0$  bars) for a level of layer of 1,5m depth, the foundation adopted is a superficial one on isolated insoles.

The calculations have been handily done and the drawing with the software auto cad. Another study on the evacuation of water, light and air-conditioning has also been realized.

**Key words:** Structure, conception, measurement, reinforced concrete

### *LISTE DES ABBRÉVIATIONS*

**2iE** : Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

**BA** : Béton armé

**BAEL** : Béton Armé aux États Limites

**BTP** : Bâtiment et Travaux Publics

**CBS** : Concrète Building Structures

**DTU** : Document Technique Unifié

**ELS** : État Limite de Service

**ELU** : État Limite Ultime

**FCFA** : Franc de la Communauté Financière Africaine

**FPP** : Fissuration peu préjudiciable

**Fc28** : Contrainte de béton

**HA** : Haute Adhérence

**L** : Litre

**HT** : Hors Taxe

**KN** : Kilo nuitonne

**L.N.B.T.P** : Laboratoire National du Bâtiment et des Travaux Publics

**Long** : Longitudinal

**MN** : Méga nuitonne

**O.N.E.A** : Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement.

**PU** : Prix Unitaire

**RDC** : Rez-de-chaussée

**R+1** : Premier étage

**R+2** : Deuxième étage

**R+3** : Troisième étage

**SONABEL** : Société Nationale Burkinabé d'Électricité.

**TTC** : Toute Taxe Comprise

**$\nu$**  : Coefficient de poisson

**$\gamma_b$**  : Coefficient de sécurité

**$\tau_u$**  : Contrainte limite de cisaillement

*Sommaire*

<i>REMERCIEMENT</i> .....	ii
<i>RESUME</i> .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
<i>Liste des ABBRÉVIATIONS</i> .....	v
<i>Sommaire</i> .....	vii
Liste des figure .....	ix
Liste des tableaux .....	x
<b>I. INTRODUCTION</b> .....	1
I.1. Présentation de l’ouvrage.....	1
II. Problématique.....	2
III. Objectif de l’étude .....	2
IV. Méthodologie.....	2
Chapitre I : DESCRIPTION GENERALE DE L’OUVRAGE ET CARACTERISTIQUE MECANIQUES DES MATERIAUX .....	4
<b>I.2 Caractéristiques mécaniques des matériaux</b> .....	4
Chapitre II : PREDIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS POUTREURS.....	9
Chapitre III : EVALUATION DES CHARGES ET DESCENTE DE CHARGES.....	11
III.1 Evaluation des charges verticales.....	11
III.2: Descente de charges .....	12
Chapitre IV : DIMENSIONNEMENT ET CALCUL DES ELEMENT PORTEURS.....	14
IV.1 Calcul et Dimensionnement des poteaux .....	14
IV.2 Calcul et dimensionnement d’une semelle isolée.....	16
IV.3 Calcul et dimensionnement du plancher à corps creux .....	19
IV.4 Calcul et dimensionnement des poutrelles .....	20
IV.5 Calcul et dimensionnement des poutres .....	22
IV.6 Calcul et dimensionnement Escalier .....	27
IV.7 Calcul et dimensionnement de voile de l’ascenseur.....	28

---

Chapitre V : ELECTRICITE, CLIMATISATION ET PLOMBERIE .....	30
V.1 Electricité.....	30
V.2 Climatisation.....	32
V.3 Plomberie sanitaires.....	33
Chapitre VI : DEVIS QUANTITATIF, ESTIMATIF ET PLANNING DES TRAVAUX .....	36
VI.1 Programmation et gestion de chantier .....	36
1- Organisation de matérielle du chantier.....	36
2- Organisation technique du chantier .....	36
3- Organisation administrative du chantier.....	38
VI.2 Evaluation de matériaux.....	41
VI.3 Planning de travaux et devis.....	42
Chapitre VII : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL .....	43
VII.1 Etude sociale .....	43
VII.2 Etude environnementale.....	44
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>46</b>

### Liste des figure

Figure 1 : Détail de l'escalier .....	10
Figure 2: coupe transversale du bâtiment .....	11
Figure 3 : dispositif des armatures des poteaux.....	16
Figure 4 : dispositif des armatures de la semelle centrale .....	18
Figure 5: Diagramme.....	19
Figure 6: Diagramme des moments et des efforts tranchants de poutrelle.....	21
Figure 7: dispositif de l'armature longitudinale des poutrelles .....	22
Figure 8: diagramme des moments et des efforts tranchants de poutre a ELU .....	23
Figure 9 : diagramme des moments et des efforts tranchants de poutre a ELS.....	23
Figure 10 : Dispositif des armatures pour la poutre 4 .....	27
Figure 11 : Dispositif des armatures pour l'escalier.....	28
Figure 12 Section de la voile .....	28
Figure 13 : Dispositif des armatures de voile de l'ascenseur .....	29
Figure 14 Tableau divisionnaire de RDC.....	31
Figure 15 : Tableau divisionnaire de R+1 .....	32
Figure 16 : Tableau divisionnaire de R+2 =R+3 .....	32
Figure 17 Coupe de la fosse septique .....	35
Figure 18 Vue de dessus de la fosse septique.....	35
Figure 19 : Plan de regard .....	35

### Liste des tableaux

Tableau 1: cadre logique du projet .....	2
Tableau 2 caractéristiques de la structure.....	4
Tableau 3 : prédimensionnement des éléments porteurs .....	9
Tableau 4: prédimensionnement des poteaux.....	9
Tableau 5 prédimensionnement de l'escalier .....	10
Tableau 6: Evaluation des charges .....	12
Tableau 7: calcul de descente de charge du poteau central .....	13
Tableau 8: Récapitulatif du calcul manuel des poteaux central .....	16
Tableau 9: détails des semelles.....	17
Tableau 10: Récapitulatif de ferrailage du plancher à corps creux .....	20
Tableau 11: récapitulatif de ferrailage des poutrelles.....	22
Tableau 12: récapitulatif de ferrailage de poutre.....	26
Tableau 13 : récapitulatif de ferrailage d'escalier .....	27
Tableau 14 : récapitulatif de ferrailage de la voile.....	29
Tableau 15 Récapitulative des puissances effectuées.....	30
Tableau 16: équipements sanitaires et débits .....	34
Tableau 17 récapitulatif de fosse septique.....	34
Tableau 18: rendement global des ouvrages en béton armé et maçonnerie .....	40
Tableau 19: rendement des équipes.....	40
Tableau 20: Récapitulatif de matériaux.....	42
Tableau 21 : Récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS pour le RDC .....	90
Tableau 22 : Récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS pour le R+1 .....	91
Tableau 23 : Récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS pour le R+2=R+3 .....	93

---

Tableau 24 : .....	94
Tableau 25 Calcul pour le fils du poteau. ....	98
Tableau 26 Récapitulatif du calcul manuel de la semelle.....	98
Tableau 27 : Cadre du devis quantitatif et estimatif.....	99

## I. INTRODUCTION

Construire a toujours été l'un des premiers soucis de l'homme et l'une de ses occupations privilégiées. De nos jours également, la construction connaît un grand essor dans la plus part des pays et très nombreux sont les professionnels qui se livrent à l'activité noble de bâtir dans le domaine du bâtiment ou des travaux publics.

Cependant, si le métier de construire peut se ranger parmi les plus anciens exercés par l'homme, tout cela a débuté par le fameux homme des cavernes, en passant par les indélébiles pyramides d'Egypte, il faut reconnaître qu'il leur a fallu au cours des dernières décades s'adapter pour tenir compte de l'évolution des goûts et des mœurs, mais surtout aux nouvelles techniques de constructions qui permettent une fiabilité maximum de la structure vis-à-vis des aléas tel que les séismes. Face à tous les problèmes, les hommes ont pu tenir compte de tous les phénomènes naturels.

Une structure doit être calculée et conçue de telle manière à :

- ✓ Qu'elle reste apte à l'utilisation pour laquelle elle a été prévue, compte tenu de sa durée de vie envisagée et de son coût.
- ✓ Elle ne doit pas être endommagée par des événements, tels que : explosion, choc ou conséquences d'erreurs humaines.

### I.1. Présentation de l'ouvrage

Le devis descriptif vise à définir la nature des travaux et ouvrages à mettre en œuvre en vue de la construction d'un immeuble R+3 à usage d'habitation à Ouagadougou sis au quartier Koulouba pour le compte de Mme GUIRE Lady Silvie.

La structure du bâtiment présente une irrégularité en plan et en élévation.

Le contreventement du bâtiment est en portiques associés à des voiles, ce qui offre un contreventement mixte.

## II. Problématique

L'objectif principal de toute entreprise de construction est de faire de bénéfice, cet objectif ne peut être atteint qu'en réalisant l'ouvrage suivant les règles de l'art. Le site de construction est déjà connu, la question principale est de savoir quel sera l'impact de cette construction sur l'environnement et les êtres vivants ? Sur quoi construire ? (le type de sol). Quels sont les différents éléments de la structure porteuse de l'ouvrage ? Quels sont les différents corps et comment seront-ils réalisés ? La dernière phase est de savoir comment gérer ce chantier et combien couteront ces travaux ?

Toutes ces questions sont primordiales, elles permettent de clarifier les attentes pour aboutir à l'objectif principal de cette étude.

## III. Objectif de l'étude

### 1-Objectif Général

L'objectif général de cette étude est d'établir un dossier d'exécution pour la construction de l'immeuble R+3 appartenant à Madame GUIRE Lady Silvie

### 2-Objectifs spécifiques

Pour atteindre l'objectif général, il faut :

- ✓ Faire une analyse de la structure porteuse et la dimensionner en tenant compte de la contrainte admissible du sol;
- ✓ Faire une étude sur les impacts environnementaux et sociaux ;
- ✓ Faire une programmation de chantier et estimer le coût global de travaux.

## IV. Méthodologie

Afin de définir clairement l'approche méthodologique, il a été élaboré un cadre logique (tableau1 ci-dessous) dans lequel sont définies autour de chaque objectif spécifique les actions à mener et les résultats attendus.

Tableau 1: cadre logique du projet

Objectif général : Ressortir le dossier d'exécution de la construction de l'immeuble R+3 appartenant à Madame GUIRE Lady Silvie		
Objectifs spécifiques	Activités	Résultats attendus
Étude des impacts environnementaux et sociaux liés au projet	Analyse du site du projet	Impacts liés au projet et leurs mesures d'atténuation
	Analyse des effets du projet sur l'environnement	
	Analyse des impacts liés à	

	l'exécution du projet sur les êtres vivants	
Analyse de la structure porteuse et dimensionnement de tous les éléments	Pré-dimensionnement et dimensionnement de tous les éléments porteurs	- Plans d'exécution ; - Notes de calcul.
	Assainissement Sécurité incendie	
Programmation de chantier et estimation du coût global de travaux.	Division de l'ouvrage en plusieurs tâches élémentaires	coût des travaux
	L'avant métré	
	Calcul de prix unitaires	

## Chapitre I : DESCRIPTION GENERALE DE L'OUVRAGE ET CARACTERISTIQUE MECANIQUES DES MATERIAUX

### I.1 Présentation de l'ouvrage et choix des matériaux

#### a) Présentation de l'ouvrage

Le devis descriptif vise à définir la nature des travaux et ouvrages à mettre en œuvre en vue de la construction d'un Immeuble R+3 à usage d'habitation à Ouagadougou sis au quartier Koulouba pour le compte de Mme GUIRE Lady Silvie.

La structure du bâtiment présente une irrégularité en plan et en élévation.

Le contreventement du bâtiment est en portiques associés à des voiles, ce qui offre un contreventement mixte.

#### b) Caractéristiques de la structure

Bâti sur une demi-parcelle G1/2 de dimension 22,90mx13,75m est du lot N°1135 bis du secteur N°5 Koulouba dans le centre de Ouagadougou, le présent bâtiment comprend le programme architectural suivant dans le tableau:

Tableau 2 caractéristiques de la structure

RDC(m2)		R+1(m2)		R+2=R+3(m2)	
BoutiqueN°1	33,88	Magasin N°1	33,88	Cage des escaliers	9,52
BoutiqueN°2	30,8	MagasinN°2	30,8	Local de rangement	1,4
BoutiqueN°3	36,29	Magasin N°3	36,29	Local Ascenseur	2,88
BoutiqueN°4	36,29	Magasin N°4	36,29	Balcon A	11,12
BoutiqueN°5	36,29	Magasin N°5	36,29	Salon A	14,36
Perron	2,38	Cage des escaliers	9,52	Espace repas	7,28
Circulation de	11,97	Local de rangement	1,4	Cuisine A	6,69
Réception de	4,16	Local ascenseur	2,88	Toilette A	3,36
Local Electrique	1,16			Couloir A	2,48
Terrasse	1,24			Chambre A1	15,4
Toilette pour visiteurs	2,7			Chambre A2	16,6
Local Ascenseur de	2,88			Salle de bain ch A	4,43
Garage non couvert de	43,82				

### I.2 Caractéristiques mécaniques des matériaux

Les matériaux qui constituent la structure jouent incontestablement un rôle important dans la résistance des constructions. Leur choix est souvent le fruit d'un compromis entre divers critères tel que; le coût, la disponibilité sur place et la facilité de mise en œuvre du matériau

prévalent généralement sur le critère de résistance mécanique. Ce dernier et en revanche décisif pour les constructions de grandes dimensions.

### **1. Ciment :**

Le ciment joue le rôle de liant (colle) entre les produits employés dans la construction.

La qualité du ciment et ses particularités dépendent des proportions de calcaire et d'argile ou de bauxite et la température de cuisson du mélange.

### **2. Granulats :**

Les granulats ce sont des matériaux caractérisés par leurs grosseurs, leurs provenances et, leur nature. Les diamètres du sable à utiliser seront de préférence de 0.5 à 2 mm pour le béton armé. Le type de gravier à utiliser doit être compris entre 5 à 25mm.

#### ➤ **Sables :**

Les sables sont constitués par des grains provenant de la désagrégation des roches, la grosseur de ces grains est généralement inférieure 0.5 à 2 mm. Un bon sable contient des grains de tout calibre mais doit avoir davantage de gros grains que de petits.

#### ➤ **Graviers :**

Elles sont constituées par des grains rocheux dont la grosseur est généralement comprise entre 5 et 25 à 30 mm.

Elles doivent être dures, propres et non gélives. Elles peuvent être extraites du lit de rivière (matériaux roulés) ou obtenues par concassage de roches dures (matériaux concassés).

### **3. béton :**

On appelle béton, la pierre artificielle obtenue grâce au durcissement d'un mélange, dans des proportions convenables de liant, d'eau et d'agrégat choisis de façon rationnelle présentant une bonne cohésion et une résistance élevée surtout en compression.

#### **3.1 Dosage du béton :**

Le dosage du béton est le poids du liant employé pour réaliser un mètre cube de béton. Dans notre ouvrage le béton est composé de granulats naturels dosés à 350 Kg/m<sup>3</sup> de ciment.

Ce dosage est destiné à offrir les garanties de résistance escomptées et à présenter une protection efficace de l'armature.

#### **- Résistance caractéristique à la compression**

Pour l'établissement de cette étude, nous avons opté pour un béton qui est défini par une valeur de sa résistance à la compression à l'âge de 28 jours, dite valeur caractéristique requise (ou spécifiée). Celle-ci, notée  $f_{c28}$ , est choisie égale à 25 MPa.

- **Résistance caractéristique à la traction**

La résistance caractéristique à la traction du béton à j jours, notée  $f_{tj}$ , est conventionnellement définie par la relation:

$$f_{tj} = 0,6 + 0,06 \cdot f_{c28}$$

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

- **Contraintes limites**

**a. Contrainte limite à la compression**

$$f_{bc} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b}$$

Avec :

$\gamma_b$  : coefficient de sécurité

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

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

$\theta$  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.

**b. Contrainte limite de cisaillement**

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

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

**c. Contraintes de service à la compression**

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

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

- **Module d'élasticité**

On définit le module d'élasticité comme étant le rapport de la contrainte normale et la déformation engendrée. Selon la durée de l'application de la contrainte, on distingue deux types de modules :

- **Module d'élasticité instantané**

Lorsque la contrainte appliquée est inférieure à 24 heures, il résulte un module égale à :

$$E_{ij} = 11000 \sqrt[3]{f_{cj}} \text{ MPa}$$

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

$$\Rightarrow E_{ij} = 32164,195 \text{ MPa}$$

- **Module d'élasticité différée**

Lorsque la contrainte normale appliquée est de longue durée, et à fin de tenir en compte l'effet de fluage du béton, on prend un module égal :

$$E_{vj} = 3700 \sqrt[3]{f_{cj}}$$

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

$$\Rightarrow E_{vj} = 10819 \text{ MPa}$$

- **Module d'élasticité transversale**

$$G = E / 2 (1+\nu) \text{ MPa}$$

$\nu$  : Coefficient de poisson

- **Coefficient de poisson**

C'est le rapport des déformations transversales et longitudinales, il sera pris égale à :

-  $\nu = 0,2$  l'état limite de service

-  $\nu = 0$  l'état limite ultime

- **Acier**

C'est un alliage de fer et de carbone en faible pourcentage. L'acier est un matériau caractérisé par sa bonne résistance à la traction qu'en compression.

Les aciers à utiliser sont les hautes adhérences  $f_e E 400 \text{ MPa}$ .

- **Module d'élasticité longitudinal**

Il est noté ( $E_s$ ), sa valeur est constante quelle que soit la nuance de l'acier.

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

- **Limite d'élasticité**

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} \quad \gamma_s : \text{Coefficient de sécurité}$$

$\gamma_s = 1,15$       En situation durable

$\gamma_s = 1,00$       En situation accidentelle

- **Protection des armatures**

Dans le but d'avoir un bétonnage correct et prémunir les armatures des effets intempéries et des agents agressifs. On doit veiller à ce que l'enrobage (C) des armatures soit conforme aux prescriptions suivantes :

$C \geq 5 \text{ cm}$  : ouvrage exposés à la mer ainsi que pour les éléments exposés aux atmosphères très agressives.

$C \geq 3 \text{ cm}$  : milieu soumis soit :

- Aux intempéries ;
- Aux condensations ;
- Aux liquides ;

$C \geq 1 \text{ cm}$  : Pour les parois situées dans des locaux couverts et, sans condensations.

## Chapitre II : PREDIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS POUTREURS

Le pré dimensionnement est une opération qui se fait sur la base de prescription de règle BAEL 91 modifier 99. Cette opération nous donne un ordre de grandeur au départ pour chaque élément structural.

### 1 Eléments porteurs (Poutre, Longrine, Chainage, Plancher et plancher sol)

Les planchers du bâtiment considéré sont des nervures coulées sur place avec entrevous (corps creux) en béton. L'épaisseur totale du plancher est de 20 cm, y compris la table de compression  $e_d = 4$  cm. La distance entre les axes des nervures du plancher (la portée de dalle) est 60 cm. Les nervures sont disposées dans la direction longitudinale ayant la portée égale à la distance entre les axes des poutres principales  $l_{max} = 455$  cm. Les poutres principales dont la portée est égale à la distance entre les axes des poteaux  $l_{pp} = 455$  cm.

Ainsi, les dimensions des nervures sont données par la construction du plancher. L'épaisseur  $e_{ps} = 20$  cm, la largeur  $b_{ps} = 8$  cm.

Le détail de calcul est dans l'annexe et les résultats sont récapitulés sur le tableau 2

Tableau 3 : prédimesionnement des éléments porteurs

Désignation	Longueur max(m)	Largeur(m)	Dimension	
			exigée (cm)	adoptée (cm)
Poutre	4,55		$30,33 \leq h \leq 57$	50x25
Longrine	4,55			50x25
Chainage	4,55		$6,25 \leq h \leq 12,5$	20x20
Plancher	4,55	4,07		$e = 20$
plancher sol	4,55	4,07	0,8	$e = 10$

### 2 Poteau

Les sections des poteaux sont présentées dans le tableau 3 et le détail de calcul est dans l'annexe I.

Tableau 4: prédimesionnement des poteaux

Section de poteau	RDC et R+1	R+2 et R+3
Angle	25x25	25x20
Rive	30x25	25x25
Central	50x25	30x25

### 3 Escalier

L'ensemble des marches échelons qui permettent d'accéder d'un niveau à un autre s'appelle escalier.

Ces ouvrages peuvent être en acier, en bois, mais généralement en béton armé. Les escaliers représentent les voies d'évacuation en cas d'incendie. L'avantage des escaliers en béton armé est la faculté de les construire sous des formes très nombreuses qui permettent de les adapter à toutes les dispositions.

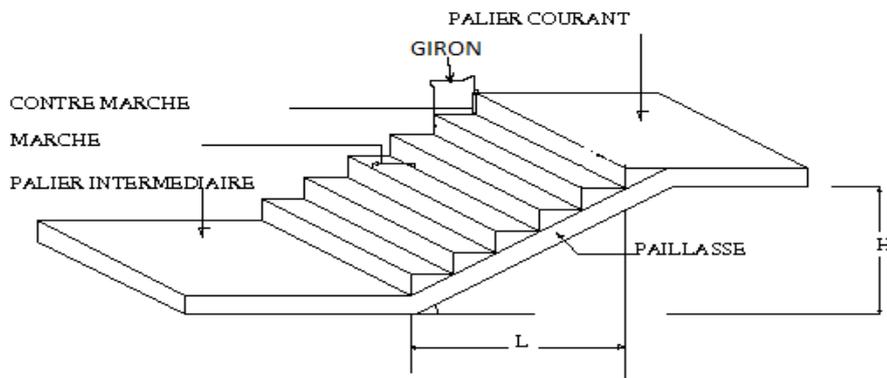


Figure 1 : Détail de l'escalier

- **caractéristique**

Hauteur à franchir est de 3,30m, le détail de calcul est dans annexe I et le récapitulatif est dans le tableau 13

Tableau 5 prédimesionnement de l'escalier

Désignation	symbole	unité
contre marche	$h=$	15cm
Marche ou giron	$g=$	30cm
Emmarchement	$E=$	120cm
le nombre de marche	$n=$	22
longueur de volée	$L_v=$	300cm
la largeur du palier	$l_p=$	144cm
l'angle	$\alpha=$	26,56
épaisseur de la paillasse	$e=$	15cm

## Chapitre III : EVALUATION DES CHARGES ET DESCENTE DE CHARGES

### III.1 Evaluation des charges verticales

#### Principe

- **On admet la discontinuité des éléments horizontaux** (poutres et planchers)
- **On considère pratiquement des travées indépendantes** reposant sur des appuis simples
- **On tient compte de la loi de dégression des charges d'exploitation** si le nombre d'étage est  $\geq 5$ .
- **On applique une majoration forfaitaire dans le cas des travées en continuité :**
  - Cas de deux travées : majoration de 15% des charges permanentes et d'exploitation sur les appuis centraux,
  - Cas de trois travées : majoration de 10% des charges pour les appuis voisins des appuis de rive ;
  - Cas des dalles rectangulaires ;

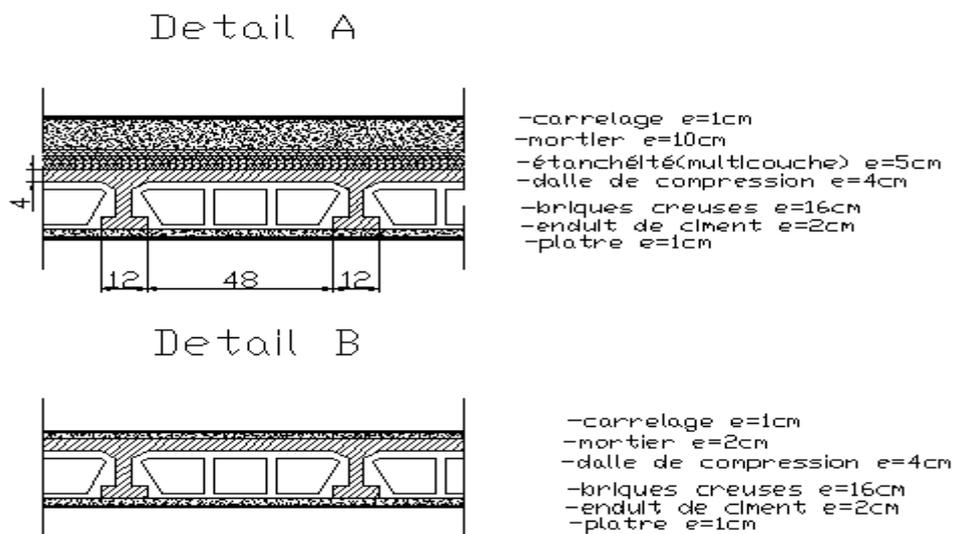


Figure 2: coupe transversale du bâtiment

Le plancher terrasse est constitué comme indiqué au détail A, Le plancher courant est constitué comme indiqué au détail B, la maçonnerie et l'escalier leurs détails sont dans l'annexe et les valeurs de charge permanente et surcharge sont dans le tableau 4 ci-dessous

Tableau 6: Evaluation des charges

Désignation		Charge permanente (KN/m)	Surcharge (KN/m)
Plancher	Terrasse	7,08	1,95
	Courant	9	6
	Sol	8	6
Maçonnerie		4,23	
Escalier	paillasse	8,42	2,5
	palier de repos	4,32	

### III.2: Descente de charges

#### Charge permanentes et charge d'exploitation

##### a) Objet

Mode d'évaluation des charges ou action permanentes ou variables qui agissent sur les éléments porteurs de la structure porteurs des bâtiments.

#### Intérêt :

- Déterminer les actions verticales niveau par niveau à partir du haut,
- Calculer la pression exercée sur le sol de fondation,
- Pré dimensionner les ouvrages

##### b) Type des charges

On distingue :

- **Les charges permanentes** qui s'appliquent à toutes les constructions : poids propre des ouvrages et équipements fixes.
- **Les charges d'exploitation** dont la valeur minimale est fixée pour les charges uniformément réparties en fonction du type d'utilisation des locaux : habitation, bureau, hospitalier, scolaires, etc.
- **Autres charges ou autres actions :**
  - ✓ Charges climatiques (vent, neige, pluie, grêle),
  - ✓ Poussées de terre et pressions des liquides,
  - ✓ Effets des variations de température, retrait et autres variations dimensionnelles,
  - ✓ Séismes et autres actions accidentelles,

##### c) Calcul de la Descente de charge

La descente de charge d'un poteau central calculé manuellement de trois niveaux (fig. 1).

Les efforts longitudinaux des poteaux sont pris égaux à ceux transmis par les poteaux d'étage supérieur (les efforts dans les sections 3'- 3'), plus les efforts transmis par le plancher

considéré. Les efforts de l'étage supérieur sont pris avec leurs maximales, donc en supposant que la surcharge est appliquée simultanément des deux côtés du poteau central P4-E (figure 1 de chargement). Tandis que le mode d'application de la surcharge du plancher considéré doit correspondre aux combinaisons défavorables.

Tableau 7: calcul de descente de charge du poteau central

Niveau	Elément considéré	Charge permanente : G(KN)	Surcharge : Q(KN)	ELU	ELS
<b>R+3</b>	Poteau	215,13	31,39	337,51	246,52
<b>R+2</b>	Poteau	404,74	127,97	617,59	443,26
<b>R+1</b>	Poteau	620,15	224,5	1049,84	752,71
<b>RDC</b>	Poteau	747,04	321,12	1455,32	1042,34
<b>Fondation</b>	Semelle	866,11	321,12	1650,94	1187,24

## Chapitre IV : DIMENSIONNEMENT ET CALCUL DES ELEMENTS PORTEURS

### IV.1 Calcul et Dimensionnement des poteaux

Les poteaux ont été dimensionnés selon la norme du BEAL 91 modifié 99

Les poteaux étudiés sont des poteaux situés au deuxième niveau et au rez-de-chaussée, ils sont soumis aux charges transmises par le plancher et les poutres (pour lesquelles il sert d'appui) réparties sur sa surface d'influence, aux charges acheminées par les poteaux, et leur poids propre.

La descente de charge des files de poteaux (figure 2. ci-dessus) calculés manuellement de trois niveaux jusqu'à la fondation (annexe I) et les charges nous ont permis de dimensionner nos différents poteaux et semelles. Les sections des armatures sont données dans le tableau 8.

#### 1) -Poteau central RDC et R+1

Données :

Charges permanentes  $G = 747,03 \text{ KN} = 0,74703 \text{ MN}$

Charges d'exploitation  $Q = 224,54 \text{ KN} = 0,22454 \text{ MN}$

Matériaux

Béton :  $f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$

Acier HA :  $f_e = 400 \text{ Mpa}$  ;  $\gamma_s = 1,15$

Géométrie :

- Section du poteau BA :  $25 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ .
- Surface réduite  $B_r = (25-2) \times (50-2) = 0,1104 \text{ m}^2$
- Hauteur libre :  $l_0 = 3,30 \text{ m}$ .
- Longueur de flambement :  $l_f = 0,7l_0 = 0,7 \times 3,30 = 2,31 \text{ m}$ .
- Chargement appliqué après 90 jours ( $j > 90$ ).
- Bâtiment contreventé par des murs de refend.

Calcul des armatures:

$$N_u = 1,35 \times N + 1,5 \times Q = 1,35 \times 0,74703 + 1,5 \times 0,22454$$

$$N_u = 1,34532 \text{ MN}$$

- Calcul de l'élanement mécanique
- Rayon minimal de giration

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{B}} = a \frac{\sqrt{3}}{6} = 25 \frac{\sqrt{3}}{6} = 7,22 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l_f}{i_{\min}} = 2 \frac{\sqrt{3} l_f}{a} = \frac{224}{7,22} = 32 < 50$$

- Coefficient  $\alpha$  pour ( $j > 90$ )

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.20 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} = \frac{0.85}{1 + 0.20 \left(\frac{32}{35}\right)^2} = 0.728$$

- Section théorique

$$N_{u \text{ lim}} = \alpha \left[ \frac{Br \cdot f_{c28}}{0,9 \gamma_b} + A_s \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \right]$$

$$A(\text{cm}^2) = \frac{\gamma_s}{f_e} \left( \frac{Nu}{\alpha} - \frac{Br \cdot f_{c28}}{0,9 \gamma_b} \right) = \frac{1,15}{400} \left[ \frac{1,651}{0,722} - \frac{0,1104 \times 25}{1,35} \right]$$

$$A(\text{cm}^2) = 6,9 \text{ cm}^2$$

- Section réelle

$$6\text{HA}14 = 9,24 \text{ cm}^2$$

- Dispositions constructives

- Section minimale d'acier

$$A \geq 8 \left( \frac{20 + 30}{100} \right) = 4 \text{ cm}^2$$

- Contrôle du pourcentage d'armature

$$\frac{0,2 \times 600}{100} < A < \frac{5 \times 600}{100}$$

$$1,2 \text{ cm}^2 < A < 30 \text{ cm}^2$$

- Cadre du poteau

$$\Phi l = 14 \text{ mm} \Rightarrow \Phi t = 8 \text{ mm}$$

Espacement

$$St \leq \min\{15 \times \Phi l \text{ min}, 40 \text{ cm}, a + 10 \text{ cm}\}$$

$$St \leq \min 15 \times 14 = 210 \text{ mm} \text{ ou } 30 \text{ cm}, 40 \text{ cm}, 30 + 10 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

On peut prendre  $St = 15 \text{ cm} < 30 \text{ cm}$

La longueur de recouvrement

$$L_r = 40 \times \Phi l = 40 \times 1,4 = 56 \text{ cm}$$

On place 4 cadres espacés de 15cm.

L'épaisseur du béton d'enrobage sur les cadres est  $c=2,5\text{cm}$ .

Tableau 8: Récapitulatif du calcul manuel des poteaux central

Poteau central						
Niveau	Charge (KN)	Surcharge (KN)	ELU (KN)	Section théorique (cm <sup>2</sup> )	Section choisie (cm <sup>2</sup> )	Armature
R+2=R+3	404,74	127,97	738,35	4,9	6,78	6HA12
RDC=R+1	721,22	321,12	1650,93	6,9	9,24	6HA14

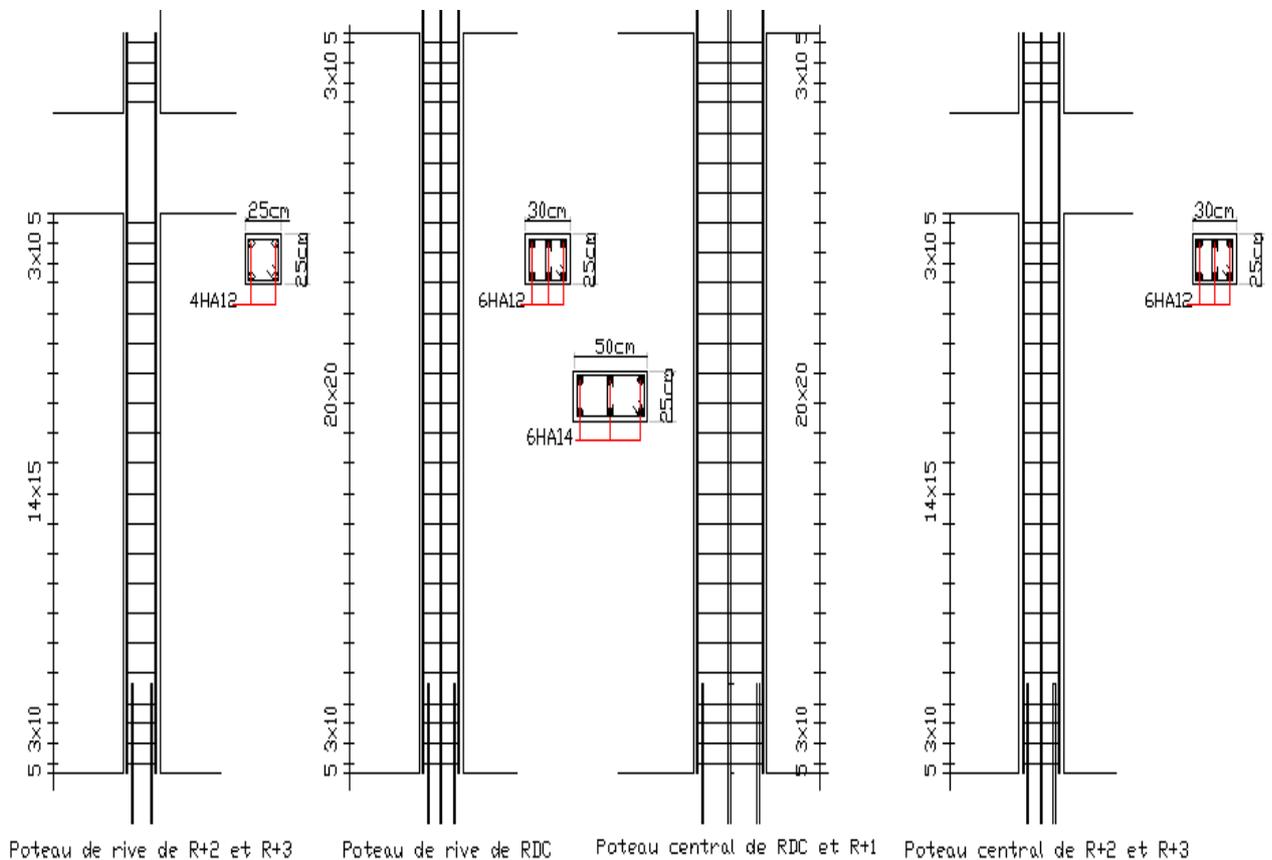


Figure 3 : dispositif des armatures des poteaux

#### IV.2 Calcul et dimensionnement d'une semelle isolée

Pour le pré dimensionnement de la semelle, nous avons fait le calcul à l'ELS (fissuration préjudiciable), les semelles isolées (N° E-4, N° B-4, N° B-6) supportent les charges transmises par les poteaux ( $P_{E4}$ ,  $P_{B4}$ ,  $P_{B6}$ ).

## 1. Méthode des bielles

La charge de la dalle, terre, de poteau et de poutre est répartie sur toute la surface de la semelle. Elle est équilibrée directement par une charge répartie égale due à la réaction du sol. Elle vient donc en déduction de la charge de calcul des aciers.

Efforts normaux transmis par les poteaux sont :

Poteau centre :  $G_c = 906,26\text{KN}$  et  $Q_c = 209,25\text{KN}$ .

Poteau de rive :  $G_r = 838,34\text{KN}$  et  $Q_r = 160,56\text{KN}$ .

Poteau d'angle :  $G_a = 489,85\text{KN}$  et  $Q_a = 80,28\text{KN}$ .

Le calcul se fait à l'aide de la méthode de bielles sachant que :  $\sigma_{\text{sol}} = 0,2 \text{ MPa}$ .

Le dimensionnement se fait à l'ELU,  $N_u = 1,35G + 1,5Q = 1650,94\text{KN}$ .

Le tableau 7 récapitule les charges et les sections des armatures des semelles.

Nous avons choisi les trois semelles les plus chargées (central, rive et d'angle) pour le calcul et puis nous allons uniformiser aux autres semelles. Les sections sont dans le tableau 9 et les détails de calcul dans annexe I.

Tableau 9: détails des semelles

Désignation		Semelles		
		Angle	Rive	Central
Section de poteau (cm <sup>2</sup> )		25x25	30x25	40x25
G		489,85	838,34	866,11
Q		80,28	160,56	321,12
ELS(KN)		570,13	998,9	1187,23
ELU(KN)		781,7175	1372,599	1650,94
Longueur(m)		2	2,9	4
largeur(m)		2	2,3	2
Hauteur		0,5	0,7	85
Section théorique (cm <sup>2</sup> )	en A	9,83	11,23	22,9
	en B	9,83	8,85	10,92
Section choisie (cm <sup>2</sup> )	en A	10,2	11,77	23,73
	en B	10,2	9,42	11,86

Diamètres des Armatures	en A	13HA10	15HA10	20HA12
	en B	13HA10	12HA10	11HA12
Espacement des aciers suivant A (cm)		16	20,5	19,5
Espacement des aciers suivant B (cm)		16	20,5	17

Ces barres s'étendent dans le deux sens de la semelle, les armatures transversaux dans le sens transversal et les armatures longitudinaux dans le sens longitudinal de la semelle et sont terminées par des crochets normaux au ancrages courbes équivalentes.

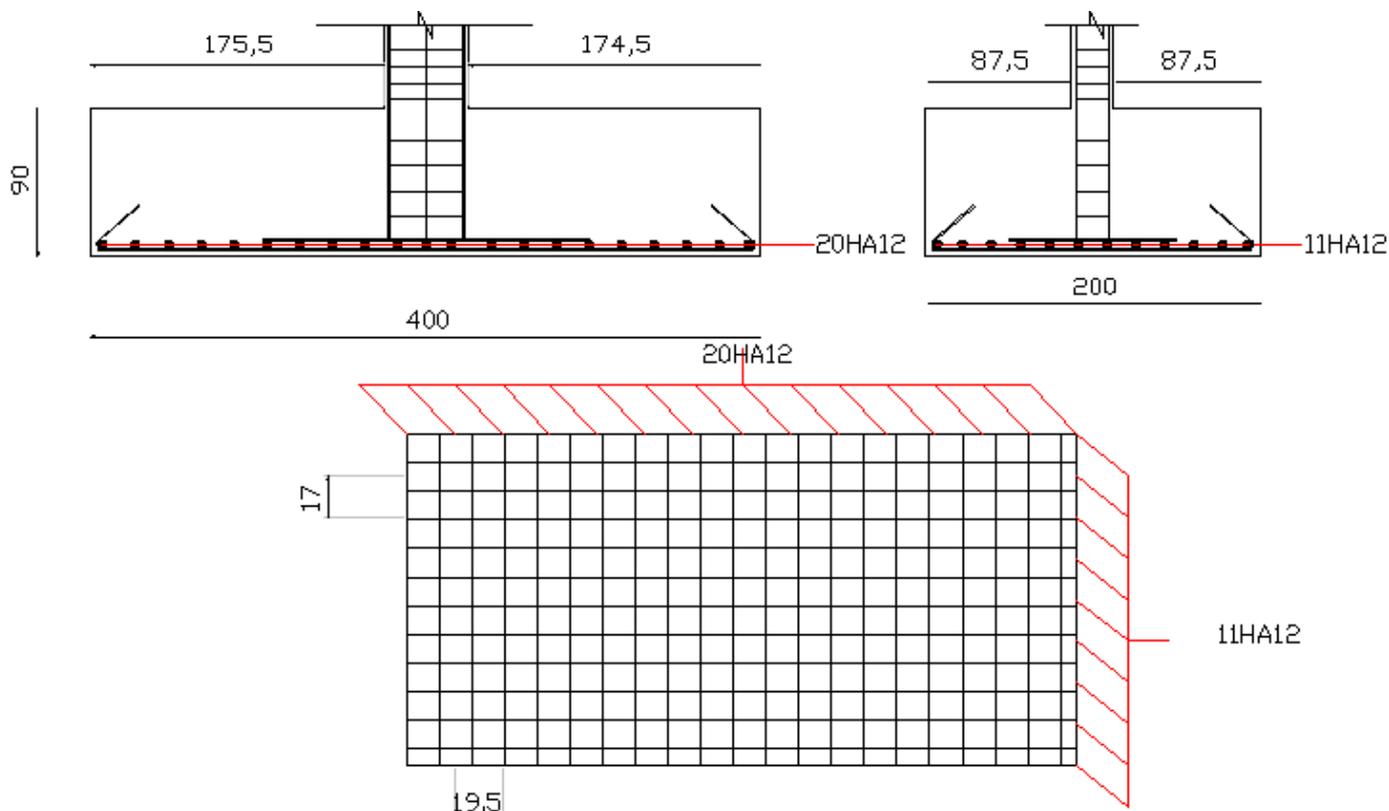


Figure 4 : dispositif des armatures de la semelle centrale

**Remarque :**

Nous avons pas pris en compte le poids propre de la semelle ce qui compense la non prise en compte de la dégression des charges d'exploitation

Vérification de la surface

Le rapport de la surface totale des semelles par rapport à la surface totale de la structure est de :

$$\frac{S_{\text{semelles}}}{S_{\text{batiment}}} = \frac{86.66}{221,5} \times 100 = 39,1\%$$

La surface totale des semelles représente 39,1 % de la surface du bâtiment.

Vu que les semelles occupent moins de 50 % de la surface du sol d'assise, on adopte le choix des semelles isolées.

Remarque :

Tout en tenant compte de :

- La nature du sol décrite par les sondages complémentaires ;
- Les résultats des essais de laboratoire ;

La solution des fondations superficielles de type semelle isolée est à envisager.

#### IV.3 Calcul et dimensionnement du plancher à corps creux

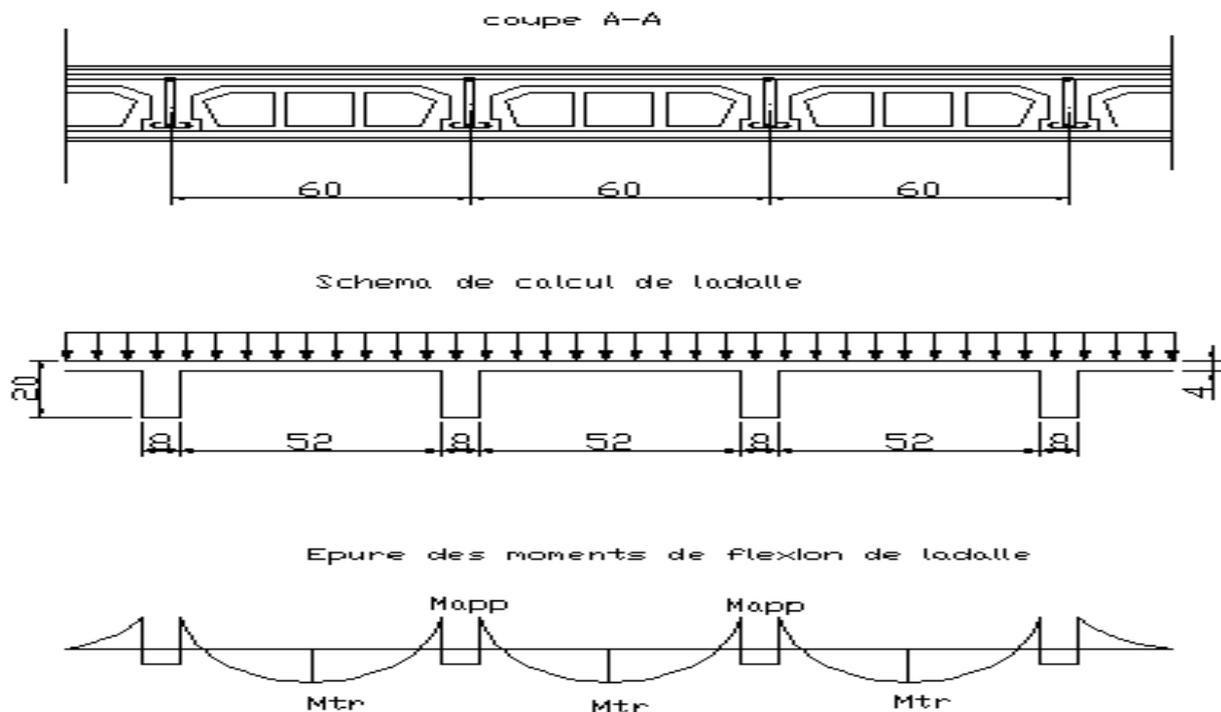


Figure 5: Diagramme

La dalle de compression du plancher à corps creux peut être considérée comme une poutre continue appuyée sur les nervures, (poutrelles). Vu les petites distances entre les nervures, les moments de flexion de la dalle sont trop faibles, c'est pourquoi le plus souvent on fait le ferrailage de cette dalle d'après les exigences purement constructives (par de treillis soudés constitués des fils de diamètre de 4 ou 6 mm). Dans ce projet nous faisons le calcul du ferrailage de la dalle.

La dalle de compression est calculée comme une poutre continue ayant les portées de calcul égales à la distance entre les poutrelles :

$$l_{od} = l_d - b_{ps} = 0.60 - 0.08 = 0.52m = 520mm$$

Pour le calcul statique on découpe une bande de largeur 1 m. Cette bande est sollicitée par la charge permanente Gd et la surcharge Qd. La charge permanente est constituée par le poids propre de dalle (épaisseur 4 cm), les poids propres de revêtement(Grev) et de mortier (Gmor), poids de cloisons(Gclo). Les valeurs de ces charges sont données par le tableau 4 et les sections sont représentées dans le tableau 8 et le détail de calcul est dans l'annexe I

Tableau 10: Récapitulatif de ferrailage du plancher à corps creux

Désignation	Mu(KN.m)	$\mu$	$\alpha$	$\sigma_s$ (Mpa)	As(cm <sup>2</sup> )	Choix	As.adopt(cm <sup>2</sup> )	St(cm <sup>2</sup> )
En Travée	0,322	0,056	0,072	348	0,47	5HA6	1,41	20

Mais d'après l'exigence constructive, l'espacement de barres principales d'un treillis ne doit pas dépasser 20cm donc nous sommes obligés de prendre **5HA6 = 1.41cm<sup>2</sup>**.

Dans la direction transversale on dispose la même barre et le même espacement que la direction longitudinale 5HA6/100cm

#### IV.4 Calcul et dimensionnement des poutrelles

Les poutrelles (poutres secondaires) sont représentées par de nervures en béton armé situées entre les biques à corps creux. La portée de ces poutrelles est égale à l'écartement des poutres principales  **$l_p = 4.55m$** . Les poutrelles forment avec la dalle une section en 'T', la hauteur

de la nervure est égale à la hauteur du planche  $e_d = 20\text{cm}$  et la distance entre les poutrelles étant égale à  $l_d = 0.6\text{m}$

La portée de calcul des poutrelles est prise égale à la distance entre les faces des poutres principales. Donc en ayant la largeur de la poutre principale  $b_p = 25\text{cm}$

$$l_{po} = l_p - b_p = 4.55 - 0.25 = 4.3\text{m}$$

### 1. détermination des sollicitations des poutrelles :

Le calcul des poutrelles se fait par une des deux méthodes :

- la méthode forfaitaire.
- La méthode des trois moments.

Pour l'application de la méthode forfaitaire dans le calcul des sollicitations en vérifiant les conditions suivantes : voir annexe

Toutes les conditions sont vérifiées donc on peut appliquer la méthode « FORFAITAIRE » pour le calcul des poutrelles. Le détail de calcul est dans annexe I, la figure 4 nous montre le diagramme des moments et les efforts tranchants. Les résultats de calcul sont dans le tableau 9

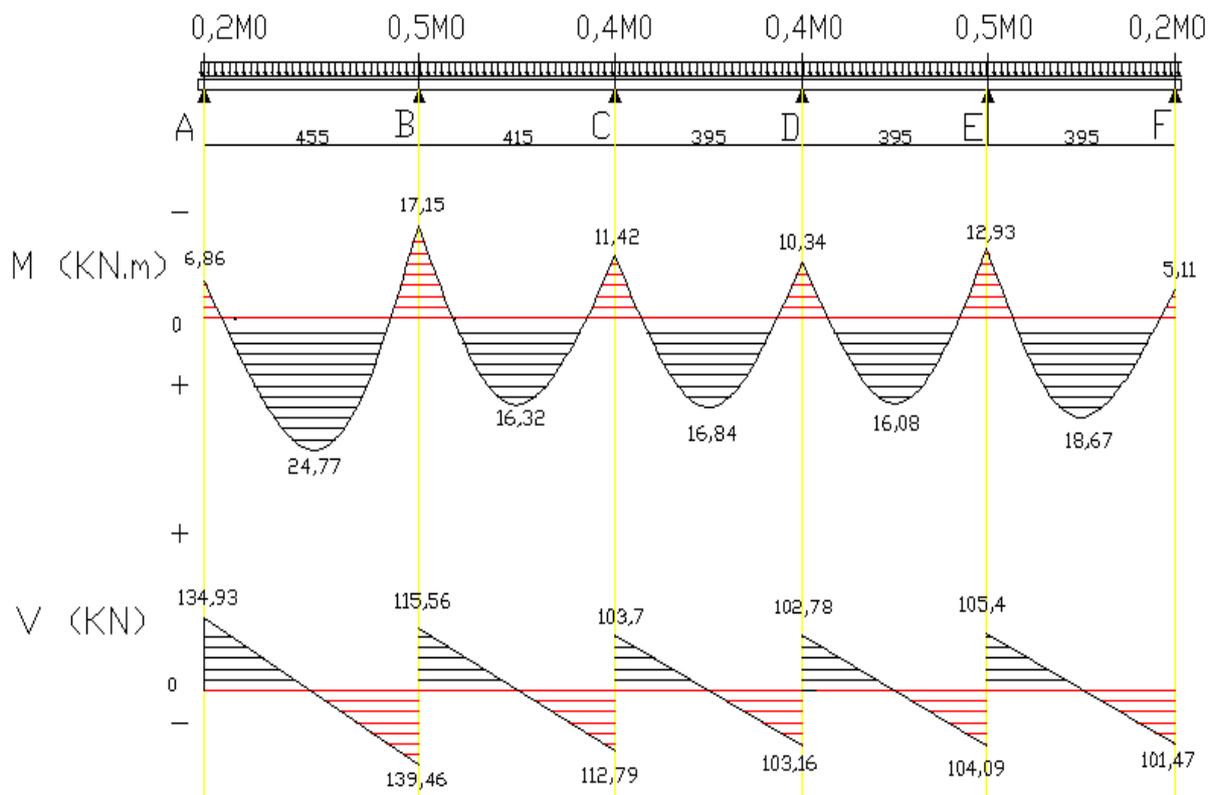


Figure 6: Diagramme des moments et des efforts tranchants de poutrelle

## 2. Calcul des armatures des poutrelles

Tableau 11: récapitulatif de ferrailage des poutrelles

Travée	Mt (KN,m)	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	As (cm <sup>2</sup> )	Choix	Section (cm <sup>2</sup> )
AB	24,77	0,1	0,132	0,9472	4,39	3HA14	4,62
BC=CD=DC	16,84	0,068	0,088	0,9618	2,9	2HA12 et 1HA10	3,05
EF	18,67	0,075	0,098	0,961	3,3	3HA12	3,39

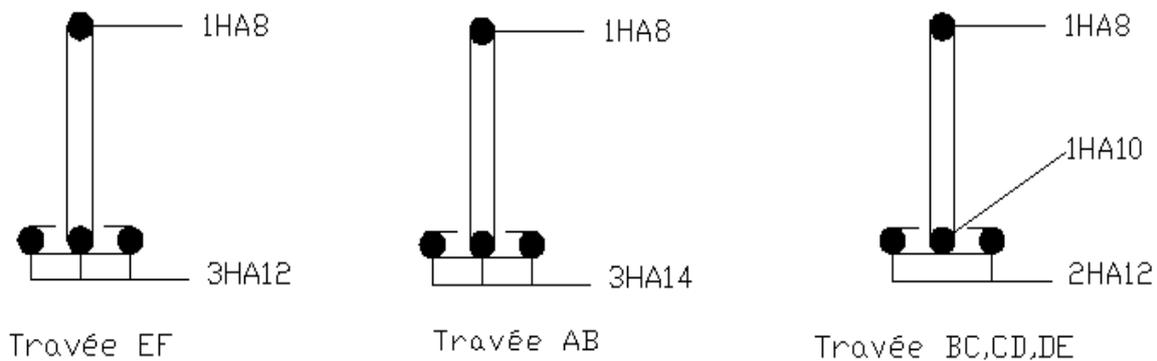


Figure 7: dispositif de l'armature longitudinale des poutrelles

### IV.5 Calcul et dimensionnement des poutres

#### 1) Méthode de calcul et Vérification des conditions :

- ✓  $Q/G = 23,70/49,82 = 0,47 < 2$  ok.
- ✓  $Q = 2,5\text{KN} < 5\text{KN}$  ok.
- ✓ Fissuration peu préjudiciable.
- ✓ Rapport des portées successives :  $1,65/4,075 = 0,40 \notin [0,8 - 1,25]$

Comme la dernière n'est pas vérifiée, la méthode forfaitaire n'est pas applicable. Nous utilisons la méthode d'Albert Caquot. Pour le dimensionnement des armatures longitudinales, nous avons pris le moment maximal en travée et pour les barres en chapeau, nous avons pris l'effort maximale. La figure 7 ci-dessous nous montre les différents moments et les efforts tranchants, le détail de calcul est dans l'annexe I, les dispositifs des armatures est dans la figure 8 et les résultats sont dans le tableau 12.

2) Les diagrammes

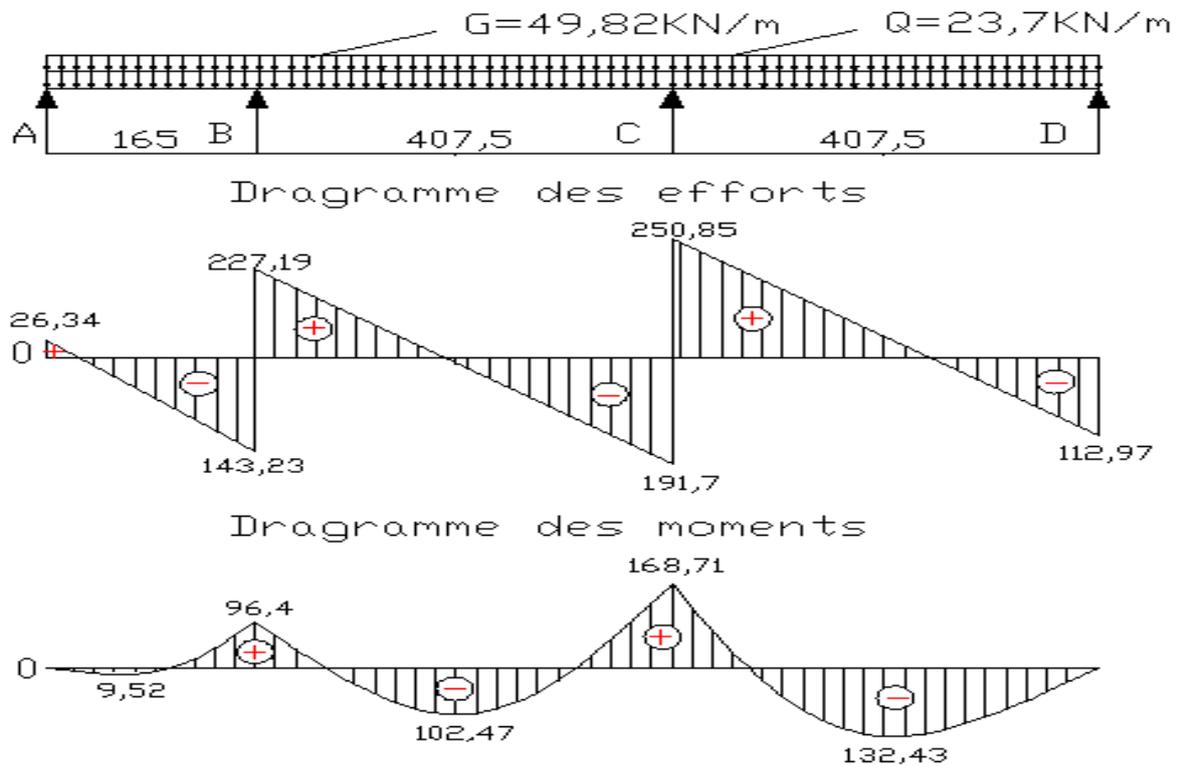


Figure 8: diagramme des moments et des efforts tranchants de poutre a ELU

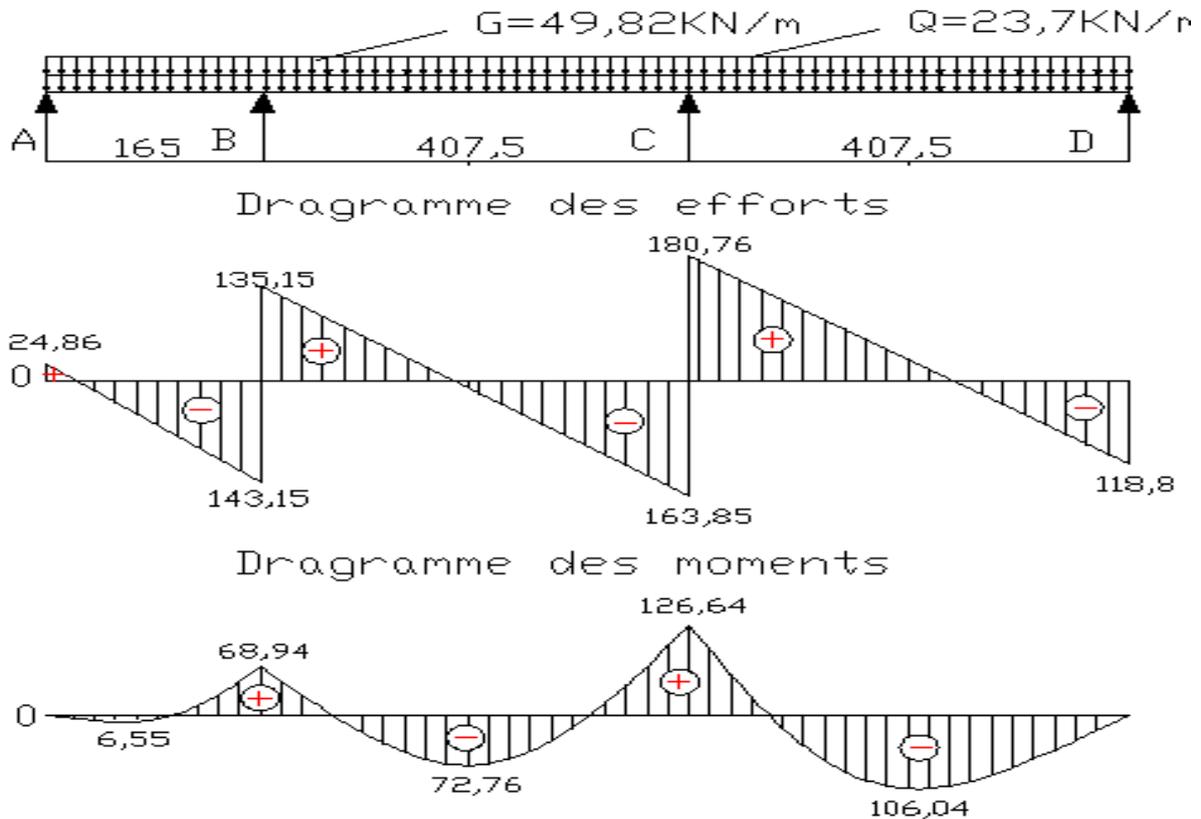


Figure 9 : diagramme des moments et des efforts tranchants de poutre a ELS

### 3) Calcul des armatures en travées a l'ELU

Le moment maximal en travée a l'ELU est :  $M_{t_{max}} = 132,43 \text{ KNm}$

. avec  $b=25\text{cm}$  ;  $d=0,9xh=0,9 \times 45=40,5\text{cm}$

Calcul de  $\mu$ .

$$\mu = \frac{M_t}{\sigma_b \times b d^2} = \frac{132,43 \cdot 10^{-3}}{0,25(0,405)^2 \cdot 14,2} = 0,184 . \quad \mu = 0,184 < \mu_l = 0,392 \quad A' = 0 \quad \beta = 0,897$$

Calcul de  $\alpha$ :

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2x\mu}) = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2x0,184}) = 0,256 \quad \alpha = 0,256$$

Calcul de la section A:

$$A = \frac{0,8\alpha b d \sigma_b}{\sigma_s} = \frac{0,8 \times 0,256 \times 25 \times 40,5 \times 14,2}{348} = 9,4 \text{ cm}^2 .$$

$$A_u = 9,4 \text{ cm}^2 .$$

### 4) Calcul des armatures en travées a l'ELS

Le moment maximal en travée a l'ELS est :  $M_{t_{max}} = 80,64 \text{ KNm}$

. avec  $b=25\text{cm}$  ;  $d=0,9xh=0,9 \times 45=40,5\text{cm}$

Calcul de  $\mu$ .

$$\mu = \frac{M_t}{\sigma_b \times b d^2} = \frac{80,64 \cdot 10^{-3}}{0,25(0,405)^2 \cdot 14,2} = 0,138 . \quad \mu = 0,138$$

Calcul de  $\alpha$ :

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2x\mu}) = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2x0,138}) = 0,256 \quad \alpha = 0,186$$

Calcul de la section A:

$$A = \frac{0,8\alpha b d \sigma_b}{\sigma_s} = \frac{0,8 \times 0,256 \times 25 \times 40,5 \times 14,2}{348} = 5,94 \text{ cm}^2 .$$

$$A_{ser} = 5,94 \text{ cm}^2 .$$

Condition de non fragilité:

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

$$A_{min} = \frac{0,23 \times 25 \times 40,5 \times 2,1}{400} = 1,22 \text{ cm}^2 .$$

$$A \geq \max(A_u; A_{ser}; A_{min}) = 9,4 \text{ cm}^2$$

Choix : 5HA16 = 10,05 cm<sup>2</sup>.

5) Calcul des armatures aux appuis

:

Le moment maximal aux appuis est : **Mmax = 168,71 KNm.**

$$\text{Calcul de } \mu : \mu = \frac{M_t}{\sigma_b \times b d^2} = \frac{168,710 \cdot 10^{-8}}{0,20(0,405)^2 14,2} = 0,234 \quad \mu = 0,234 < \mu_l = 0,392.$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) ; \mu = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,279}) = 0,338$$

$$\alpha = 0,338$$

Calcul de la section d'armatures A :

$$A = \frac{0,8 \alpha b d \sigma_b}{\sigma_s} = \frac{0,8 \times 0,338 \times 25 \times 40,5 \times 14,2}{348} = 12,41 \text{ cm}^2.$$

$$A = 12,41 \text{ cm}^2.$$

Condition de non fragilité:

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

$$A_{\min} = \frac{0,23 \times 25 \times 40,5 \times 2,1}{400} = 1,22 \text{ cm}^2.$$

$$A = 12,41 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 1,22 \text{ cm}^2. \text{ Condition vérifiée}$$

Choix des armatures:

$$A = 6HA14 \text{ et } 3HA12 = 12,63 \text{ cm}^2$$

6) Calcul des armatures transversales

Calcul de Vu et ζu

$$.V_u = 250,85 \text{ KN} \cdot \text{m} = 0,251 \text{ MN} \cdot \text{m}; b_0 = 25 \text{ cm}; d = 45 \text{ cm}$$

$$.f_{28} = 25 \text{ MPa}; f_{tj} = 2,10 \text{ MPa} \text{ et } k = 1$$

Fissuration peu nuisible. Pas de reprise de bétonnage.

$$\text{Armatures droites : } A_t = 4HA6 = 1,12 \text{ cm}^2; f_s = 400 \text{ MPa} \text{ et } \gamma_s = 1,15.$$

La formule

$$\frac{A_t}{b_0 \times s_t} \geq \frac{\tau_u - 0,3 f_{tj} k}{0,8 f_s (\cos \alpha + \sin \alpha)} \text{ et } \alpha = \frac{\pi}{2}$$

La formule se simplifie :

$$\frac{A_t}{b_0 \times S_t} \geq \frac{T_u - 0,3f_{tj}}{0,8f_e}$$

$$\zeta_u = \frac{V_u}{b d} = \frac{250,85 \text{ KN}}{250 \times 450} = 2,23 \text{ MPa}$$

**-Vérification :**

$$\zeta_u \leq \zeta_{u \max} = \min(0,13f_c 28; 5 \text{ MPa})$$

$$= \min(3,25 \text{ MPa}; 5 \text{ MPa})$$

$$\zeta_{u \max} = 3,25 \text{ MPa} > \zeta_u = 2,23 \text{ MPa} \quad \text{CV}$$

**-Calcul de  $\zeta_t$**

$$\zeta_t = \zeta_u - \zeta_b; \quad \zeta_b = 0,3f_t 28 = 0,3 \times 2,1 = 0,63 \text{ MPa}$$

$$\zeta_t = 2,04 - 0,63 = 1,41 \text{ MPa}$$

$$\zeta_t = 1,41 \text{ MPa} > 0,32 \text{ MPa} \quad \text{condition vérifiée}$$

**-Calcul de diamètre de l'armatures transversale ( $\Phi_t$ )**

$$\Phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b}{10}; \Phi_{l \min}\right)$$

$$\leq \min(12,85 \text{ mm}; 20 \text{ mm}; 16 \text{ mm})$$

$$\Phi_t \leq 12,85 \text{ mm} \quad \Phi_t = 6 \text{ mm} \quad a_t = 0,28 \text{ cm}^2$$

**-Calcul de l'espacement a l'appui  $S_t$**

$$S_t \leq \frac{0,8 A_t x f_e}{0,4 x b (T_u - 0,3 f_{tj})} \quad a_t = 0,28 \text{ cm}^2; \quad A_t = m_t x a_t = 0,28 \times 4 = 1,12 \text{ cm}^2 \quad k=1$$

$$S_t \leq \frac{0,81,12 \times 400 \times 10^{-4}}{0,25 \times (2,23 - 0,3 \times 2,1)} = 0,089$$

$$S_t = 8 \text{ cm}$$

Tableau 12: récapitulatif de ferrailage de poutre

ELU								
Designation	MU (KN.m)	$\mu$	$\alpha$	$\sigma_s$ (MPa)	As (cm <sup>2</sup> )	As min (cm <sup>2</sup> )	Choix	As.adopt (cm <sup>2</sup> )
En Travée	132,43	0,184	0,256	348	9,4	1,22	5HA16	10,05
Aux appuis	168,71	0,234	0,338	348	12,41	1,22	6HA14 et 3HA12	12,63

ELS								
Designation	Mser (KN.m)	$\mu$	$\alpha$	$\sigma_s$ (MPa)	As (cm <sup>2</sup> )	As min (cm <sup>2</sup> )	Choix	As.adopt (cm <sup>2</sup> )
En Travée	80,64	0,138	0,186	348	5.4	1,22	5HA16	10,05
Aux appuis	168,71	0,234	0,338	348	12.41	1,22	6HA14 et 3HA12	12,63

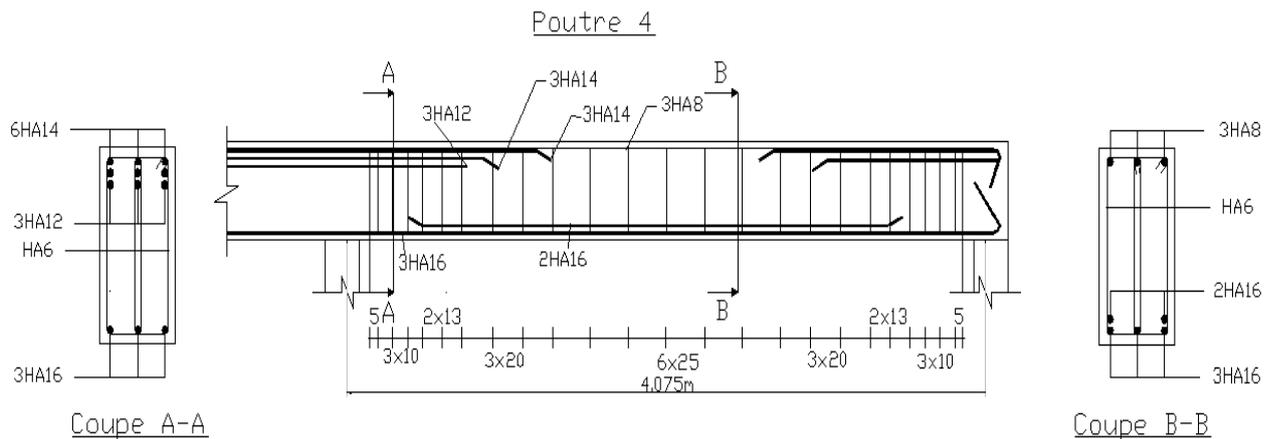


Figure 10 : Dispositif des armatures pour la poutre 4

**Remarque :** les armatures peuvent grouper en paquets et disposées de façon à permettre la mise en œuvre du béton. Des intervalles suffisamment larges entre les armatures doivent être ménagés pour vibrer le béton avec des aiguilles vibrantes et permettre l'enrobage des aciers.

#### IV.6 Calcul et dimensionnement Escalier

Les escaliers droits se calcul comme une rampe en prenant en compte le poids propre des marches et contremarches.

Tableau 13 : récapitulatif de ferrailage d'escalier

Armatures longitudinales				
A'	A (cm <sup>2</sup> )	Amin (cm <sup>2</sup> )	Choix des barres (cm <sup>2</sup> )	Espacement (cm)
0	4,7	1,74	5HA12	20
Armatures de répartition				
Ar (cm <sup>2</sup> )			Choix des barres (cm <sup>2</sup> )	Espacement (cm)
1,17			4HA8	25
Armatures sur appuis				
Aa (cm <sup>2</sup> )			Choix des barres (cm <sup>2</sup> )	Espacement (cm)
0,7			3HA8	25

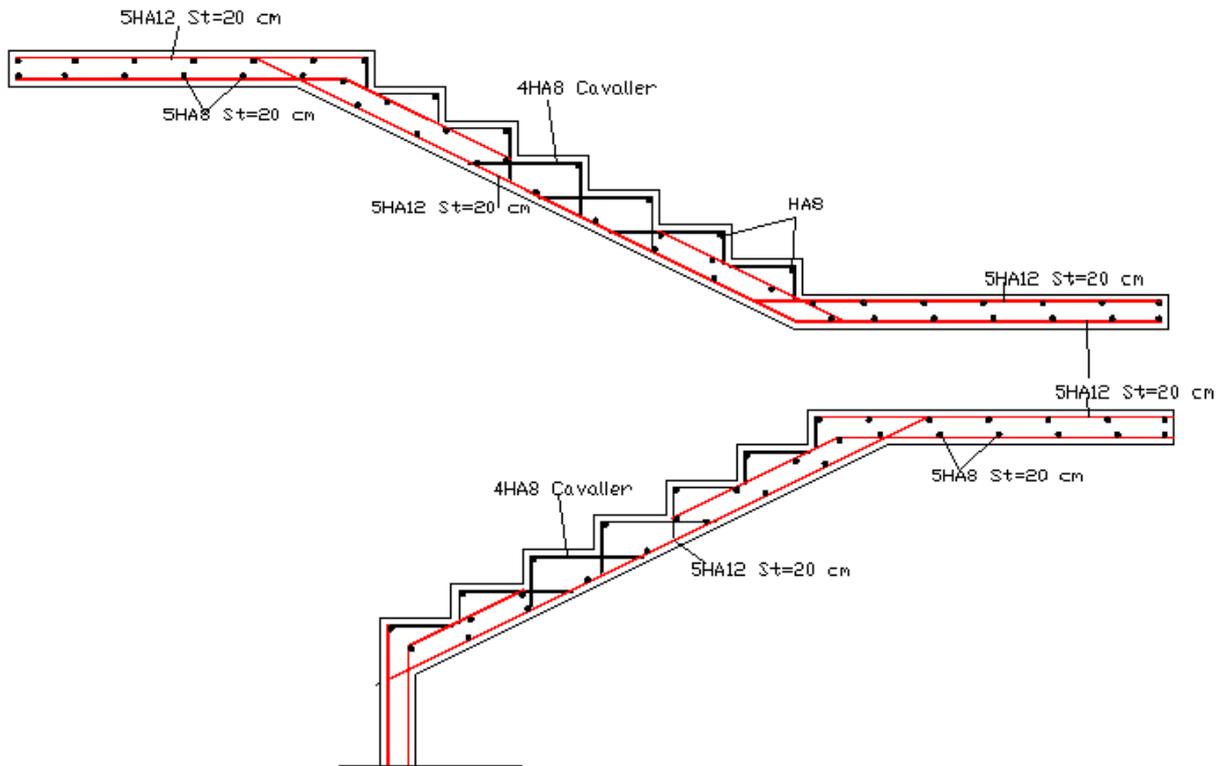


Figure 11 : Dispositif des armatures pour l'escalier

#### IV.7 Calcul et dimensionnement de voile de l'ascenseur

La cage d'ascenseur est une structure en voile. Les voiles dans la superstructure transfèrent les charges verticales à la fondation et ne participe pas au contreventement du bâtiment, sauf les voiles de cage d'ascenseur. Le dimensionnement se fait sur une bande de 1m comme pour la dalle et la descente des charges est comme celui de poteau.

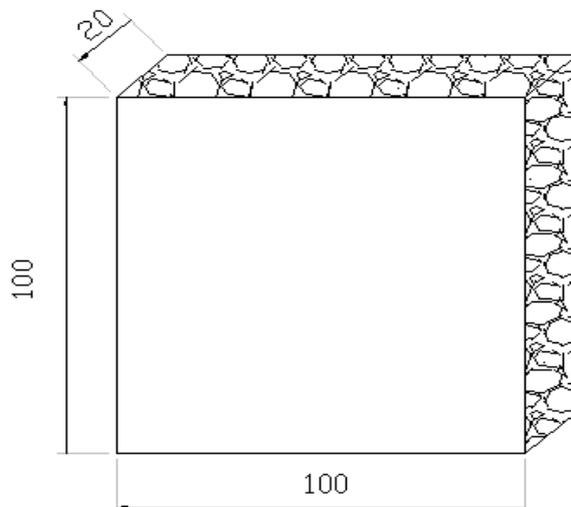


Figure 12 Section de la voile

Tableau 14 : récapitulatif de ferrailage de la voile

Désignation	MRB (KN.m)	Msr (KN.m)	YRB (cm)	$\Sigma s$ (Mpa)	As (cm <sup>2</sup> )	Choix	As.adopt (cm <sup>2</sup> )	St(cm <sup>2</sup> )
Armature vertical	84,24	11,32	6,4	348	2,1	5HA10	3,92	20
Armature horizontal	84,24	11,32	6,4	348	1,6	5HA8	2,5	20

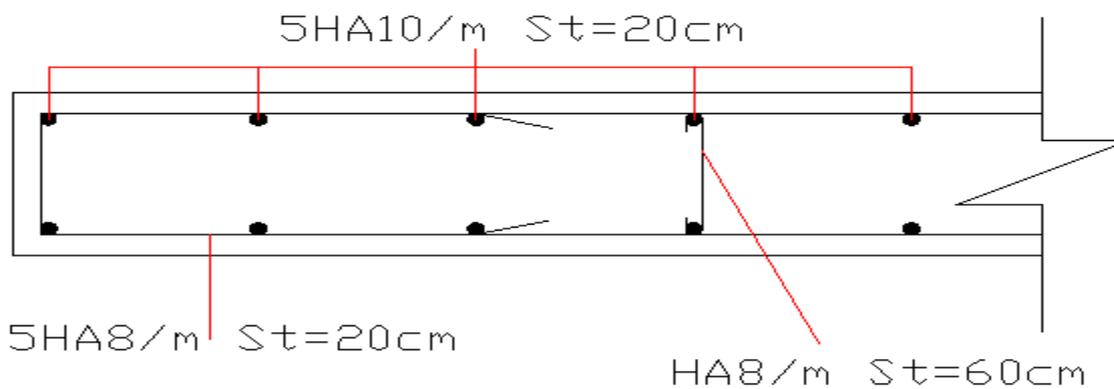


Figure 13 : Dispositif des armatures de voile de l'ascenseur

## Chapitre V : ELECTRICITE, CLIMATISATION ET PLOMBERIE

### V.1 Electricité

Dans toute conception d'un bâtiment, la notion d'éclairage et d'énergie est recommandée par l'hygiène du bâtiment.

Et aussi pour le bon fonctionnement de l'immeuble, l'électricité joue un rôle déterminant.

L'étude d'une installation basse tension doit être conduite dans le souci de permettre une bonne adoption aux besoins de l'utilisateur final et compte tenue de la contrainte essentielle du respect du budget.

Le critère final de la réussite d'une étude est donc le rapport performances/prix. Bien étendu, l'installation étudiée est conforme aux normes et règlements en vigueur afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens.

L'immeuble sera équipé des éléments suivants :

$$\text{Cos}\phi = 0,8$$

Tableau 15 Récapitulative des puissances effectuées

<b>RDC</b>						
Désignation	Symbol e	Puissance Normale (kw)	Coefficien t KU	Puissance Appelée (kw)	Coefficien t KS	Puissance Installée (kw)
Eclairage	CL	1,98	1	1,98	1	1,98
Prise courant	CP	146,72	0,22	32,2784	0,16	5,164544
Split	CS	7,6	1	7,6	1	7,6
Total						<b>14,74</b>
<b>Puissance apparente S(KVA)</b>		<b>20,26</b>				
<b>Courant I(A)</b>		<b>58,44</b>				
<b>R+1</b>						
Eclairage	CL	1,44	1	1,44	1	1,44
Prise courant	CP	146,72	0,22	32,2784	0,16	5,164544
Split	CS	7,6	1	7,6	1	7,6
Total						<b>14,20</b>
<b>Puissance apparente S(KVA)</b>		<b>19,52</b>				
<b>Courant I(A)</b>		<b>57,27</b>				
<b>R+2</b>						
Eclairage	CL	2,28	1	2,28	1	2,28

Prise courant	CP	251,03	0,22	55,23	0,16	8,84
Split	CS	10,05	1	10,05	1	10,05
Total						<b>21,17</b>
<b>Puissance apparente S(KVA)</b>		<b>29,1</b>				
<b>Courant I(A)</b>		<b>85,4</b>				
<b>R+3</b>						
Eclairage	CL	2,28	1	2,28	1	2,28
Prise courant	CP	251,03	0,22	55,23	0,16	8,84
Split	CS	10,05	1	10,05	1	10,05
Total						<b>21,17</b>
<b>Puissance apparente S(KVA)</b>		<b>29,1</b>				
<b>Courant I(A)</b>		<b>85,4</b>				
<b>Puissance d'un groupe électrogène PGE(KVA)</b>		<b>80,76</b>				

La section des câbles et les appareils de protection sont choisis en fonction de la puissance des récepteurs toute en respectant les normes françaises.

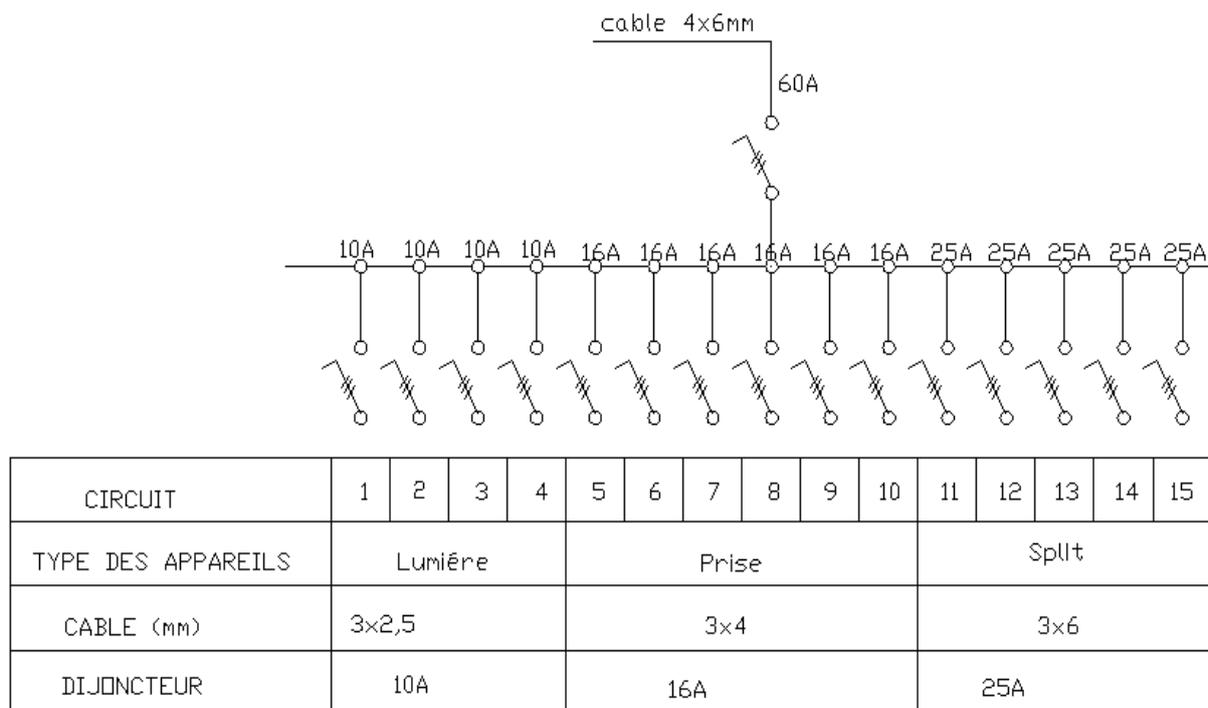


Figure 14 Tableau divisionnaire de RDC

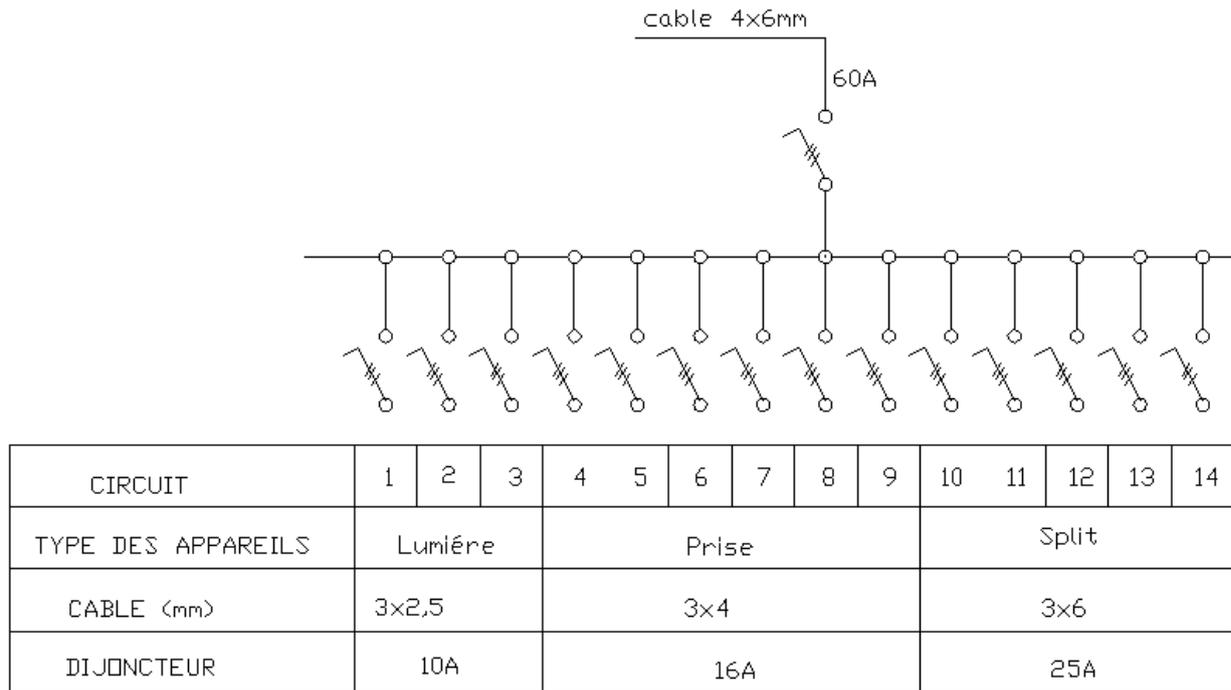


Figure 15 : Tableau divisionnaire de R+1

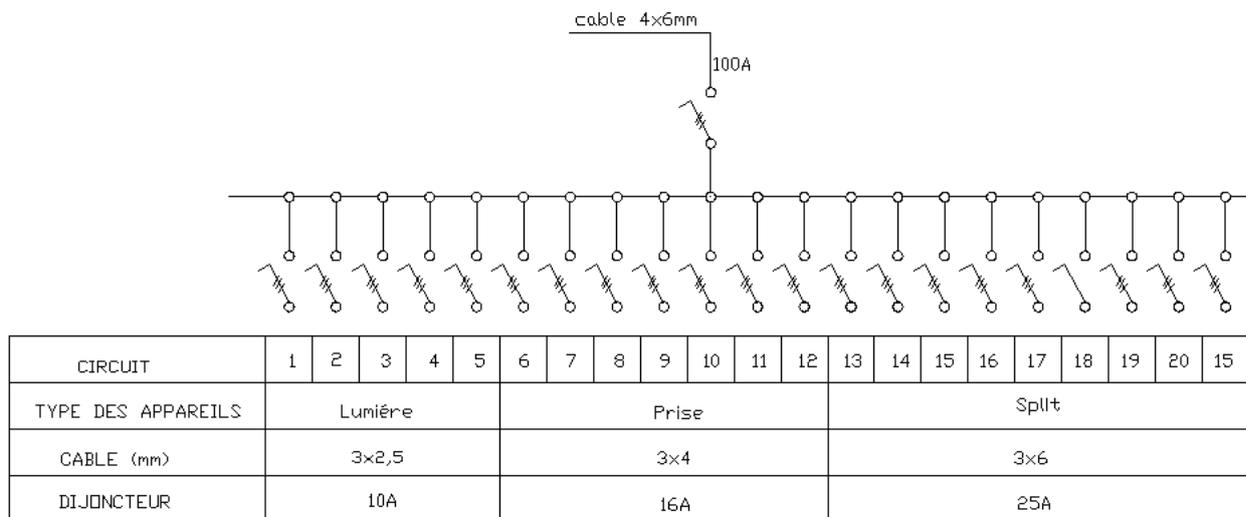


Figure 16 : Tableau divisionnaire de R+2 =R+3

### V.2 Climatisation

La puissance du climatiseur ou puissance frigorifique est de 46474,11 W, soit 60 CV. Ce qui donne dix (10) climatiseurs Split de 3 CV, huit(8) climatiseurs Split de 2 CV, donne dix (10) climatiseurs Split de 1,5 CV. Le détail de calcul est dans annexe I

### Puissance à souscrire à la compagnie d'électricité

**On souscrira auprès de la SONABEL une Puissance de 64,61 KVA.**

### V.3 Plomberie sanitaires

#### Généralités

L'eau est une nécessité physiologique de l'homme. Elle est indispensable à la vie humaine, animale et végétale. Les problèmes à résoudre portent d'une part sur l'Alimentation en eau et d'autre part sur l'Évacuation des eaux usées. Aussi, la préoccupation majeure est le confort des usagers :

- D'assurer en tout point du bâtiment une alimentation en eau avec le débit suffisant et continu ;
- Une évacuation rapide des eaux, il y a dans le bâtiment trois types d'eaux à évacuer : Les eaux de pluviales(EP), les eaux usées (EU cuisine, salle de bain) et les eaux vannes(EV).
- D'empêcher l'accès dans les locaux de l'air vicié provenant de l'égout.

#### 1) -Alimentation en eau du bâtiment

Le calcul de l'alimentation en eau du bâtiment est fait par une distribution basée sur les vitesses

#### a-Evaluation des débits à transporter

Le tableau ci-dessous donne les différents équipements et débits.

Avec :

- ✓  $k$  : coefficient de simulation  $k = \frac{1}{\sqrt{x-1}}$
- ✓  $x$  = nombre de robinets
- ✓  $Q = kq_i$

Tableau 16: équipements sanitaires et débits

Appareils	Evaluation en eau usée				Evaluation en alimentation eau du bâtiment			
	Nombre	Débits (l/s)		Diamètres (mm)	Débits (l/s)			Diamètres (mm)
		Nominal	total		Nominal	total	Simulation	
WC	8	1,5	12	110	0,22	1,76	0,22	10
Evier	4	0,75	3	50	0,2	0,8	0,2	10
Lave mains	8	0,75	6		0,1	0,8	0,1	10
Baignoire	4	1,2	4,8	63	0,33	1,32	0,33	13
Douche	8	0,5	4		0,2	1,6	0,2	12
Robinet	6				0,15	0,9		13
Total	32		29,8			7,54	0,59	

2) -Fosse

La fosse septique est le complément indispensable de notre réseau d'évacuation si le quartier ou nous construisons n'a pas d'égout collectif. Elle doit nous permettre de rejeter nos eaux sans problème pour l'environnement.

Nous donnons un schéma de fosse septique dont nous essaierons de nous rapprocher le plus possible avec les dimensions de compartiment(voir annexe III) à respecter selon la taille des occupants . Le liquéfacteur est divisé en deux compartiments dans proportion 1/3-2/3.

Tableau 17 récapitulatif de fosse septique

Fosse septique			
Désignation	Liquéfacteur		compartiment filtrant(m)
	1er	2eme	
Longueur(m)	2	1	1
largeur(m)	2	2	2
Hauteur(m)	1,5	1,5	1
Epaisseur (cm)	12		

1) Chute des EU/EV ;2) Ventilation haute ;3) 1<sup>er</sup>Liquéfacteur ;

4)2<sup>eme</sup> Liquéfacteur ;5) Répartiteur (plaque de béton percée) ;

6) Tampon de visite ;7) Sortie des eaux ;8) Radier et parois en béton

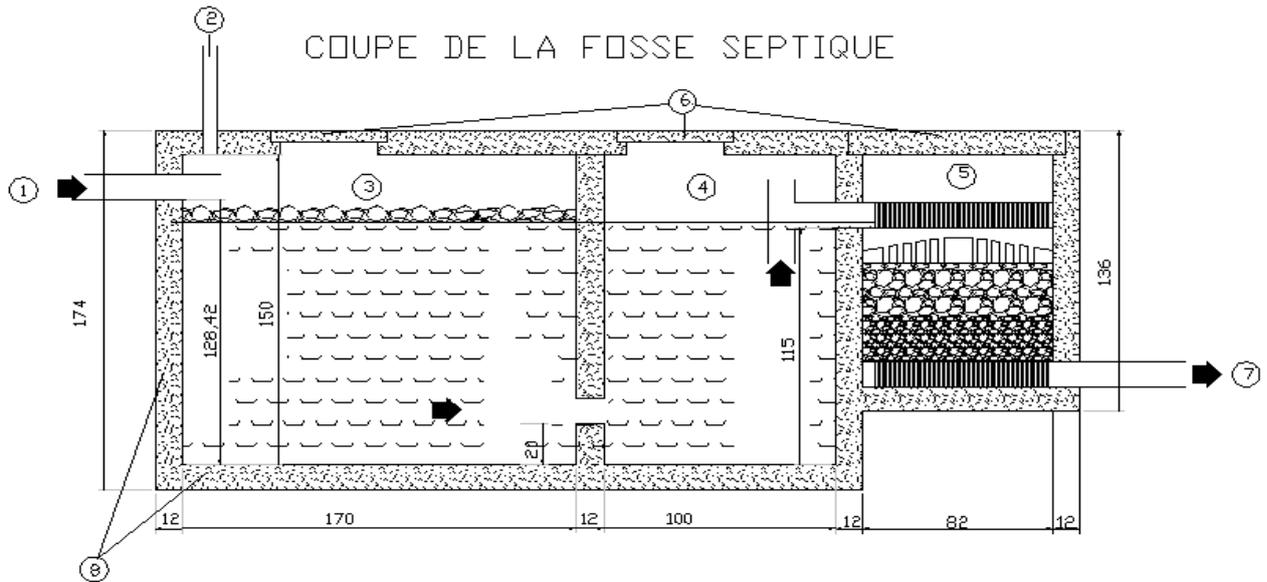


Figure 17 Coupe de la fosse septique

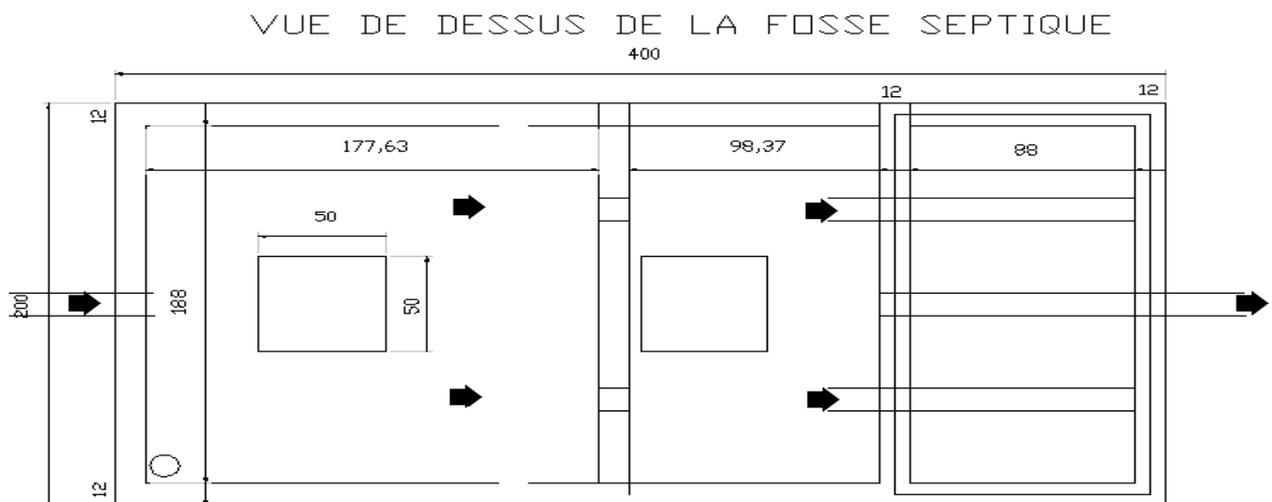


Figure 18 Vue de dessus de la fosse septique



Figure 19 : Plan de regard

## Chapitre VI : DEVIS QUANTITATIF, ESTIMATIF ET PLANNING DES TRAVAUX

### VI.1 Programmation et gestion de chantier

#### 1- Organisation de matérielle du chantier

D'une manière générale, une parfaite connaissance des plans et de tous les documents techniques comportant les conditions d'exécution de la construction et les renseignements sur les matériaux à utiliser est nécessaire.

Les actions suivantes sont importantes à mener :

- La reconnaissance et l'examen du lieu de construction, sa topographie et sa localisation ; qui permettront :
  - De savoir comment installer le chantier
  - De vérifier les éventuelles erreurs ou omissions sur les documents et plans.
- Le choix du lieu d'installation du chantier et l'élaboration du plan d'installation :
  - La position des ateliers (autos, engins),
  - Les aires de stockage,
  - Les différents postes (ferraillage, bétonnière, préfabrication, bureaux...)

Les bureaux seront construits loin des aires de construction tandis que les ateliers et les magasins seront le plus près possibles de l'ouvrage. Le parc de matériel sera protégé de la poussière du chantier, de préférence à l'ombre et loin des réserves de carburant.

Voir plan d'implantation Annexe III

#### 2- Organisation technique du chantier

##### a. Organisation technique générale

Pour qu'un chantier puisse commencer, il faut que l'entreprise y soit autorisée, qu'il soit accessible aux engins, qu'il puisse être alimenté en eau et en énergie et que les matériaux puissent y être livrés.

Une déclaration d'intention d'ouverture de ce chantier au niveau de la mairie ou de la préfecture doit être faite et affichée de façon bien visible sur les lieux des travaux.

Des voies ou pistes d'accès aux divers points du chantier doivent être au préalable créées.

Le plus souvent, le chantier a besoin d'être alimenté en eau et en énergie (électricité et carburants). Il faut donc passer des contrats avec les concessionnaires d'eau et d'électricité, ainsi qu'avec un fournisseur de carburant pour les engins.

Comme le plus souvent des déplacements de réseaux de ces mêmes concessionnaires sont indispensables, les contrats d'alimentation à passer peuvent servir de moyens de négociation.

Une alimentation en eau sera prévue, et la mise en place d'un groupe électrogène d'une puissance nécessaire, pour alimenter l'atelier et bureaux.

L'organisation technique du chantier consiste aussi à :

- Découper en sous ensemble indépendant l'ouvrage à réaliser ;
- Déterminer et optimiser le matériel, la main d'œuvre et la cadence d'avancement pour chaque sous ensemble des travaux;
- Etudier le plan de rotation c'est-à-dire découper chaque sous ensemble en phase journalière correspondant à la cadence d'avancement retenu

#### b. Besoin en main-d'œuvre

La main-d'œuvre productrice concerne le personnel du chantier affecté directement à la réalisation d'ouvrage. Les besoins de la main-d'œuvre se déterminent à partir :

- Du fichier des ouvriers de l'entreprise (nom, qualification, compétence,...) ;
- Du bordereau des temps unitaire d'ouvrier ou d'équipe spécifique à l'entreprise ;
- Des horaires de travail.

#### c. Besoins en matériaux

Les besoins en matériaux pour approvisionner un chantier se déterminent pour chaque ouvrage élémentaire à partir :

- Des quantités d'ouvrage à réaliser (issues de l'avant-métré) ;
- Des quantités élémentaires de matériaux entrant dans l'unité d'ouvrage correspondante y compris les pertes dues au transport ou à la mise en œuvre des matériaux.

Pour les matériaux pulvérulents (sable, gravier, ciment, béton mortier frais,...) les pertes s'évaluent à 5% donc il sera le coefficient  $1/0,95 = 1,0523$ . Pour les matériaux durs (bois, acier, brique,...) sera appliqué le coefficient 1,05.

Pour la détermination de besoins en matériaux il faut :

- Posséder l'avant-métré de l'ouvrage à réaliser ;
- Déterminer les quantités de matériaux élémentaires entrant dans l'unité d'ouvrage élémentaire ;
- Evaluer les pertes prévisibles sur les matériaux ;
- Déterminer les quantités globales de matériaux pour approvisionner le chantier ;
- Evaluer le coût des matériaux rendus sur le chantier hors taxes.

### 3- Organisation administrative du chantier

#### d. Encadrement du chantier

L'encadrement d'un chantier nécessite une compétence importante des techniciens suivants :

##### ✓ **Conducteur des travaux :**

C'est le responsable du Chantier. Le conducteur de travaux suit, organise, planifie et contrôle la construction de A à Z. Il gère l'avancement du chantier. Il s'occupe de la coordination des corps de métier. Et ils sont nombreux ! Les terrassiers, les maçons, les sous-traitants habituels ou occasionnels...

Bref, il évalue les effectifs, prend en charge le recrutement et gère ses équipes avec le chef de chantier.

Les aptitudes et qualités requises

Le Conducteur de travaux doit avoir le sens des responsabilités, savoir écouter et anticiper, être déterminé et organisé, posséder un sens développé du relationnel.

##### ✓ **Chef de chantier :**

Le Chef de chantier intervient aussi bien sur les chantiers, pour la construction d'un ouvrage, que pour l'exploitation ou l'entretien de celui-ci. Sous la responsabilité d'un Conducteur de travaux, dirige les équipes, contrôle, coordonne et planifie les travaux et assure l'organisation la gestion et le suivi du chantier.

Son travail est organisé autour de 3 grandes activités :

- La préparation du chantier
  - L'organisation et le suivi de chantier
  - La fin du chantier.
- Le journal de caisse où il note toutes les dépenses (pour boires aux livreurs, frais divers, achat de petites fournitures de bureau) ;
  - La feuille hebdomadaire de demande d'acompte ;
  - Le carnet de réception des plans et des matériaux ;
  - Le carnet du personnel (le chef de chantier consigne par ordre d'arrivée les noms des ouvriers avec un minimum de renseignements utiles ;
  - Des fiches de temps unitaires des tâches élémentaires exécutés sur le chantier.

Le chef de chantier doit être ordonné et méthodique.

✓ **Contremaître :**

Il s'occupe en accord avec le chef de chantier de la préparation et de la mise en place de la main-d'œuvre et des machines suivant les indications du calendrier et les instructions arrêtées par le bureau. Il répartit les ouvriers de manière à atteindre un meilleur rendement. Le contremaître détermine la composition des équipes et les occupe à des tâches de même nature, si possible répétitives, pour parvenir à un travail à la chaîne.

✓ **Chef d'équipe**

Le chef d'équipe est un ouvrier qualifié désigné comme responsable direct des autres ouvriers qualifiés et manœuvres d'une équipe. Il doit faire travailler les membres de son équipe d'après les instructions du contremaître et du chef chantier. Il doit veiller constamment à leur rendement en qualité et en quantité.

**e. Encadrement du chantier**

Pour une meilleure organisation du chantier, les encadreurs doivent :

- ✓ Savoir donner des ordres aux ouvriers de manière à ce qu'ils soient librement acceptés ;
- ✓ Consigner sur un carnet les demandes valables et toujours leur donner une suite ;
- ✓ S'assurer que les ouvriers ont en main tout ce qu'il leur faut ;

- ✓ Se réunir en fin de journée pour échanger des avis sur les travaux de la journée et régler dans les détails des travaux du lendemain ;
- ✓ Etre des chefs justes et compréhensibles.

Tableau 18: rendement global des ouvrages en béton armé et maçonnerie

OUVRAGE	Unité	Equipe	T.U j/m <sup>3</sup>	r=m <sup>3</sup> /j ou m <sup>2</sup> /j
Béton de semelle	m <sup>3</sup>	2 maçons + 8 manoeuvres + 2 coffreurs +2 ferrailleurs	0.47	2.13
Longrine	m <sup>3</sup>	idem	0.92	1.09
Chaînage	m <sup>3</sup>	idem	1.49	0.67
Poteaux	m <sup>3</sup>	idem	2.99	0.33
Plancher en corps creux	m <sup>2</sup>	2 maçons + 16 manoeuvres + 4 coffreurs +2 ferrailleurs	0.137	7.30
Enduit vertical	m <sup>2</sup>	1 maçon+1 manoeuvre	0.42	2.38
Enduit horizontal et maçonnerie	m <sup>2</sup>	1 maçon+1 manoeuvre	1.25	10

**Calcul du crédit global d'heures de la main d'œuvre (CGH)**

Il s'agit d'harmoniser les cadences et les effectifs en conciliant au mieux les impératifs de rapidité d'exécution et d'économie de main d'œuvre, avec tous les aléas de chantier.

Pour y parvenir il faut calculer les quantités totales d'heures de main d'œuvre, c'est-à-dire le crédit global d'heures à consommer pour réaliser le chantier.

Le temps par unité de tâche est estimé à partir du rendement des équipes. Etant donné que la durée de travail est de 8 heures par jour et en tenant compte du nombre d'ouvriers par équipe une estimation globale d'heures de travail est faite pour chaque unité de tâche élémentaire (voir tableau 16)

Tableau 19: rendement des équipes

OUVRAGE	Unité	Equipe	Nombre d'équipe	T.U j/m <sup>3</sup>
---------	-------	--------	-----------------	----------------------

Travaux préparatoire- Terrassement	m <sup>2</sup>	-	-	-
Béton de semelle	m <sup>3</sup>	2 maçons + 8 manoeuvres + 2 coffreurs +2 ferrailleurs	1	0.47
Longrine	m <sup>3</sup>	idem	1	0.92
Chaînage	m <sup>3</sup>	idem	1	1.49
Poteaux amorce	m <sup>3</sup>	idem	1	2.99
Poteaux	m <sup>3</sup>	idem	1	2.99
Poutre	m <sup>3</sup>	idem	1	0.92
Plancher en corps creux	m <sup>2</sup>	4 maçons + 16 manoeuvres + 4 coffreurs +2 ferrailleurs	2	0.137
Enduit vertical	m <sup>2</sup>	1 maçon+1 manoeuvre		0.42
Enduit horizontal	m <sup>2</sup>	1 maçon+1 manoeuvre		1.25
Maçonnerie	m <sup>2</sup>	1 maçon+1 manoeuvre	3	1.25

## VI.2 Evaluation de matériaux

L'évaluation de matériaux se fera comme suit :

- Pour le ciment dosé à 150kg/m<sup>3</sup> le volume est multiplié par 150 pour avoir le kilogramme du ciment ensuite cette quantité trouvée sera divisée par 50 pour avoir la quantité en sac de 50kg ;
- Pour le ciment dosé à 350kg/m<sup>3</sup> idem que celui de 150kg/m<sup>3</sup>
- Pour le sable il sera appliqué le coefficient de 0,4 pour avoir la quantité ;
- Pour le gravier il sera appliqué le coefficient de 0,8 pour avoir la quantité ;
- Pour l'eau il sera appliqué le coefficient de 0,5 pour avoir la quantité d'eau nécessaire pour l'obtention du dosage voulu ;
- Pour les briques de 15x20x40 et 20x20x40 ont une surface de 0,08 plus 0.02 pour le mortier de pose horizontal et vertical (joint entre les briques) cette surface de 0.0924 divisera la surface du mur pour avoir le nombre total des briques ;

- Pour un mètre carré il y aura 10 hourdis, ceci sera multiplié par la surface totale du plancher.

Les détails sont en annexe III

Tableau 20: Récapitulatif de matériaux

Désignation	Unité	Quantité
Ciment	sac	6333
Sable	m <sup>3</sup>	373
Gravier	m <sup>3</sup>	745
Eau	m <sup>3</sup>	492
agglomérés pleins de 20x20x40	U	613
agglomérés de 15x20x40	U	5110
agglomérés de 20x20x40	U	5705
Hourdis à corps creux	U	9850
Enduis extérieur	m <sup>2</sup>	580.5
Enduis intérieur	m <sup>2</sup>	1634.72

### VI.3 Planning de travaux et devis

Pour l'élaboration de planning, il a été déterminé la durée de chaque tâche (tableau23 annexe II) en se basant sur le temps unitaire. Le planning de GANTT est approprié pour ce type de travaux, le planning adopté est celui à mailles fines bien qu'il est difficile de gérer les imprévus ce planning permet de d'avoir une précision dans le délai et un bon contrôle de chantier. La durée totale des travaux est de 195 jours soit 7mois et demi. (voir planning annexe VII)

Le devis estimatif est obtenu en multipliant le prix unitaire (fourni par l'entreprise) par la quantité estimée. Le montant global s'élève à 400494 698 F CFA. (Voir devis estimatif annexe II)

## Chapitre VII : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

L'aspect environnemental et social est devenu une partie intégrante de tout projet, avant toute étude conceptuelle il est primordial de faire une étude d'impact environnemental et social pour savoir les effets de ce projet sur la nature et les êtres vivant afin de prendre de mesures pour les atténuer.

### VII.1 Etude sociale

Tout projet (route ou bâtiment) lors de son exécution ou lors de son exploitation aura un impact social négatif ou positif.

Les effets positifs :

- la création des emplois, bien que l'entreprise a ses employés (main-d'œuvre qualifiée), elle aura besoin des jeunes du quartier pour l'exécution des fouilles et d'autres travaux de manœuvres ; ce qui permettra a ses jeunes riverains d'avoir des sources de revenus pendant les phases d'exécution des travaux
- le chantier emploiera 7h/j un nombre important des personnes qui aura besoin de s'alimenter : opportunité de petits commerces pour la population voisine du chantier ;

Les effets négatifs :

Ce sont les conséquences directes ou indirectes des travaux de construction et les différentes activités liées à ces travaux. Cependant on peut lister entre autres :

- Pollution sonore causé par les engins de chantier, bétonnière et les ouvriers ;
- Dégradation du sol due à l'utilisation de béton et autre produit de construction tel que les déchets métalliques du aux morceaux des armatures ;
- Pollution atmosphérique provoquée par la poussière lors de démolition de l'ancien bâtiment et le passage des gros engins de chantier et aussi la fumée dégagée par ces derniers ;
- Modification de la nature du sol et destruction du couvert végétal (coupe des arbres et arbustes) lors de la réalisation de la fondation ;

## VII.2 Etude environnementale

Impact potentiel sur les populations :

### 1- La santé publique

Les impacts sur la santé publique sont surtout des affections dont les risques d'apparition sont difficiles à prévoir :

- Apparition ou recrudescence d'affection ORL et ophtalmologiques, liées à la production continue de poussières et de bruits pendant des travaux.
- Propagation de maladies sexuellement transmissibles par le contact entre les ouvriers et les populations riveraines.

### 2-La sécurité publique

Il s'agit essentiellement :

- D'accidents de travail sur les chantiers ;
- l'ouvrage se trouve dans une commune il y aura de risque d'accidents de circulation pour la population, l'intensification du trafic et le non-respect du code de la route, notamment l'excès de vitesse.

### C Mesures d'atténuation

**Pour remédier certains problème citer ci-haut, il faut :**

- Avant tout travail de terrassement ou tout autre travail qui peut produire des poussières, on doit au préalable arroser le lieu à terrasser ;
- Sensibiliser les ouvriers sur les maladies sexuellement transmissibles en leur distribuant de brochures qui parlent de ces maladies ;
- Etre exigeant en ce qui concerne la sécurité au chantier, tout ouvrier doit être en tenue de travail (casque, chaussures de sécurité...), faire une réunion chaque matin avec les ouvriers en leur rappelant les règles de conduite au chantier ;
- Les chauffeurs des engins doivent respecter les codes de la route au chantier et en ville, de panneaux de signalisation et d'interdiction seront mis tout autour de chantier et dans l'enceinte de chantier ;

- Prendre contact avec la population voisine et leur expliquer le but et le bienfait de cet ouvrage, respecter leur coutume, explique aux ouvriers de ne pas voir dans les concessions voisines, être sympas avec eux.

## CONCLUSION

En Génie civil, la construction d'un ouvrage demande une réflexion scientifique c'est une étude d'ingénierie poussée.

Cette étude doit être abordée comme un problème à plusieurs solutions permettant de prendre en compte les circonstances les plus défavorables qui pourront se présenter au court de l'étude de l'ouvrage. Les données sont les dimensions et les comportements du bâtiment, au regard des caractéristiques mécaniques du sol d'assise ( $\sigma_{sol} = 1,5$  bars) et des charges appliquées, il a été retenu de passer en fondations superficielles (semelles isolés variant de 1,50 à 4 m) avec un ancrage de 1,50 m.

Nous avons acquis des connaissances diverses dans ce projet de fin d'étude. En effet, il nous a permis de :

- Faire des recherches documentaires sur les normes et les méthodes de calcul de des différentes structures d'un bâtiment;
- Maitriser des différents logiciels pour l'élaboration d'un projet ;
- D'avoir aussi le courage de demander ceux qui connaissent la matière ;
- Connaitre des sites donnant des informations dans le cadre de la construction et d'autre ;

Les vrai difficultés rencontrés lors de la conception de ce bâtiment est surtout la prise en compte de plusieurs facteurs au même moment : la sécurité, le coût et l'esthétique, les délais.

## Références bibliographiques

- **H. RENAUD** et **J. LAMIRAULT**. Les Editions FOUCHER (1993). Béton armé – Guide de calcul
- **H. RENAUD** et **J. LAMIRAULT**. Les Editions FOUCHER (janvier 2005) .Dessin technique
- **J.P MOUGIN**. Edition Eyrolles (1995), Béton armé. BAEL 91 et DTU associé.
- **H. RENAUD** et **F LETERTRE**. Les Editions FOUCHER (janvier 2003). Ouvrages en béton armé Technologie du bâtiment- Gros œuvre.
- **H.THONIER**. [1996] ; Conception et calcul des structures de bâtiment (Tome 4), édition Presse de l'école des ponts et chaussées.
- **J.F. LEVANNIER**. Guide VERITAS technique de la construction (Tome 1).Partie 12.3 b : Assainissement non collectif PRINCIPE GENERAUX
- **S. LEBELLE**. Cours de Béton armé (2011-2012). Partie 1 : Base de calcul. l'Institut International de l'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2IE) au (Burkina Faso)
- **Adamah P.S. MESSAN**. Cours de Béton armé (2013-2014).Partie 6 : Sections soumises à des sollicitations normales. l'Institut International de l'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2IE) au (Burkina Faso)
- **Dr GUEYE, I.** [2012]; Polycopié de cours de Géotechnique,

# ANNEXE I

## ANNEX I :DETAIL DE CALCUL

### 1. Poutre

Ce sont les éléments principaux de la construction, elles sont liées directement au poteau pour former de nœud rigide. Pour respecter les conditions admissibles de la flèche, on doit choisir la hauteur de la poutre <<h>>

Les dimensions de la section transversale des poutres principales peuvent être déterminées, en première approximation, d'après les conditions de BAEL 91, les critères de rigidité sont données par :

$L_{max}$  : la longueur de la poutre la plus défavorable qui est de 455cm

$$\frac{L_{max}}{15} \leq h_{pp} \leq \frac{L_{max}}{8}$$

$$\frac{455}{15} \leq h_{pp} \leq \frac{455}{8}$$

$$30.33cm \leq h \leq 57cm$$

On adopte  $h_{pp}=50cm$

La largeur de la poutre

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

$$0.3 \times 50 \leq b \leq 0.5 \times 50$$

$$15 \leq b \leq 25$$

On adopte  $b=25 cm$

D'où la poutre est de section 25x50cm<sup>2</sup>

### 2. Longrine

Les longrines ce sont des poutres et pour respecter les conditions admissibles de la flèche, on doit considérer la section des longrines comme pour les poutres.

D'où la longrine est de section 25x50cm<sup>2</sup>

### 3. Chainage

Les chainages ce sont aussi des poutres qui ceinturent l'immeuble et pour respecter les conditions admissibles de la flèche, on doit choisir la hauteur du chainage (h) tel que :

$$\frac{L_{\max}}{20} \leq h \leq \frac{L_{\max}}{16}$$

$$\frac{455}{20} \leq h \leq \frac{455}{16}$$

$$23 \leq h \leq 28$$

On adopte  $h=25\text{cm}$

La largeur du chaînage

$$0.25h \leq b \leq 0.5h$$

$$0.25 \times 25 \leq b \leq 0.5 \times 25$$

$$6.25 \leq b \leq 12.5$$

Pour la conformité avec le poteau

On adopte  $b = 20\text{cm}$

D'où le chaînage est de section  $20 \times 25\text{cm}^2$

#### 4. Plancher sol

Les planchers sont des éléments horizontaux qui servent à séparer le bâtiment en plusieurs niveaux. Les actions agissant sur le plancher peuvent être d'ordre physique (le bruit), mécanique sous forme vertical et horizontale. Le plancher doit être résistant, il peut être en béton armé, en bois, en structure métallique, ou mixte.

On a  $h_o \geq \frac{L_x}{40}$  avec  $L_x$  la largeur maximale du panneau qui est de  $407\text{cm}$  et  $L_y$  la longueur maximale du panneau  $455\text{cm}$ .

$$a \geq \frac{L_x}{L_y}$$

$$h_o \geq \frac{407}{455} = 0.89$$

$$h_o \geq \frac{407}{40}$$

$$h_o \geq 10.1\text{cm}$$

On adopte  $h_0 = 10\text{cm}$

## 5. Poteau

Ce sont des éléments verticaux réalisés en béton armé (en bois, métal) ayant une forme géométrique selon la forme de la conception. Les poteaux doivent être coulés sur toutes leurs hauteurs en une seule fois et leurs dimensions doivent respecter la règle de BAEL 99.

### A. Poteau carré $a=b$

Le rayon de giration

L'élancement est donné par la formule suivante  $\lambda \leq \frac{2\sqrt{3}}{a} l_f$

Longueur de flambement

$l_f = K \times l_0$  avec  $K = 0,7$

$l_f = 0.7 \times 3.3 = 2.31 \text{ m}$ ,  $a = \frac{\sqrt{12}}{35} \times 245 = 24.25 \text{ cm}$

Nous fixons  $\lambda=35$ ,  $a \leq \frac{\sqrt{12}}{35} l_f$   $l_f = 0.7l_0$

$l_f = 0.7 \times 3.3 = 2.31\text{m}$  ;  $a =$

$a = 25 \text{ cm}$

Nous prenons  $a = 25 \text{ cm}$ , et comme notre poteau est de type carré nous déduisons que

$a = b = 25 \text{ cm}$ .

### B. Poteau rectangulaire $a$ et $b$

Les dimensions de la section transversale des poteaux peuvent préalablement déterminées en fonction des efforts de compression qu'ils doivent supporter. Pour des poteaux soumis à la compression composée, on recommande de les prendre d'après la condition :

Coefficient des conditions de travail  $\lambda b = 0,9$

$B r \leq (0.9 \times \lambda b \times N_u) / (\alpha \times f_{c28}) \Rightarrow B r \leq 1,93 N_u / f_{c28}$  doc(Adamah MESSAN 2013-2014)

$B r = (a-2\text{cm})(b-2\text{cm}) \Rightarrow b \leq 2 + 1,93 N_u / (f_{c28} \times (a-2))$

**Poteau central R+2=R+3**

$N_u = 617,59\text{KN}$ ,  $a = 25$  et  $f_{c28} = 25\text{MPa} \Rightarrow b \leq 2 + 1,93 \times 617,59 / (25 \times (25-2))$

**B=23cm**

Nous adoptons :  $a=25\text{cm}$  et  $b=30\text{cm}$

Poteau central RDC=R+1

$N_u=1376,57\text{KN}$ ,  $a=25$  et  $f_c=28=25\text{MPa} \Rightarrow b \leq 2+1,93 \times 1376,57 / (25 \times (25-2))$

$B=48\text{cm}$

Nous adoptons :  $a=25\text{cm}$  et  $b=50\text{cm}$

## 6. escalier

### ✓ -contre marche

C'est la hauteur de marche. Elle est comprise entre 14cm et 18cm  $14\text{cm} \leq h \leq 18\text{cm}$  nous prenons  $h=15\text{cm}$

### ✓ -Marche

La marche est la partie horizontale « là où l'on marche » elle est aussi appelée giron et noté par  $g$ . Le giron se calcule d'après la formule de Blondel  $2h+g=m$

$g=m-2h$  avec  $60 \leq m \leq 65$  on prend  $m=62$

$g=62-2 \times 16$  alors  $g=30\text{cm}$

### ✓ -Emmarchement

C'est la longueur utile des marches. Il est noté  $E \geq 100\text{cm}$

Pour notre cas, nous prenons  $E=1,20\text{m}$

### ✓ -le nombre de marche

$$n=H/h \quad n=330/15=22$$

Nous prenons  $n=22\text{marches}$

### ✓ -longueur de volée

$$L_v=(n/2 - 1)g=(22/2-1) \times 30= 300\text{cm}$$

$L_v=300\text{cm}$

### ✓ -la largeur du palier de repos

$l_p = 1,2 E = 1,2 * 1,20$  alors

**$L_p = 144\text{cm}$**

-déterminons l'angle  $\alpha$

$\text{tang}\alpha = h / g = 15/30 = 28,07$   **$\alpha = 26,56^\circ$**

✓ **-largeur de la paille**

$\cos\alpha = L_v / L_p$   $L_p = L_v / \cos\alpha$  alors

$L_p = 300 / \cos 28,07 = 335,39$

**$L_p = 335,39\text{cm}$**

✓ **épaisseur de la paille**

$L_p / 30 \leq e \leq L_p / 20$  alors  $305,99 / 30 \leq e \leq 305,99 / 20$

$13,59 \leq e \leq 20,39$  on prend alors

**$e = 15\text{cm}$**

### 1) Dimensionnement du plancher

$$Gd = (edxf_c28xyf + Grev + Gmor + Gcl)x1.0$$

$$Gd = (0.04x25x1.2 + 0.22 + 0.55 + 0.9)x0.1 = 2.87\text{KN/m}$$

La surcharge appliquée à la dalle de largeur 1m est égale à :

$$Qd = Qx1 = 6.0x1 = 6\text{KN/m}$$

Pour une poutre continue on détermine les moments de flexion :

- **Les moments statiques**

Tous les travées ont la même distance  $l = 0,52\text{m} = 520\text{mm}$  et  $\alpha = 0,24$

$$M_{01} = \frac{q_u x l^2}{8} = M_{02} = M_{03}$$

$$q_u = 1.35x2.8 + 1.5x6 = 12.87\text{KN/m}$$

$$M_{01} = M_{02} = M_{03} = \frac{12.87 \times 0.52^2}{8} = 0.435 \text{ KN.m}$$

- Les moments aux appuis

$$M_A = 0,2 \times M_{01} = 0,087 \text{ KN.m}$$

$$M_B = 0,5 \times M_{02} = 0,2 \text{ KN.m}$$

$$M_C = 0,4 \times M_{03} = 0,174 \text{ KN.m}$$

- Les moments en travées AB

$$Mt_{AB} \geq 1,07 \times M_{01} \frac{M_A + M_B}{2} = 1,07 \times 0.435 - 0.065 = 0.322 \text{ KN.m}$$

$$Mt = (1,2 + 0,3\alpha) \frac{M_{01}}{2} = 0,636 \times \frac{0.435}{2} = 0.138$$

On prend  $Mt_{AB} = 0,322 \text{ KN.m}$

- Les moments en travées BC

$$Mt_{BC} \geq 1,072 \times M_{01} \frac{M_A + M_B}{2} = 1,072 \times 0.435 - 0.187 = 0.028 \text{ KN.m}$$

$$Mt = (1 + 0,3\alpha) \frac{M_{01}}{2} = 0,536 \times \frac{0.435}{2} = 0.116 \text{ KN.m}$$

On prend  $Mt_{AB} = 0.116 \text{ KN.m}$

La dalle est ferrailée avec des treillis soudés constitués par des barres principales et de répartition en acier de la résistance  $fE400$  ( $f_{sr} = \frac{fE}{Y_s} = 348 \text{ MPa}$ ). Le béton de la dalle est de la résistance  $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$ ,  $Y_b = 1,5$  et  $f_{bu} = 14.2 \text{ MPa}$

**Moment réduit ultime**

$$u_{bu} = \frac{Mt_{max}}{bd^2 f_{bu}} = \frac{0.322 \times 10^6}{1000 \times 20^2 \times 14.2} = 0.056$$

**Lecture de  $\alpha_c$  et  $u_c$**

$$\alpha_c = 0.072$$

$$u_c = 0.80 \alpha_c (1 - 0.40 \alpha_c) = 0.0559$$

**Contrôle**

$$u_{bu} = u_c = 0.056$$

### Position de l'axe neutre

$$\alpha_u = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.056}) = 0.072$$

$$y_u = \alpha_u x d = 0.072 \times 20 = 1.44 \text{ mm}$$

### Calcul de base de levier

$$z_u = d - 0.40 x y_u = 20 - 0.40 \times 1.44 = 19.42 \text{ mm}$$

### Calcul de la section théorique d'acier

$$A_u = \frac{M_{tmax}}{y_u \times f_{su}} = \frac{0.322 \times 10^6}{19.42 \times 348} = 47.65 \text{ mm}^2 = 0.47 \text{ cm}^2$$

$$2HA6 = 0.57 \text{ cm}^2 > 0.47 \text{ cm}^2$$

Mais d'après l'exigence constructive, l'espacement de barres principales d'un treillis ne doit pas dépasser 20cm donc nous sommes obligés de prendre **5HA6 = 1.41 cm<sup>2</sup>**.

Dans la direction transversale on dispose la même barre et le même espacement que la direction longitudinale 5HA6/100cm

## 2) Calcul des poutrelles du plancher intermédiaire

Les poutrelles (poutres secondaires) sont représentées par de nervures en béton armé situées entre les biques à corps creux. La portée de ces poutrelles est égale à l'écartement des poutres principales  **$l_p = 4.55 \text{ m}$** . Les poutrelles forment avec la dalle une section en 'T', la hauteur de la nervure est égale à la hauteur du planche  **$e_d = 20 \text{ cm}$**  et la distance entre les poutrelles étant égale à  **$l_d = 0.6 \text{ m}$**

La portée de calcul des poutrelles est prise égale à la distance entre les faces des poutres principales. Donc en ayant la largeur de la poutre principale  **$b_p = 25 \text{ cm}$**

$$l_{po} = l_p - b_p = 4.55 - 0.25 = 4.3 \text{ m}$$

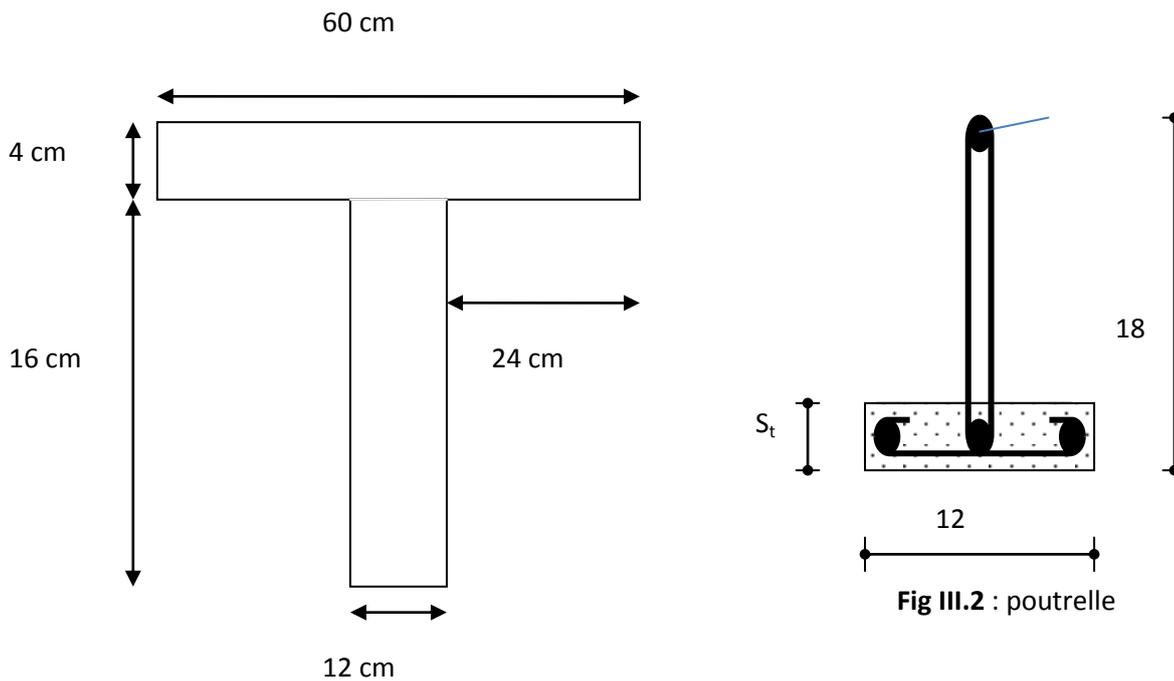


Fig III.2 : poutrelle

**1) Planche étage courant :**

- Charge permanente :  $G_p = 9,7 \times 0,6 = 5,82 \text{ KN/m}$

- Charge d'exploitation :  $Q_p = 6 \times 0,6 = 3,6 \text{ KN/m}$

**a) à l'E.L.U.R :**

$$q_u = 1,35 \times G_p + 1,5 \times Q_p = 1,35 \times 5,82 + 1,5 \times 3,6 = 13,26 \text{ KN/m}$$

**b) E.L.S:**

$$q_{ser} = G_p + Q_p = 5,82 + 3,6 = 9,42 \text{ KN/m}$$

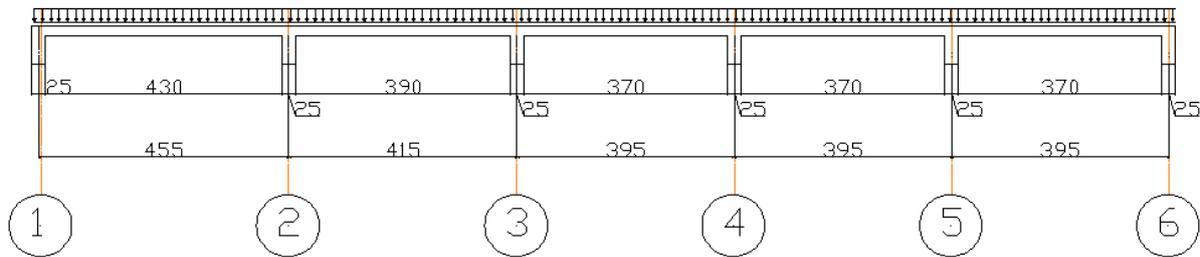
On rappelle que:  $q_u = 13,26 \text{ KN/m}$

$$q_{ser} = 9,42 \text{ KN/m}$$

**2) type de poutrelle :**

**Type 1 : 05 travées**

Schema de calcul de la poutrelle



### 3) détermination des sollicitations des poutrelles :

Le calcul des poutrelles se fait par une des deux méthodes :

- la méthode forfaitaire.
- La méthode des trois moments.

Pour l'application de la méthode forfaitaire dans le calcul des sollicitations en vérifiant les conditions suivantes :

- 1-  $Q \leq \text{Max} (2 G, 5 \text{ Kg/m}^2)$ .
- 2- Fissuration peu nuisible.
- 3- Inertie constante.
- 4- Le rapport de longueur entre deux travées consécutifs doit être compris entre : 0,8 et 1,25.

$$0.8 \leq \frac{L_i}{L_{i+1}} \leq 1.25$$

Si l'une des 04 conditions n'est pas vérifiée les calculs devront se faire par la méthode des 03 moments.

Notre construction présente un rapport entre travées successives qui vérifie les conditions de la méthode forfaitaire :

- 1- la surcharge d'exploitation doit être inférieure ou égale :

$$Q \leq \text{Max} (2G ; 5 \text{ KN/m}^2) \Rightarrow 3,6 \leq \text{Max} \left( 2 \times 5,82 ; \frac{5 \text{ KN}}{\text{m}^2} \right) \text{ CV} .$$

- 2- le moment d'inertie est le même dans les différentes sections : ( $I = \text{cst}$ ).

- 3- le rapport entre portées successives doit être compris :

$$0,8 \leq \frac{L_i}{L_{i+1}} \leq 1.25$$

$$0,8 \leq \frac{455}{415} \leq 1,25 \Rightarrow 0,8 \leq 1,09 \leq 1,25 \quad CV$$

4- la fissuration est peu nuisible.

Toutes les conditions sont vérifiées donc on peut appliquer la méthode « FORFAITAIRE » pour le calcul des poutrelles.

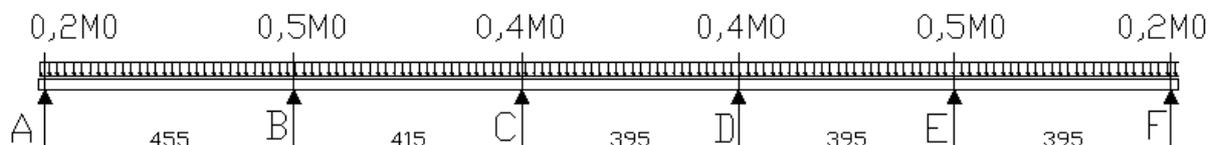
$$M_t + \left[ \frac{M_w + M_e}{2} \right] \geq \text{Max} (1,05 \mu_0 ; (1 + 0,3 \alpha) \mu_0) \dots \text{pour les travées de rive et intermédiaire.}$$

$$M_t \geq \left[ \frac{1,2 + 0,3\alpha}{2} \right] M_0 \dots \dots \dots \text{pour les travées de rive.}$$

$$M_t \geq \left[ \frac{1 + 0,3\alpha}{2} \right] M_0 \dots \dots \dots \text{pour les travées intermédiaires.}$$

Avec :  $\alpha = \frac{3,6}{3,6 + 5,82} = 0,38$

$\alpha = 0,38$



a) Calcul à l'E.L.U.R :

Moment fléchissant :

$$M_{01} = \frac{q_u \times L_1^2}{8} = \frac{13,26 \times 4,55^2}{8} = 34,31 \text{KN.m}$$

$M_{01} = 34,31 \text{KN.m}$

$$M_{02} = \frac{q_u \times L_2^2}{8} = \frac{13,26 \times 4,15^2}{8} = 28,55 \text{KN.m}$$

$M_{02} = 28,55 \text{KN.m}$

$$M_{03} = \frac{q_u \times L_3^2}{8} = \frac{13,26 \times 3,95^2}{8} = 25,86 \text{KN.m}$$

$M_{03} = M_{04} = M_{05} = 25,86 \text{KN.m}$

Détermination des moments sur appuis :

$$M_A = -0,2 \times M_{01} = -0,2 \times 34,31 = -6,86 \text{ KN.m}$$

$$M_A = -6,86 \text{ KN.m}$$

$$M_B = -0,5 \times [\max(M_{01}; M_{02})] = -0,5 \times [\max(34,31; 28,55)] = -17,15 \text{ KN.m}$$

$$M_B = -17,15 \text{ KN.m}$$

$$M_C = -0,4 \times [\max(M_{02}; M_{03})] = -0,4 \times [\max(28,55; 25,86)] = -11,42 \text{ KN.m}$$

$$M_C = -11,42 \text{ KN.m}$$

$$M_D = -0,4 \times [\max(M_{03}; M_{04})] = -0,4 \times [\max(25,86; 25,86)] = -10,34 \text{ KN.m}$$

$$M_D = -10,34 \text{ KN.m}$$

$$M_E = -0,5 \times [\max(M_{03}; M_{04})] = -0,5 \times [\max(25,86; 25,86)] = -12,93 \text{ KN.m}$$

$$M_E = -12,93 \text{ KN.m}$$

$$M_F = -0,2 \times [\max(M_{03}; M_{04})] = -0,2 \times [\max(25,86; 25,86)] = -5,17 \text{ KN.m}$$

$$M_F = -5,17 \text{ KN.m}$$

a-2) détermination des moments en travées :

$$\alpha = 0,38$$

Les moments  $M_t$ ,  $M_e$  et  $M_0$  doivent vérifier les conditions suivantes :

a-2-1) travée de rive AB :

$$M_{tAB} \geq \max\{0,7M_{01}; 0,72M_{01}\}$$

$$M_{tAB} \geq 1,072M_{01} - \frac{M_A + M_B}{2} = 1,072 \times 34,31 - \frac{6,86 + 17,15}{2} = 24,77 \text{ KN.m}$$

$$M_t \geq (1,2 + 0,3\alpha) \times \frac{M_{01}}{2} = 0,657 \times 34,31 = 22,24 \text{ KN.m}$$

$$\text{On prend } M_{tAB} \geq 24,77 \text{ KN.m}$$

a-2-2) travée intermédiaire BC:

$$M_{tBC} \geq 1,072M_{02} - \frac{M_B + M_C}{2} = 1,072 \times 28,55 - \frac{17,15 + 11,42}{2} = 16,32 \text{ KN.m}$$

$$M_t \geq (1 + 0,3\alpha) \times \frac{M_{02}}{2} = 0,557 \times 28,55 = 15,90 \text{ KN.m}$$

**On prend  $M_{tBC} \geq 16,32 \text{ KN.m}$**

a-2-3) travée intermédiaire CD :

$$M_{tCD} \geq 1,072M_{03} - \frac{M_C + M_D}{2} = 1,072 \times 25,86 - \frac{11,42 + 10,34}{2} = 16,84 \text{ KN.m}$$

$$M_t \geq (1 + 0,3\alpha) \times \frac{M_{03}}{2} = 0,557 \times 25,86 = 14,40 \text{ KN.m}$$

**On prend  $M_{tCD} \geq 16,84 \text{ KN.m}$**

a-2-4) travée de rive DE :

$$M_{tDE} \geq 1,072M_{04} - \frac{M_D + M_E}{2} = 1,072 \times 25,86 - \frac{10,34 + 12,93}{2} = 16,08 \text{ KN.m}$$

$$M_t \geq (1 + 0,3\alpha) \times \frac{M_{04}}{2} = 0,557 \times 25,86 = 14,40 \text{ KN.m}$$

**On prend  $M_{tDE} \geq 16,08 \text{ KN.m}$**

a-2-5) travée de rive EF :

$$M_{tEF} \geq 1,072M_{05} - \frac{M_D + M_E}{2} = 1,072 \times 25,86 - \frac{12,93 + 5,17}{2} = 18,67 \text{ KN.m}$$

$$M_t \geq (1 + 0,3\alpha) \times \frac{M_{05}}{2} = 0,557 \times 25,86 = 14,40 \text{ KN.m}$$

**On prend  $M_{tEF} \geq 18,67 \text{ KN}$ .**

**Diagramme des moments et des efforts tranchants**

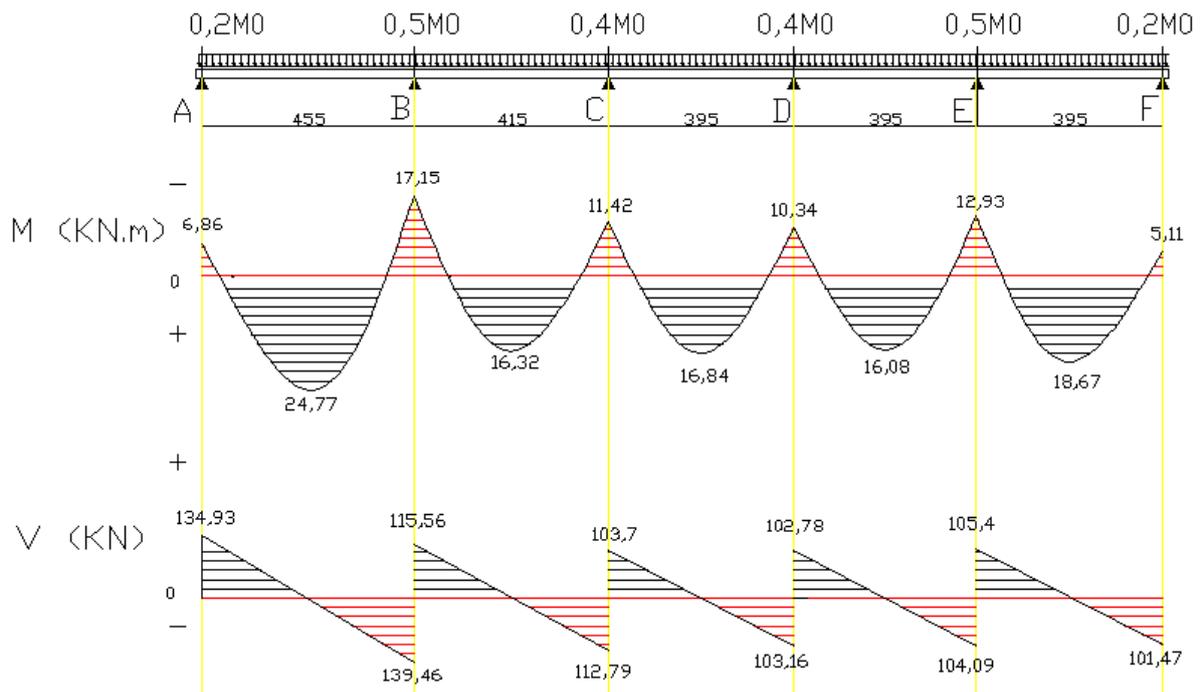


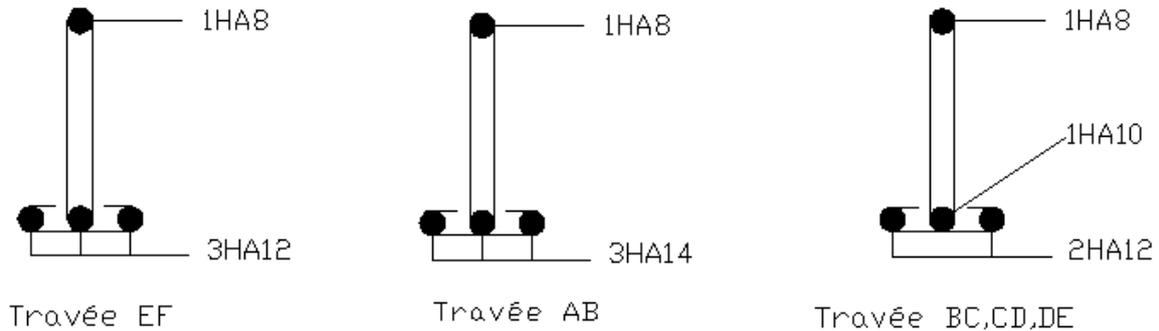
Tableau 15 : Des moments et des efforts pour les poutrelles

Travée	Appui	M appui (KN.m)	M travée (KN.m)	M iso(KN.m)	Effort tranchant	
					w (KN)	e (KN)
	A	-6,86				
AB			<b>24,77</b>	34,31	134,93	-139,46
	B	-17,15				
BC			16,32	28,54	115,56	-112,79
	C	-11,42				
CD			<b>16,84</b>	25,86	103,7	-103,16
	D	-10,34				
DE			16,08	25,68	102,78	-104,09
	E	-12,93				
EF			<b>18,67</b>	25,68	105,4	-101,47
	F	-5,17				

Tableau 15 : De dimensionnement des armatures des poutrelles

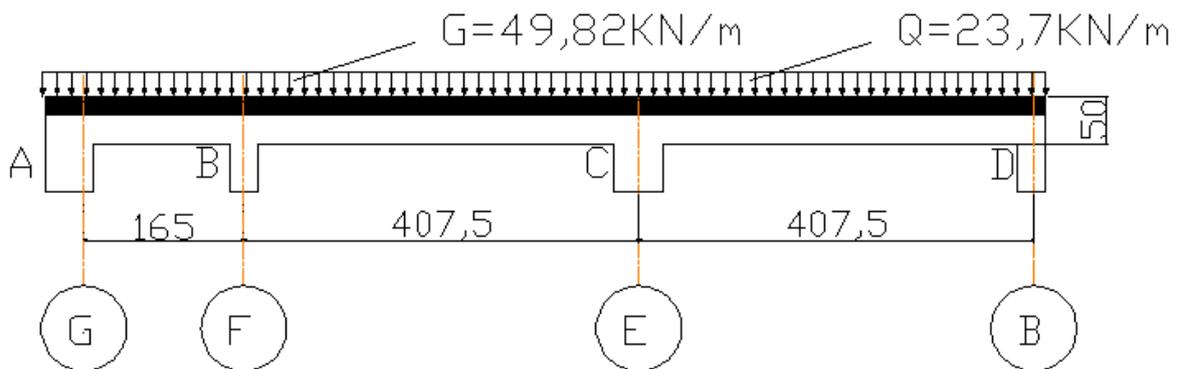
Travée	Mt (KN,m)	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	As (cm <sup>2</sup> )	Choix	Section (cm <sup>2</sup> )
AB	24,77	0,1	0,132	0,9472	4,39	<b>3HA14</b>	4,62
BC=CD=DC	16,84	0,068	0,088	0,9618	2,9	<b>2HA12 1HA10</b>	et 3,05
EF	18,67	0,075	0,098	0,961	3,3	<b>3HA12</b>	3,39

Fig : Dispositif de l'armature longitudinale des poutrelles



### 3) Calcul et dimensionnement de la poutre

Schéma statique :



Charge permanente :

Bande de charge : 4,6m.

Poids de la dalle (16+4) :  $9,7\text{KN/m}^2 \times 3,95\text{m} \dots\dots\dots 38,3 \text{ KN/m}$ .

Poids propre de la poutre :  $25\text{KN/m}^3 \times 0,20\text{m} \times 0,5\text{m} \dots\dots\dots 3,2\text{KN/m}$ .

Maçonnerie :  $2,60 \times 3,2 \dots\dots\dots 8,32\text{KN/m}$ .

D'où la charge totale  $G = 49,82 \text{ KN/m}^2$

La charge d'exploitation est  $Q = 6\text{KN/m}^2$ .

$$q = Q.l = 6 \times 3,95 = 23,70 \text{ KN/m} \qquad q = 23,7\text{KN/m}$$

Combinaison d'action:

- A L' ELU:  
 $q_u = 1,35G + 1,5q = 1,35 \times 49,82 + 1,5 \times 23,70 = 102,8 \text{KN/m}$   
 $q_u = 102,8 \text{ KN/m}$
- A L' ELS :
- $q_{ser} = G + q = 49,82 + 23,70 = 73,52 \text{KN}$   
 $q_{ser} = 73,52 \text{KN/m}$

**Méthode de calcul et vérification des conditions :**

- ✓  $Q/G = 23,70/49,82 = 0,47 < 2$  ok.
- ✓  $Q = 2,5 \text{KN} < 5 \text{KN}$  ok.
- ✓ Fissuration peu préjudiciable.
- ✓ Rapport des portées successives :  $1,65/4,075 = 0,40 \notin [0,8 - 1,25]$

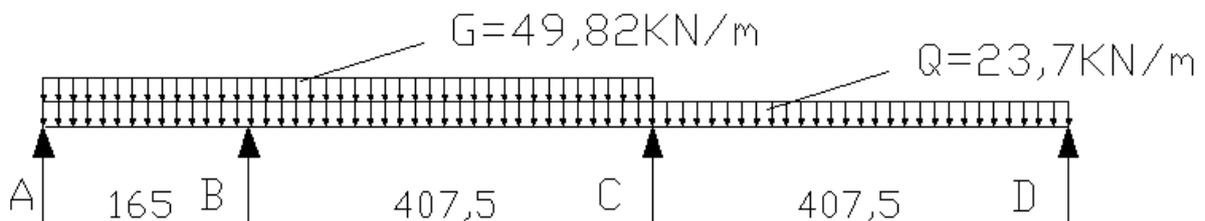
Comme la dernière condition n'est pas vérifiée, la méthode forfaitaire n'est pas applicable. Nous utilisons la méthode d'Albert Caquot.

**Calcul a ELUR**

**-Calcul des moments maximum en appuis**

Nous avons en A,  $M_A = M_D = 0$ .

- **Appui B :**

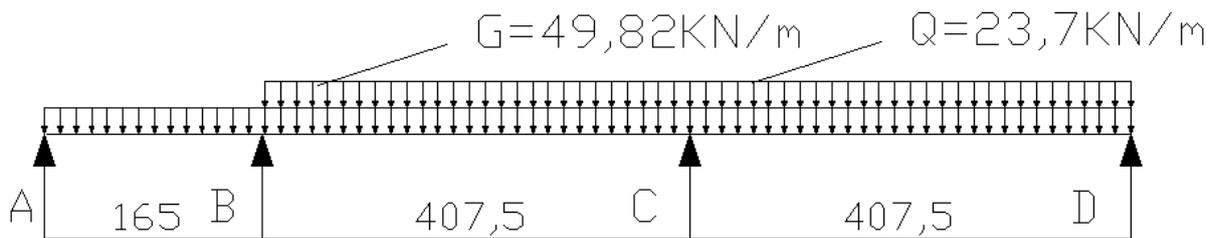


$$M_B = -\frac{(q_w l'^w{}^3 + q_e l'^e{}^3)}{8,5(l'^w + l'^e)} \text{ avec } q_w = q_e = q_u = \frac{102,8 \text{KN}}{\text{m}}; l'^w = 1,65 \text{ m et } l'^e = 0,8 \times 4,075 = 3,26 \text{m}$$

$$M_B = -\frac{(qwl'w^3 + qel'e^3)}{8,5(l'w + l'e)} = -\frac{(102,8 \times 1,65^3 + 102,8 \times 3,26^3)}{8,5(l'w + l'e)} = -96,4 \text{KN.m}$$

$$M_B = -96,4 \text{KN.m}$$

- Appui C :



$$M_C = -\frac{(qwl'w^3 + qel'e^3)}{8,5(l'w + l'e)} \text{ avec } qw = qe = qu = \frac{102,8 \text{KN}}{\text{m}}; lw = 0,8 \times 4,075 = 3,26 \text{met } le = 4,075 \text{m}$$

$$M_C = -\frac{(qwl'w^3 + qel'e^3)}{8,5(l'w + l'e)} = -\frac{(102,8 \times 3,26^3 + 102,8 \times 4,075^3)}{8,5(l'w + l'e)} = -168,71 \text{KN.m}$$

$$M_C = -168,71 \text{KN.m}$$

### -Calcul des moments maximum en travée

Calcul des moments en travées :

$$\text{Travées indépendantes : } M_{01} = \frac{qu.l^2}{8} = \frac{102,8(1,65)^2}{8} = 34,98 \text{KN.m}$$

$$M_{01} = 34,98 \text{KNm.}$$

$$M_{02} = \frac{qu.l^2}{8} = \frac{102,8(4,075)^2}{8} = 213,40 \text{KN.m}$$

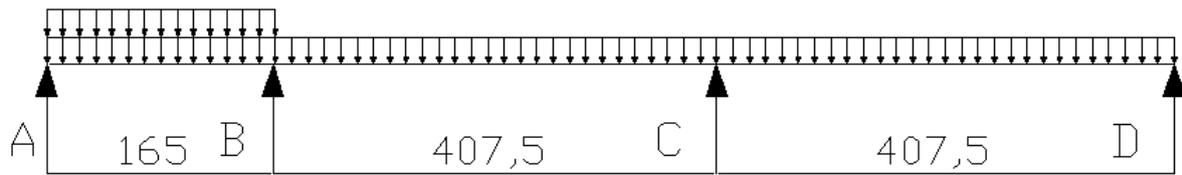
$$M_{02} = 213,40 \text{KNm.}$$

$$M_{03} = \frac{qu.l^2}{8} = \frac{102,8(4,075)^2}{8} = 213,40 \text{KN.m}$$

$$M_{03} = 213,40 \text{KNm}$$

### Travées de continuités :

- Travée AB :



$$M_{tAB} = M_{01} - \frac{|M_w| + |M_e|}{2} + \frac{(|M_w| - |M_e|)^2}{2qul^2_s}$$

avec  $q_w = 102,8$  ;  $l_w = 1,65m$ . et  $q_e = 1.35 \times 49,26 = 67,25$  KN ;  $l_e = 3,26m$ .

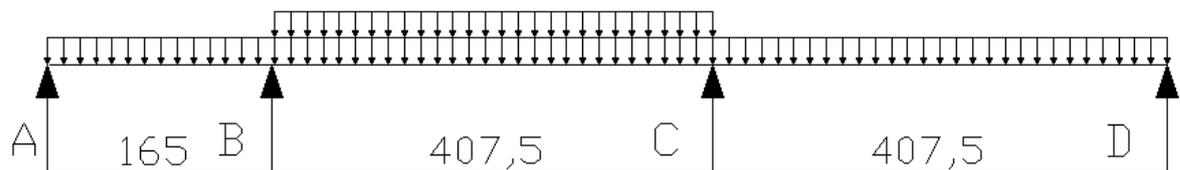
$$M_e = - \frac{102,8(1,65)^3 + 67,25(3,26)^3}{8,5(1,65 + 3,26)} = -66,89 \text{ KNm.}$$

**$M_e = -66,9$  KNm.**

$$M_{tAB} = M_{tAB} = 34,98 - \frac{0 + 66,9}{2} + \frac{(0 - 66,9)^2}{2 \times 102,8 \times (1,65)^2} = 9,525 \text{ KNm.}$$

**$M_{tAB} = 9,525$  KNm.**

- **Travee BC:**



$Q_w = 1,35G = 67,25$  KN/m;  $l_w = 1,65m$ .

$Q_e = 102,8$ KN/m.  $l_e = 0.8 \times 4,075 = 3,26m$ .

$$M_w = - \frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} = - \frac{67,25(1,65)^3 + 102,8(3,26)^3}{8,5(1,65 + 3,26)} = -92,58 \text{ KN.m}$$

$M_w = -92,58$  KNm.

$$M_e = - \frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} = - \frac{102,8(3,26)^3 + 67,25(4,075)^3}{8,5(3,26 + 4,075)} = -130,1 \text{ KN.m}$$

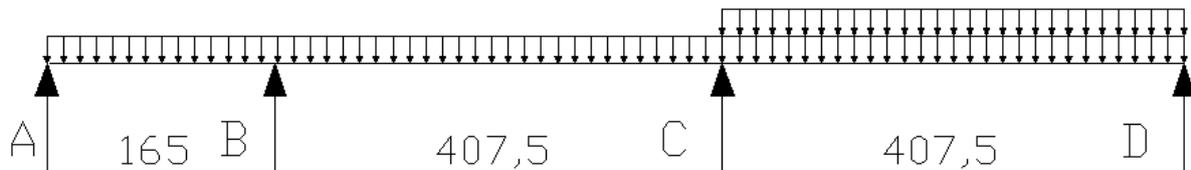
$M_e = -130,1$  KNm.

$$M_{tBC} = M_{02} - \frac{|M_w| + |M_e|}{2} + \frac{(|M_w| - |M_e|)^2}{2ql^2_s}$$

$$= 213,4 - \frac{92,58 + 130,1}{2} + \frac{(92,58 - 130,1)^2}{2 \times 53,86 \times (3,44)^2} = 102,47 \text{ KN.m}$$

$M_{tBC} = 102,47 \text{ KNm.}$

• **Travée CD:**



$$Q_w = 1,35G = 67,25 \text{ KN/m; } l_w = 3,26 \text{ m}$$

$$Q_e = 102,8 \text{ KN/m. } l_e = 4,075 \text{ m}$$

$$M_w = - \frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} = - \frac{67,25(3,26)^3 + 102,8(4,075)^3}{8,5(3,26 + 4,075)} = -148,94$$

$$M_w = -148,94 \text{ KNm}$$

$$M_e = 0$$

$$M_{tCD} = M_{03} - \frac{|M_w| + |M_e|}{2} + \frac{(|M_w| - |M_e|)^2}{2ql^2_s}$$

$$= 213,4 - \frac{148,94 + 0}{2} + \frac{(148,94 - 0)^2}{2 \times 102,8 \times (4,075)^2} = 145,43 \text{ KN.m}$$

$M_{tCD} = 145,43 \text{ KNm.}$

CALCUL DE L'EFFORT TRANCHANT :

Travée AB :

$$V_{01} = \frac{ql}{2} = \frac{102,8 \times 1,65}{2} = 84,81 \text{ KN.}$$

$$V02 = \frac{ql}{2} = \frac{102,8 \times 4,075}{2} = 209,45 \text{ KN.}$$

$$V03 = \frac{ql}{2} = \frac{102,8 \times 4,075}{2} = 209,45 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = V01 + \frac{|M_w| - |M_e|}{l_1} \text{ or } M_w = 0 \text{ et } M_e = MB_{\max}.$$

$$VU(w) = 84,81 + \frac{0 - 96,4}{1,65} = 26,34 \text{ KN}$$

$$VU(e) = -V01 + \frac{|M_w| - |M_e|}{l_1} = -84,81 + \frac{0 - 130,10}{1,65} = -163,66 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = 26,34 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -163,66 \text{ KN.}$$

- Travée BC :

$$|M_w| = 96,4 \text{ KNm} ; |M_e| = 168,71 \text{ KNm.}$$

$$VU(w) = 209,45 + \frac{96,4 - 168,71}{4,075} = 227,19 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = 227,19 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -209,45 + \frac{96,4 - 168,71}{4,075} = -191,70 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -191,70 \text{ KN.}$$

- Travée CD : avec  $|M_w| = 168,71 \text{ KNm} ; |M_e| = 0 \text{ KNm}$

$$VU(w) = 209,45 + \frac{168,71 - 0}{4,06} = 250,85 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = 250,85 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -250,45 + \frac{168,71 - 0}{4,06} = -168,04 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -112,97 \text{ KN.}$$

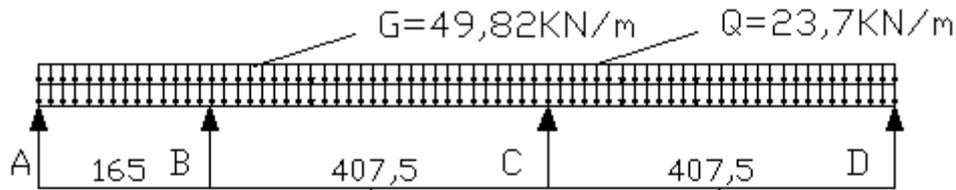


Diagramme des efforts

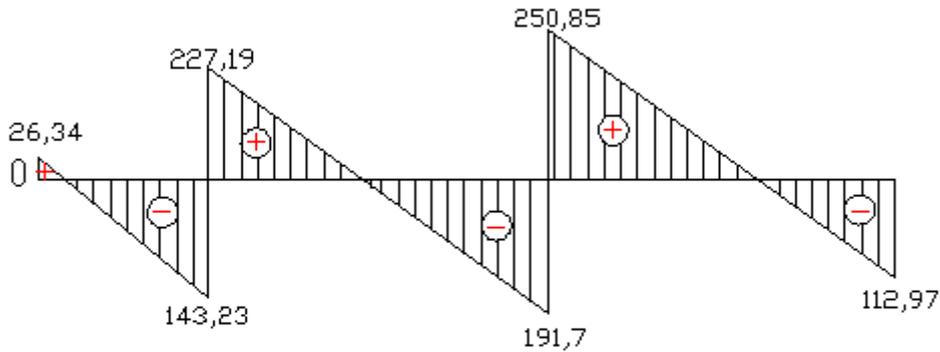
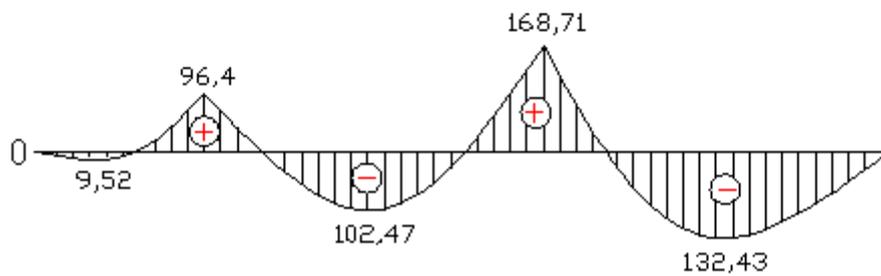


Diagramme des moments



De toutes ces valeurs, nous prenons les sollicitations maximales qui sont :

**$M_{t_{max}} = 132,43 \text{ KNm.}$**

**$V_{max} = 250,85 \text{ KN.}$**

**Calcul des armatures et Ferrailage de la poutre**

**Calcul des armatures en travées**

Le moment maximal en travée est :  $M_{t_{max}} = 132,43 \text{ KNm}$

. avec  $b=20\text{cm}$  ;  $d=0,9xh=0,9 \times 45=40,5\text{cm}$

Calcul de  $\mu$ .

$$\mu = \frac{M_t}{\sigma_b \times b d^2} = \frac{132,43 \cdot 10^{-3}}{0,25 (0,405)^2 \cdot 14,2} = 0,184 . \quad \mu = 0,184 < \mu l = 0,392 \quad A' = 0 \quad \beta = 0,897$$

**Calcul de  $\alpha$ :**

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2x\mu}) = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2x0,184}) = 0,256 \quad \alpha = 0,256$$

**Calcul de la section A:**

$$A = \frac{0,8\alpha b d \sigma_b}{\sigma_s} = \frac{0,8 \times 0,256 \times 25 \times 40,5 \times 14,2}{348} = 9,4 \text{ cm}^2.$$

$$A = 12,01 \text{ cm}^2.$$

**Condition de non fragilité:**

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

$$A_{\min} = \frac{0,23 \times 25 \times 40,5 \times 2,1}{400} = 1,22 \text{ cm}^2.$$

$$A = 9,4 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 1,22 \text{ cm}^2. \text{ Condition vérifiée}$$

**Choix : 5HA16 = 10,05 cm<sup>2</sup>.**

**Calcul des armatures aux appuis :**

Le moment maximal aux appuis est : **Mmax = 168,71 KNm.**

$$\text{Calcul de } \mu : \quad \mu = \frac{M_t}{\sigma_b \times b d^2} = \frac{168,710 \cdot 10^{-8}}{0,20(0,405)^2 14,2} = 0,234 \quad \mu = 0,234 < \mu_l = 0,392.$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) ; \mu = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2x 0,279}) = 0,338$$

$$\alpha = 0,338$$

**Calcul de la section d'armatures A :**

$$A = \frac{0,8\alpha b d \sigma_b}{\sigma_s} = \frac{0,8 \times 0,338 \times 25 \times 40,5 \times 14,2}{348} = 12,41 \text{ cm}^2.$$

$$A = 12,41 \text{ cm}^2.$$

**Condition de non fragilité:**

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

$$A_{\min} = \frac{0,23 \times 25 \times 40,5 \times 2,1}{400} = 1,22 \text{ cm}^2.$$

$$A = 12,41 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 1,22 \text{ cm}^2. \text{ Condition vérifiée}$$

**Choix des armatures:**

$$A = 6HA14 \text{ et } 3HA12 = 12,63 \text{ cm}^2$$

### Calcul des armatures transversales

#### Calcul de $V_u$ et $\zeta_u$

$$.V_u = 250,85KN.m = 0.251MN.m; b_0 = 25cm; d = 45cm$$

$$.f_{28} = 25MPa; f_{tj} = 2.10MPa et k = 1$$

Fissuration peu nuisible. Pas de reprise de bétonnage.

Armatures droites :  $A_t = 4HA6 = 1.12cm^2$ ;  $f_s = 400MPa$  et  $\gamma_s = 1,15$ .

La formule

$$\frac{A_t}{b_0 \times S_t} \geq \frac{\tau_u - 0,3f_{tj}k}{0,8f_s(\cos\alpha + \sin\alpha)} et \alpha = \frac{\pi}{2}$$

La formule se simplifie :

$$\frac{A_t}{b_0 \times S_t} \geq \frac{\tau_u - 0,3f_{tj}}{0,8f_s}$$

$$\zeta_u = \frac{V_u}{b d} = \frac{250,85KN}{250 \times 450} = 2,23MPa$$

#### -Vérification :

$$\zeta_u \leq \zeta_{u\max} = \min(0,13f_{c28}; 5MPa)$$

$$= \min(3,25MPa ; 5MPa)$$

$$\zeta_{u\max} = 3,25MPa > \zeta_u = 2,23MPa \quad CV$$

#### -Calcul de $\zeta_t$

$$\zeta_t = \zeta_u - \zeta_b ; \quad \zeta_b = 0,3f_{t28} = 0,3 \times 2,1 = 0,63MPa$$

$$\zeta_t = 2,04 - 0,63 = 1,41MPa$$

$$\zeta_t = 1,41MPa > 0,32MPa \quad \text{condition vérifiée}$$

#### -Calcul de diamètre de l'armatures transversale ( $\Phi_t$ )

$$\Phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b}{10}; \Phi_{l\min}\right)$$

$$\leq \min(12,85mm ; 20mm ; 16mm)$$

$$\Phi_t \leq 12,85mm \quad \Phi_t = 6mm \quad a_t = 0,28cm^2$$

**-Calcul de l'espacement a l'appui  $S_t$**

$$S_t \leq \frac{0,8Atxfs}{0,4xb(\tau_u - 0,3ftj)} \quad at=0,28\text{cm}^2; \quad At=mtxat=0,28 \times 4=1,12\text{cm}^2 \quad k=1$$

$$S_t \leq \frac{0,81,12 \times 400 \times 10^{-4}}{0,25 \times (2,23 - 0,3 \times 2,1)} = 0,089$$

$$S_t = 8\text{cm}$$

**Calcul a ELS**

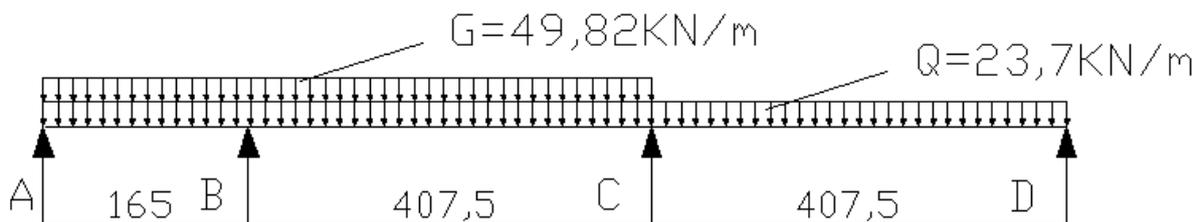
- $q_{ser} = G + q = 49,82 + 23,70 = 73,52\text{KN}$ .

$$q_{ser} = 73,52\text{KN/m}$$

-Calcul des moments maximum en appuis

Nous avons en A,  $M_A = M_D = 0$ .

- **Appui B :**



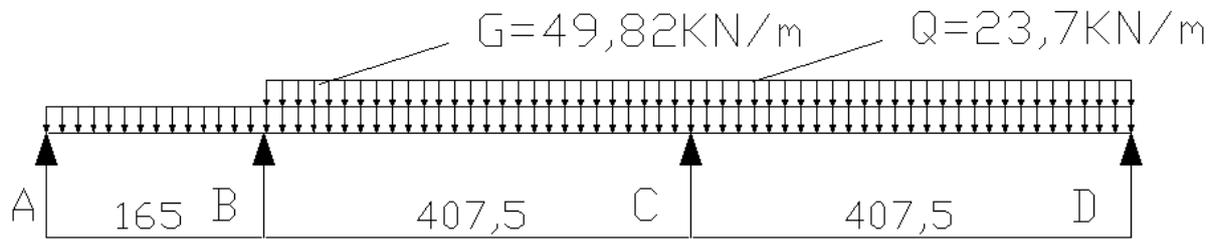
$$L'w=1,65=1,65 \text{ m}; l'e=0,8 \times 4,075=3,26\text{m}$$

$$M_B = -(qwl'w^3 + qel'e^3) / 8,5(l'w + l'e) = -(73,52 \times 1,65^3 + 73,52 \times 3,26^3)$$

$$M_B = -\frac{(qwl'w^3 + qel'e^3)}{8,5(l'w + l'e)} = -\frac{(73,52 \times 1,65^3 + 73,52 \times 3,26^3)}{8,5(1,65 + 4,075)} = -109,02\text{KN.m}$$

$$M_B = -109,02\text{KN.m}$$

- Appui C :



$$M_C = -\frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} \text{ avec } q_w = q_e = q_u = \frac{73,52 \text{ kN}}{\text{m}}; l_w = 0,8 \times 4,075 = 3,26 \text{ m et } l_e = 4,075 \text{ m}$$

$$M_C = -\frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} = -\frac{(73,52 \times 3,26^3 + 73,52 \times 4,075^3)}{8,5(3,26 + 4,075)} = -126,64 \text{ kN.m}$$

$$M_C = -126,64 \text{ kN.m}$$

#### -Calcul des moments maximum en travée

Calcul des moments en travées :

$$\text{Travées indépendantes : } M_{01} = \frac{q_{ser} \cdot l^2}{8} = \frac{73,52 (1,65)^2}{8} = 25,01 \text{ kN.m}$$

$$M_{01} = 25,01 \text{ kNm.}$$

$$M_{02} = \frac{q_{ser} \cdot l^2}{8} = \frac{73,52 (4,075)^2}{8} = 152,60 \text{ kN.m}$$

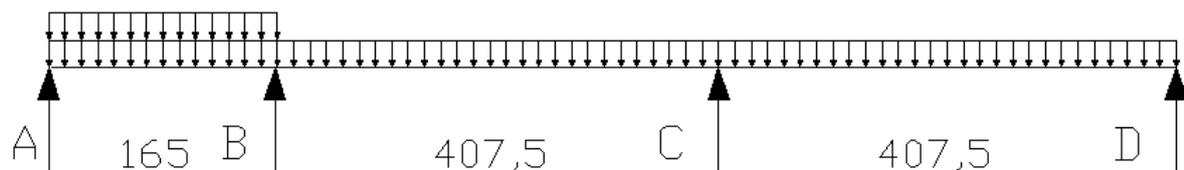
$$M_{02} = 152,60 \text{ kNm.}$$

$$M_{03} = \frac{q_u \cdot l^2}{8} = \frac{102,8 (4,075)^2}{8} = 152,60 \text{ kN.m}$$

$$M_{03} = 152,60 \text{ kNm}$$

#### Travées de continuités :

- Travée AB :



$$M_{tAB} = M_{01} - \frac{|M_w| + |M_e|}{2} + \frac{(|M_w| - |M_e|)^2}{2q_u l^2}$$

$$\text{avec } q_w = 73,52; l_w = 1,65 \text{ m. et } q_e = 49,26 = 49,26 \text{ kN}; l_e = 3,26 \text{ m.}$$

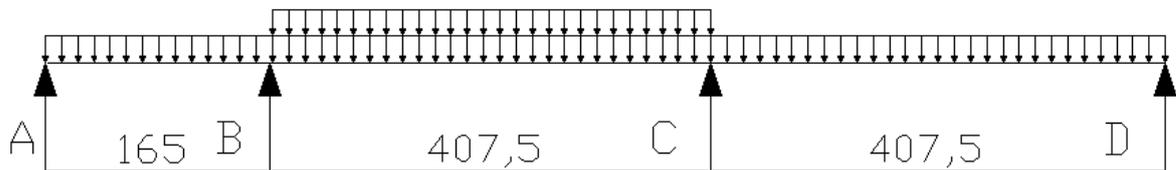
$$M_e = - \frac{73,52(1,65)^3 + 49,26(3,26)^3}{8,5(1,65+3,26)} = -48,80 \text{ KNm.}$$

$$M_e = -48,80 \text{ KNm.}$$

$$M_{tAB} = M_{tAB} = 25,01 - \frac{0+48,80}{2} + \frac{(0-48,80)^2}{2 \times 73,52 \times (1,65)^2} = 6,55 \text{ KNm.}$$

$$M_{tAB} = 6,55 \text{ KNm.}$$

- **Travee BC:**



$$Q_w = G = 49,26 \text{ KN/m; } l_w = 1,65 \text{ m.}$$

$$Q_e = 73,52 \text{ KN/m. } l_e = 0,8 \times 4,075 = 3,26 \text{ m.}$$

$$M_w = - \frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} = - \frac{49,26(1,65)^3 + 73,52(3,26)^3}{8,5(1,65 + 3,26)} = -66,33 \text{ KN.m}$$

$$M_w = -66,33 \text{ KNm.}$$

$$M_e = - \frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} = - \frac{73,52(3,26)^3 + 49,26(4,075)^3}{8,5(3,26 + 4,075)} = -94,31 \text{ KN.m}$$

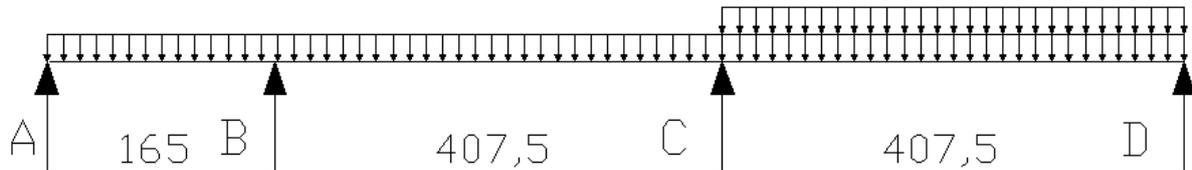
$$M_e = -94,31 \text{ KNm.}$$

$$M_{tBC} = M_0 - \frac{|M_w| + |M_e|}{2} + \frac{(|M_w| - |M_e|)^2}{2 q u l^2}$$

$$= 152,6 - \frac{66,33 + 94,31}{2} + \frac{(66,33 - 94,31)^2}{2 \times 53,86 \times (4,075)^2} = 80,64 \text{ KN.m}$$

$$M_{tBC} = 80,64 \text{ KNm.}$$

• **Travée CD:**



$$Q_w = G = 49,26 \text{ KN/m}; l_w = 3,26 \text{ m}$$

$$Q_e = 73,52 \text{ KN/m}; l_e = 4,075 \text{ m}$$

$$M_w = -\frac{(q_w l_w^3 + q_e l_e^3)}{8,5(l_w + l_e)} = -\frac{49,26(3,26)^3 + 73,52(4,075)^3}{8,5(3,26 + 4,075)} = -107,16$$

$$M_w = -107,16 \text{ KNm}$$

$$M_e = 0$$

$$M_{tCD} = M_0 - \frac{|M_w| + |M_e|}{2} + \frac{(|M_w| - |M_e|)^2}{2qul_s^2}$$

$$= 152,6 - \frac{107,16 + 0}{2} + \frac{(107,16 - 0)^2}{2 \times 102,8 \times (4,075)^2} = 58,28 \text{ KN.m}$$

$$M_{tCD} = 58,28 \text{ KNm.}$$

CALCUL DE L'EFFORT TRANCHANT :

Travée AB :

$$V_{01} = \frac{ql}{2} = \frac{73,52 \times 1,65}{2} = 60,65 \text{ KN.}$$

$$V_{02} = \frac{ql}{2} = \frac{73,52 \times 4,075}{2} = 149,79 \text{ KN.}$$

$$V_{03} = \frac{ql}{2} = \frac{73,52 \times 4,075}{2} = 149,79 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = V01 + \frac{|M_w| - |M_e|}{l_1} \text{ or } M_w = 0 \text{ et } M_e = MB_{\max}.$$

$$VU(w) = 66,65 + \frac{0 - 68,94}{1,65} = 24,86 \text{ KN}$$

$$VU(e) = -66,65 + \frac{|M_w| - |M_e|}{l_1} = -84,81 + \frac{0 - 126,24}{1,65} = -143,15 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = 24,86 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -143,15 \text{ KN.}$$

- Travée BC :

$$|M_w| = 68,94 \text{ KNm} ; |M_e| = 126,24 \text{ KNm.}$$

$$VU(w) = 149,79 + \frac{68,94 - 126,24}{4,075} = 135,72 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = 135,72 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -149,79 + \frac{68,94 - 126,24}{4,075} = -163,85 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -163,85 \text{ KN.}$$

- Travée CD : avec  $|M_w| = 126,24 \text{ KNm} ; |M_e| = 0 \text{ KNm}$

$$VU(w) = 149,79 + \frac{126,24 - 0}{4,06} = 180,76 \text{ KN.}$$

$$VU(w) = 180,76 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -149,79 + \frac{126,24 - 0}{4,06} = -118,81 \text{ KN.}$$

$$VU(e) = -118,81 \text{ KN.}$$

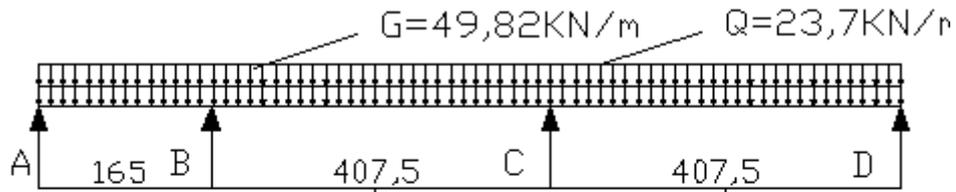


Diagramme des efforts

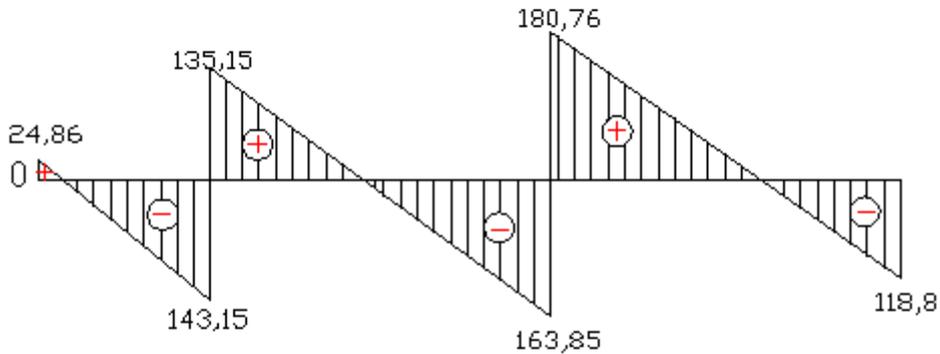
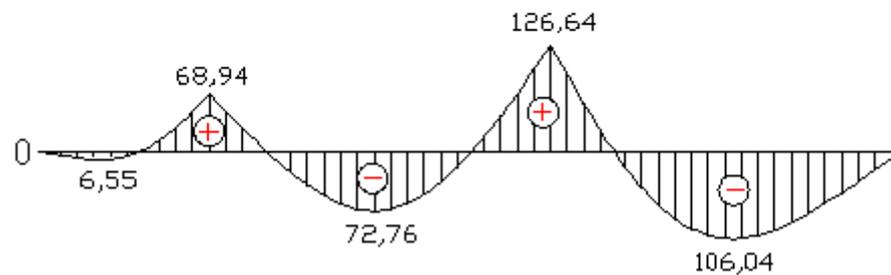


Diagramme des moments



De toutes ces valeurs, nous ne retiendrons que les sollicitations maximales qui sont :

$M_{t_{\max}} = 80,64 \text{ KNm.}$

$V_{\max} = 135,72 \text{ KN.}$

#### 4) Calcul et dimensionnement de l'escalier

Etude de différentes parties de l'escalier. Le calcul se fait par bande de un mètre (1m).

#### Calcul des efforts :

##### 1<sup>ere</sup> volée

##### Pour la pailasse

##### A P'ELU

##### A P'ELS

$$P_u = 1,35N_g + 1,5N_q$$

$$AN : 1,35 \times 6,6 + 1,5 \times 2,5$$

$$P_u = 12,66 \text{ KN/m}$$

**Pour le palier de repos**

**A L'ELU**

$$P_u = 1,35N_g + 1,5 N_g$$

$$AN : 1,35 \times 5,45 + 1,5 \times 2,5$$

$$P_u = 11,11 \text{ KN/m}$$

$$P_{ser} = N_g + N_q$$

$$AN : 6,6 + 2,5$$

$$P_{ser} = 9,1 \text{ KN/m}$$

**A L'ELS**

$$P_{ser} = N_g + N_q$$

$$AN : 5,45 + 2,5$$

$$P_{ser} = 7,95 \text{ KN/m}$$

**2<sup>eme</sup> volée**

**Pour la pailasse**

**A l'ELU**

$$P_u = 1,35N_g + 1,5N_q$$

$$1,35 \times 6,6 + 1,5 \times 2,5$$

$$P_u = 12,66 \text{ KN/m}$$

**A l'ELS**

$$P_{ser} = N_g + N_q$$

$$AN : 6,6 + 2,5$$

$$P_{ser} = 9,1 \text{ KN/m}$$

**Pour le palier de repos**

**A L'ELU**

$$P_u = 1,35N_g + 1,5 N_g$$

$$AN : 1,35 \times 5,45 + 1,5 \times 2,5$$

$$P_u = 11,11 \text{ KN/m}$$

**A L'ELS**

$$P_{ser} = N_g + N_q$$

$$AN : 5,45 + 2,5$$

$$P_{ser} = 7,95 \text{ KN/m}$$

**Calcul des sollicitations pour la pailasse :**

**A l'ELU**

**A l'ELS**

$$M_u = \frac{P_u \times l^2}{8}$$

$$M_{ser} = \frac{P_{ser} \times l^2}{8}$$

$$= \frac{12,66 \times 3,06^2}{8}$$

$$\frac{9,1 \times 3,06^2}{8}$$

**Mu= 14,81KN.m**

**Mser= 10,65 KN.m**

### Ferraillage de l'escalier

#### Données :

b = 1m ; h= 12cm ; d= 0,9 x h = 0,9 x 16 = 10,80 cm

#### - Détermination des armatures longitudinales

$$\mu = \frac{M_u}{b \times d^2 \times \sigma_b}$$

$$= \frac{14,81 \times 10^2}{100 \times 10,80^2 \times 14,2 \cdot 10^{-1}} = 0,089$$

$\mu=0,089 < \mu_l= 0,392$  alors pas d'armature comprimée ( $A' = 0$ )

#### Calcul de A

$$A = \frac{0,8 \times \alpha \times b \times d \times \sigma_b}{\sigma_s} \quad \text{avec } \alpha = 1,25 \left[ 1 - \sqrt{1 - 2\mu} \right] = 0,116$$

$$A = \frac{0,8 \times 0,116 \times 100 \times 10,80 \times 14,2}{348} = 4,08 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité :

$$A \geq A_{\min} = \frac{0,23 \times b \times d \times ft28}{fe} = \frac{0,23 \times 100 \times 14,40 \times 2,1}{400} = 1,304 \text{ cm}^2$$

$A \geq A_{\min}$  condition vérifiée

Choix des armatures :

Nous prenons : **6HA10 = 4,71 cm<sup>2</sup>**

Détermination de l'espaceur :

St= 100 / 5 = 20 cm ; nous prenons 20 cm.

Vérification à l'ELS :

Calcul de y et I ; avec :

$$y = \frac{15 \times (A + A')}{b} \left[ \sqrt{1 + \frac{b \times (d \times A + c' \times A')}{7,5}} - 1 \right]$$

$$y = \frac{15 \times (4,08 + 0)}{100} \left[ \sqrt{1 + \frac{100 \times (10,80 \times 4,08 + 0)}{7,5}} - 1 \right]$$

$$y = 14,83 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times y^2}{3} + 15 \times [A(d - y)^2 + A'(y - c')^2]$$

$$I = \frac{100 \times 14,83^2}{3} + 15 \times [4,08(10,80 - 14,83)^2 + 0]$$

$$I = 8324,90 \text{ cm}^4$$

Calcul et vérification des contraintes :

$$K = \frac{M_{ser}}{I}$$

$$= \frac{10,65}{8324,9 \cdot 10^{-7}}$$

$$K = 12792,94 \text{ KN} / \text{m}^3$$

### Calcul et vérification des contraintes

#### - Pour le béton

$$\sigma_b = K \times y$$

$$\sigma_b = 12792,94 \times 0,1483$$

$$\sigma_b = 1897,19 \text{ KN} / \text{m}^2 = 1,897 \text{ MPa}$$

Or

$$\bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28}$$

$$\bar{\sigma}_b = 0,6 \times 25$$

$$\bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa}$$

#### Vérification

$$\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b$$

$$1,897 < 15 \text{ MPa}$$

Donc, la condition de compression du béton est respectée.

#### Pour l'acier :

$$\sigma_s = 15K(d - y)$$

$$\sigma_s = 15 \times 12792,94 \times (0,108 - 0,1483)$$

$$\sigma_s = -7733,33$$

$$\bar{\sigma}_s = \min\left(\frac{2}{3} f_e; 110\sqrt{\eta \times f_{t28}}\right)$$

$$\bar{\sigma}_s = \min\left(\frac{2}{3} \times 400; 110\sqrt{1,6 \times 2,1}\right)$$

$$\bar{\sigma}_s = \min(266,66; 201,63)$$

#### Vérification

$$\sigma_s < \bar{\sigma}_s \Rightarrow -7733,33 < 201,63 \text{ MPa}$$

Donc la condition de traction de l'acier est vérifiée.

**Détermination des armatures de répartition :**

$$Ar = \frac{A}{2}$$

$$Ar = \frac{4,08}{2} = 2,04 \text{ cm}^2$$

**Choix des armatures :**

Nous prenons : **3HA10 = 2,36 cm<sup>2</sup>**

**Détermination de l'espacement :**

$$St = \frac{100}{3} = 33,33$$

Nous prenons St = 34 cm

- **Détermination de l'armature sur appuis :**

On prévoit forfaitairement des armatures de chapeau de section supérieure à 15% de la section des armatures longitudinales.

$$Aa \geq 0,15 \times A$$

$$Aa \geq 0,15 \times 4,08 = \mathbf{0,612 \text{ cm}^2}$$

**Choix des armatures :**

Nous prenons : **3HA8 = 1,51 cm<sup>2</sup>**

**Détermination de l'espacement :**

$$St = 100 / 3 = 33,33 \text{ cm}$$

Nous prenons **St = 34 cm**

**Ferraillage à l'ELS :**

- **Détermination des armatures longitudinales :**

$$\mu = \frac{M_{ser}}{b \times d^2 \times \sigma_b} = \frac{10,65 \cdot 10^2}{100 \times 14,40^2 \times 14,2 \cdot 10^{-1}} = 0,0052$$

$\mu = 0,00521 < \mu_l = 0,392$  alors pas d'armature comprimée ( $A' = 0$ )

**Calcul de section A**

$$A = \frac{0,8 \times \alpha \times b \times d \times \sigma_b}{\sigma_s} \quad \text{avec } \alpha = 1,25 \left[ 1 - \sqrt{1 - 2\mu} \right] = 0,134$$

$$A = \frac{0,8 \times 0,134 \times 100 \times 14,40 \times 14,2}{348} = 6,30 \text{ cm}^2$$

**Condition de non fragilité :**

$$A \geq A_{\min} = \frac{0,23 \times b \times d \times f_{t28}}{f_e} = \frac{0,23 \times 100 \times 14,40 \times 2,1}{400} = 1,74 \text{ cm}^2$$

$A \geq A_{\min}$  condition vérifiée

**Choix des armatures :**

Nous prenons : **6HA12 = 6,79 cm<sup>2</sup>**

**Détermination de l'espacement :**

$$St = 100 / 6 = 17 \text{ cm}$$

Nous prenons  $St = 17 \text{ cm}$

- **Détermination des armatures de répartition :**

$$Ar = \frac{A}{2}$$

$$Ar = \frac{6,30}{2} = 3,15 \text{ cm}^2$$

**Choix des armatures :**

Nous prenons : **5HA10= 3,93 cm<sup>2</sup>**

**Détermination de l'espacement :**

$$St = \frac{100}{5} = 20$$

Nous prenons **St= 20 cm**

- **Détermination de l'armature sur appuis :**

On prévoit forfaitairement des armatures de chapeau de section supérieure à 15% de la section des armatures longitudinales.

$$Aa \geq 0,15 \times A$$

$$Aa \geq 0,15 \times 6,30 = \mathbf{0,95 \text{ cm}^2}$$

**Choix des armatures :**

Nous prenons : **4HA8= 2,01cm<sup>2</sup>**

Détermination de l'espacement :

$$St = 100 / 4 = 25 \text{ cm}$$

Nous prenons **St =25cm**

**5) Calcul et dimensionnement du poteau central**

**-Poteau central R+2 et R+3**

Données :

Charges permanentes  $G = 404,74 \text{ KN}=0,4047\text{MN}$

Charges d'exploitation  $Q =127,96 \text{ KN}=0,1279\text{MN}$

Matériaux

Béton :  $f_{c28}=25\text{Mpa}$

Acier HA :  $f_e=400\text{Mpa}$  ;  $\nu =1,15$

Géométrie :

- Section du poteau BA : 25cmx30cm.
- Surface réduite  $Br = (25-2) \times (30-2) = 0.0644 \text{ m}^2$
- Hauteur libre :  $l_0 = 3,30 \text{ m}$ .
- Longueur de flambement :  $l_f = 0.7l_0 = 0.7 \times 3.30 = 2,31 \text{ m}$ .
- Chargement appliqué après 90 jours ( $j > 90$ ).
- Bâtiment contreventé par des murs de refend.

Calcul des armatures:

$$Nu = 1.35 \times N + 1.5 \times Q = 1.35 \times 0.4047 + 1.5 \times 0.01279$$

$$Nu = 0,7383 \text{ MN}$$

- Calcul de l'élanement mécanique
- Rayon minimal de giration

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{B}} = a \frac{\sqrt{3}}{6} = 25 \frac{\sqrt{3}}{6} = 7,22 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l_f}{i_{\min}} = 2 \frac{\sqrt{3} l_f}{a} = \frac{224}{7,22} = 32 < 50$$

- Coefficient  $\alpha$  pour ( $j > 90$ )

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.20 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} = \frac{0.85}{1 + 0.20 \left(\frac{32}{35}\right)^2} = 0.728$$

- Section théorique

$$N_{u \lim} = \alpha \left[ \frac{Br \cdot f_{c28}}{0,9 \gamma_b} + A_s \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \right]$$

$$A(\text{cm}^2) = \frac{\gamma_s}{f_e} \left( \frac{Nu}{\alpha} - \frac{Br \cdot f_{c28}}{0,9 \gamma_b} \right) = \frac{1,15}{400} \left[ \frac{0,73835}{0,722} - \frac{0,0644 \times 25}{1,35} \right]$$

$$A(\text{cm}^2) = 4,9 \text{ cm}^2$$

- Section réelle

$$6\text{HA}12 = 6,78 \text{ cm}^2$$

- Dispositions constructives
- Section minimale d'acier

$$A \geq 8 \left( \frac{20 + 30}{100} \right) = 4 \text{ cm}^2$$

- Contrôle du pourcentage d'armature

$$\frac{0.2 \times 600}{100} < A < \frac{5 \times 600}{100}$$

$$1,2 \text{ cm}^2 < A < 30 \text{ cm}^2$$

- Cadre du poteau

$$\Phi_l = 14 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \Phi_t = 8 \text{ mm}$$

Espacement

$$St \leq \min\{15 \times \Phi_l \text{ min}, 40 \text{ cm}, a + 10 \text{ cm}\}$$

$$St \leq \min 15 \times 14 = 210 \text{ mm} \text{ ou } 30 \text{ cm}, 40 \text{ cm}, 30 + 10 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

On peut prendre  $St = 15 \text{ cm} < 30 \text{ cm}$

La longueur de recouvrement

$$L_r = 40 \times \Phi_l = 40 \times 1.4 = 56 \text{ cm}$$

On place 4 cadres espacés de 15 cm.

L'épaisseur du béton d'enrobage sur les cadres est  $c = 2,5 \text{ cm}$ .

## DIMENSIONNEMENT DU VOILE DE ASCENSEUR

### 1.- L'épaisseur (e)

L'épaisseur est déterminée en fonction de la hauteur libre d'étage ( $h_e$ ) et des conditions de rigidité aux extrémités.

$$h_{e \text{ max}} = 3,3 - 0,2 = 3,1 \text{ m}$$

$$e = \max \left( \frac{h_e}{25}, \frac{h_e}{22}, \frac{h_e}{20} \right) = \frac{h_e}{20}$$

$$e = \frac{330}{20} = 17,5 \text{ cm}$$

Nous adoptons  $e = 20 \text{ cm}$

Avec :

$h_{e(\text{max})}$  : Hauteur libre du sous sol

Le pré dimensionnement du voile nous préconise une épaisseur de 20 cm.

Ensuite nous aurons :

- Des armatures sont constituées de deux nappes.
- Avec un recouvrement de  $40 \varnothing$  pour les renforcements des angles.
- Avec un pourcentage minimum des armatures est de 0.10 % dans les deux sens (horizontal et vertical).

## 2- Détermination des sollicitations:

- Calcul du moment

On prend comme hypothèse pour le calcul des voiles; un encastrement parfait au niveau du massif des fondations et libre à l'autre coté.

Le moment fléchissant maximum est donné par la formule suivante :

$$M_{ser} = \frac{2Ph}{9\sqrt{3}} \quad \text{Avec } P = \frac{1}{2} h^2 (\gamma_d \cdot k_0 + \gamma_w)$$

$\gamma_d$  : Poids spécifique du remblai =  $18 \text{ KN/m}^3$ .

$\gamma_w$  : Poids volumique de l'eau =  $10 \text{ KN/m}^3$ .

$k_0 = \text{tg}^2 \left[ \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right] = \left[ \frac{1 - \text{Sin}\varphi}{1 + \text{Sin}\varphi} \right]$  avec où  $k_0$  : Coefficient de poussée

$\varphi$  : **Angle de frottement** les résultats des essais de cisaillement effectués sur les matériaux prélevés entre les profondeurs 3,00 m à 4,50 m et 4,50 m à 5,00 m ont donné comme angle de frottement interne ( $\varphi = 13,400^\circ$  et  $\varphi = 11,915^\circ$ ).

Pour des raisons de sécurité nous préconisons un angle de frottement entre 4,50 m à 5,00m de profondeur, c'est qui nous donne  $\varphi = 11,915^\circ$ .  $\rightarrow k_0 = 0,67$

$$P = \frac{1}{2} 2^2 (18 \times 0,67 + 10) = 44,12 \text{ KN}$$

**P = 44,12 KN**

$$M_{ser} = \frac{2 \times 122,31 \times 3,33}{9\sqrt{3}} = 11,32 \text{ KN.m}$$

### Calcul de l'effort normal

Poids du voile

$$N_1 = \gamma_{\text{béton}} \times 1 \text{ ml} \times h \times e$$

$$N_4 = 25 \text{ KN/m}^3 \times 1 \text{ ml} \times 3,30 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$$

$$N_1 = 12,375 \text{ KN}$$

$$N_3 = 25 \text{ KN/m}^3 \times 1 \text{ ml} \times 3,30 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$$

$$N_2 = 12,375 \text{ KN}$$

$$N_1 = 25 \text{ KN/m}^3 \times 1 \text{ ml} \times 4,20 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$$

$$N_1 = 12,375 \text{ KN}$$

$$N_0 = 25 \text{ KN/m}^3 \times 1 \text{ ml} \times 1,5 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$$

$$N_1 = 5,625 \text{ KN}$$

Poids du plancher intermédiaire

$$N_p = \text{charge surfacique plancher} \times L_{\text{inf}} \times 1 \text{ ml}$$

$$N_2 = 25 \text{ KN/m}^2 \times 1,60 \times 1 \text{ ml} \times 0,2 = 8 \text{ KN}$$

Charge d'exploitation : Q

$$Q = 5 \text{ KN/m}^2 \times 1,60 \times 1 \text{ ml} = 8 \text{ KN}$$

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_0 + N_p + Q$$

$$N = 12,375 \times 3 + 5,625 + 12,375 + 8 + 8 \text{ KN}$$

$$N = 66,5$$

#### 1.4-Calcul de l'excentricité (e)

$$e = \frac{M}{N} \quad \Rightarrow \quad e = \frac{11,32}{66,5} = 0,17 \text{ m}$$

$e=0,17m < 4h \Rightarrow$  Le calcul se fera en flexion composée

Pour les aciers de nuances FeE400 avec  $f_{c28} = 25 \text{ MPa} \Rightarrow \bar{\sigma}_{st} = 348 \text{ MPa}$

Et  $\bar{\sigma}_{bc} = 0,60 \cdot f_{c28} \text{ MPa} \quad \bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$

$$y_{RB} = \frac{\bar{\sigma}_{bc} \cdot d}{n \cdot \bar{\sigma}_{bc} + \bar{\sigma}_{st}} \Rightarrow y_{RB} = \frac{15 \times 15 \times 0,9 \times 18}{15 \times 15 + 348} = 6,4 \text{ cm}$$

$$y_{RB} = 6,4 \text{ cm}$$

### 3-Calcul des aciers principaux

Moment de béton réduit :  $M_{RB}$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} b \cdot y_{RB} \cdot \bar{\sigma}_{bc} \left( d - \frac{y_{RB}}{3} \right) \Rightarrow$$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} 1,0 \cdot 0,0640 \cdot 15 \left( 0,9 \cdot 0,2 - \frac{0,0640}{3} \right) = 0,0421 \text{ MN.m}$$

$$M_{RB} = 42,1 \text{ KN.m} > M_{ser} = 11,32 \text{ KN.m}$$

Le béton comprimé seul pour reprendre l'effort de compression ( $A_{sc} = 0$ ).

Calcul simplifié en posant  $y_{RB} = y_1$

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{\bar{\sigma}_{st} \cdot \left( d - \frac{y_1}{3} \right)} = \frac{0,01132}{348 \cdot \left( 0,18 - \frac{0,064}{3} \right)} = 0,000205 \text{ m}^2 / \text{ml} = 2,10 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

**Choix des armatures : 5HA10/ml soit 3,92 cm<sup>2</sup>, St = 20 cm**

#### 1.2.5- Condition de non fragilité

$$\frac{A_{\min}}{b \cdot d} \geq \frac{0,23 f_{ij}}{f_e} \cdot \frac{e - 0,45d}{e - 0,185d}$$

$$A_{\min} \geq \frac{0,23 \cdot 2,1 \cdot 0,18 \cdot 1}{400} \cdot \frac{0,2 - 0,45 \cdot 0,18}{0,2 - 0,185 \cdot 0,18} = 0,00027 \text{ m}^2 / \text{ml} = 2,7 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

#### 4- Armature transversales

$A_r \geq 0,08.e_v$  avec  $e_v$  : épaisseur du voile

$A_r \geq 0,08.20 = 1,6 \text{ cm}^2/\text{ml}$

Choix des barres : 5HA8 soit  $2,5 \text{ cm}^2$  avec  $St = 20 \text{ cm}$

## ELECTRICITE ET CLIMATISTION

### 1 Electricité

*Description des installations*

#### Equipement dans une habitation

➤ RDC

Bilan de puissance

A-Circuits lumières

CL1=8x60w=480w=0.48kw

CL2=8x60w=480w=0.48kw

CL3=8x60w=480w=0.48kw

CL4=9x60w=540w=0.54kw

**CL total=1,98kw**

B-Circuit prises

CP1=6x16Ax220=21120w=21,12kw

CP2=6x16Ax220=21120w=21,12kw

CP3=7x16Ax220=24640w=24,640kw

CP4=7x16Ax220=24640w=24,64kw

CP5=7x16Ax230=257600w=25,76kw

$$CP6=8 \times 16A \times 230=29440w=29,44kw$$

**CP total=146,72kw**

C-Circuit split

$$CS=5 \times 1520=7600w=7,6kw$$

**CS total=7,6kw**

Tableau récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS

KS=0,1+0,9/n pour les prises

Avec n nombre de prise

KS=1 pour les autres récepteurs

Tableau 21 : Récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS pour le RDC

Désignation	Récepteur	Puissance Normale(kw)	Coefficient KU	Puissance Appelée(kw)	Coefficient KS	Puissance Installée(kw)
CL		1,98	1	1,98	1	1,98
CP		146,72	0,22	32,2784	0,16	5,164544
CS		7,6	1	7,6	1	7,6
<b>Total</b>						<b>14,74</b>

La puissance de l'installation à souscrire pour le RDC est :

$$P=14,74kw$$

Majoration de puissance à 10% pour des éventuelles extensions

$$P=1,1 \times 14,74=16,21kw$$

La puissance apparente S à souscrire

$$S=P/\cos\phi \quad \text{on prend } \cos\phi=0,8$$

$$S=16,21/0,8=20,26$$

Détermination du courant :

$$P=UI(\cos\phi)^{(1/2)} \Rightarrow I=P/ U(\cos\phi)^{(1/2)}$$

$$I=59,44A$$

➤ R+1

Bilan de puissance

A-Circuits lumières

CL1=8x60w=480w=0.48kw

CL2=8x60w=480w=0.48kw

CL3=8x60w=480w=0.48kw

**CL total=1,44kw**

B-Circuit prises

CP1=6x16Ax220=21120w=21,12kw

CP2=6x16Ax220=21120w=21,12kw

CP3=7x16Ax220=24640w=24,640kw

CP4=7x16Ax220=24640w=24,64kw

CP5=7x16Ax230=257600w=25,76kw

CP6=8x16Ax230=29440w=29,44kw

**CP total=146,72kw**

C-Circuit split

CS=5x1520=7600w=7,6kw

**CS total=7,6kw**

Tableau récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS

KS=0,1+0,9/n pour les prises

Avec n nombre de prise

KS=1 pour les autres récepteurs

Tableau 22 : Récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS pour le R+1

Désignation	Récepteur	Puissance Normale(kw)	Coefficient KU	Puissance Appelée(kw)	Coefficient KS	Puissance Installée(kw)
CL		1,44	1	1,44	1	1,44

CP		146,72	0,22	32,2784	0,16	5,164544
CS		7,6	1	7,6	1	7,6
<b>Total</b>						<b>14,20</b>

La puissance de l'installation à souscrire pour le R+1 est :

$$P=14,20\text{kw}$$

Majoration de puissance à 10% pour des éventuelles extensions

$$P=1,1 \times 14,2 = 15,62\text{kw}$$

La puissance apparente S à souscrire

$$S=P/\cos\phi \quad \text{on prend } \cos\phi=0,8$$

$$S=15,62/0,8=19,52$$

Détermination du courant :

$$P=UI(\cos\phi)^{(1/2)} \Rightarrow I=P/ U(\cos\phi)^{(1/2)}$$

$$I=57,27\text{A}$$

➤ R+2=R+3

Bilan de puissance

A-Circuits lumières

$$CL1=8 \times 60\text{w}=480\text{w}=0,48\text{kw}$$

$$CL2=8 \times 60\text{w}=480\text{w}=0,48\text{kw}$$

$$CL3=8 \times 60\text{w}=480\text{w}=0,48\text{kw}$$

$$CL4=7 \times 60\text{w}=420\text{w}=0,42\text{kw}$$

$$CL5=7 \times 60\text{w}=420\text{w}=0,42\text{kw}$$

$$\underline{\underline{CL \text{ total}=2,28\text{kw}}}$$

B-Circuit prises

$$CP1=6 \times 16\text{Ax}220=21120\text{w}=21,12\text{kw}$$

$$CP2=6 \times 16\text{Ax}220=21120\text{w}=21,12\text{kw}$$

$$CP3=6 \times 16\text{Ax}220=21120\text{w}=21,12\text{kw}$$

CP4=6x16Ax220=21120w=21,12kw

CP5=6x16Ax230=21408w=21,41kw

CP6=6x16Ax230=21408w=21,41kw

CP7=5x16Ax230=24976w=24,976kw

**CP total=251,03kw**

C-Circuit split

CS1=5x1050=5250w=5,25kw

CS2=4x1200=4800w=4,8kw

**CS total=10,05kw**

Tableau récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS

KS=0,1+0,9/n pour les prises

Avec n nombre de prise

KS=1 pour les autres récepteurs

Tableau 23 : Récapitulative des puissances affectées des coefficients d'utilisateur KU et de coefficients de simultanités KS pour le R+2=R+3

Désignation	Récepteur	Puissance Normale(kw)	Coefficient KU	Puissance Appelée(kw)	Coefficient KS	Puissance Installée(kw)
CL		2,28	1	2,28	1	2,28
CP		251,03	0,22	55,23	0,16	8,84
CS		10,05	1	10,05	1	10,05
<b>Total</b>						<b>21,17</b>

La puissance de l'installation à souscrire pour le R+2=R+3 est :

P=21,17kw

Majoration de puissance à 10% pour des éventuelles extensions

P=1,1x14,74=23.28kw

La puissance apparente S à souscrire

S=P/cosφ

Nous prenons  $\cos\phi=0,8$

$$S=23,28/0.8=29,1$$

Détermination du courant :

$$P=UI(\cos\phi)^{(1/2)} \Rightarrow I=P/ U(\cos\phi)^{(1/2)}$$

$$I_3=85,40 \text{ A}$$

**Détermination du courant total**

$$I_{\text{total}}=I_1+I_2+I_3 \times 2=59,44+57,27+85,40 \times 2=287,51 \text{ A}$$

$$I_{\text{total}}=287,51 \text{ A}$$

**Détermination de la puissance apparente**

$$S_t= U \times I_t$$

$$S_t= 220 \times (3 \times 287,51)^{(1/2)}$$

$$S_t=64,61 \text{ KVA}$$

**S'il s'agit d'une groupe électrogène, sa puissance sera:**

$$P_{GE}=S_t \times 100/80$$

$$P_{GE}=64,61 \times 100/80=80,76 \text{ KVA}$$

**Tableau 24 :**

Orientation des parois	Surface nette (m <sup>2</sup> )	K (W/m <sup>2</sup> K)	Intensité du rayonnement (W/m <sup>2</sup> )
Mur Est	68,31	2,2	462
Mur	42,15	2,2	462
Plancher	221,5	1,36	-
Plafond	221,5	1,14	-
Vitrage	44,1	5,8	121

Apport de chaleur par transmission à travers les parois :  $Q_{str} = K \times S \times \Delta\theta$

$$\text{Mur Est : } Q_{str1} = 2,2 \times 68,31 \times (45 - 24) = 3347,19 \text{ W}$$

$$\text{Mur : } Q_{str2} = 2,2 \times 42,15 \times (45 - 24) = 1947,33 \text{ W}$$

$$\text{Plancher : } Q_{str3} = 1,36 \times 221,5 \times (45 - 24) = 6326,04 \text{ W}$$

$$\text{Plafond : } Q_{str4} = 1,14 \times 221,5 \times (45 - 24) = 5302,71 \text{ W}$$

$$\text{Vitrage : } Q_{str5} = 5,8 \times 44,1 \times (45 - 24) = 5371,38 \text{ W}$$

$$\sum_1^5 Q_{stri} = 22294,99 \text{ W}$$

Apport de chaleur par rayonnement à travers les parois :  $Q_{str} = \alpha \times F \times S \times R_m$

$$\text{Mur Est : } Q_{sRm1} = 0,7 \times 0,105 \times 72,45 \times 462 = 2319,6 \text{ W}$$

$$\text{Mur : } Q_{sRm2} = 0,7 \times 0,105 \times 60,9 \times 462 = 1431,28 \text{ W}$$

$$\text{Vitrage : } Q_{sRm3} = 0,86 \times 0,28 \times 38,23 \times 121 = 1284,93 \text{ W}$$

$$\sum_1^3 Q_{sRmi} = 5035,81 \text{ W}$$

- Apport de chaleur par renouvellement d'air : on suppose la ventilation naturelle.

$$Q_{SR} = q_v \times (\theta_e - \theta_i) \times 0,33$$

$$Q_{L1} = q_v \times (\omega_e - \omega_i) \times 0,84$$

$$Q_{SR} = 180 \times (45 - 24) \times 0,33 = 1247,4 \text{ W}$$

$$Q_{L1} = 180 \times (0,0255 - 0,0108) \times 0,84 \times 1000 = 2223 \text{ W}$$

- Apport de chaleur par les occupants.

$$Q_{Soc} = n \times C_{soc}$$

$$Q_{L2} = n \times C_{Loc}$$

$$Q_{Soc} = 20 \times 63 = 1260 \text{ W}$$

$$Q_{L2} = 20 \times 59 = 1180 \text{ W}$$

- Apport de chaleur par l'éclairage

$$Q_{Secl} = 1,25 \times 58 \times 23 = 1667,5 \text{ W}$$

$$\text{Chaleur sensible totale : } Q_S = 41891,11 \text{ W}$$

$$\text{Chaleur sensible totale : } Q_L = 3403 \text{ W}$$

$$\text{Le bilan thermique total : } Q_T = Q_S + Q_L = 44294,11 \text{ W}$$

$$1CV=736w$$

La puissance du climatiseur ou puissance frigorifique est de 46474,11 W, soit 60 CV. Ce qui donne dix (10) climatiseurs Split de 3 CV, huit(8) climatiseurs Split de 2 CV, donne dix (10) climatiseurs Split de 1,5 CV.

Sélection dans le catalogue d'un constructeur de marque LG

- Split système : LG modèle froid seul 30F ; 3 CV4
- Puissance frigorifique : 8500 W, soit 29000 BTU/Hr
- Débit d'air : 1200m<sup>3</sup>/h à 900 m<sup>3</sup>/h
- Niveau sonore : 41/49 dB (A)
- Puissance nominale absorbée : 3280 w
- Calibre fusible : 32 A
- Liaison frigorifique : 25 m
- Diamètre à l'aspiration 3/8po et liquide 5/8 po.

Puissance à souscrire a la compagnie d'électricité

- $\cos\phi = 0,8$  ou  $\tan\phi = 0,75$  au facteur de puissance moyen de l'installation ;
- Puissance nominale du climatiseur : 3280 W
- Puissance active totale :  $Pat = Pn \times Ks \times Ku = 3280 \times 1 \times 1 = 3280 \text{ W}$
- Coefficient d'utilisation :  $Ku = 1$  ; coefficient de simultanéité :  $Ks = 1$
- Puissance active totale :  $Qat = Pat \times \tan\phi = 3280 \times 0.75 = 2460$
- Sut : Puissance disponible :  $Sut^2 = Pat^2 + Qat^2 = 3280^2 + 2460^2$
- D'où Puissance à souscrire :  $Sa = Sut = 4100\text{VA}$

On souscrira auprès de la SONABEL une Puissance de 28700 VA.

# ANNEXE II

ANNEX II LES TABLEAUX

Tableau 25 Calcul pour le fils du poteau.

Poteaux	3 <sup>ème</sup> étage	2 <sup>ème</sup> étage	1 <sup>er</sup> étage	RDC
Nu (KN)	186,23	738,35	1029,15	1650.93
Br (m2)	0,0644	0,0644	0,1104	0,1104
k	0,7	0,7	0,7	0,7
Lf (m)	2,31	2,31	2,31	2,94
$\lambda$	31	31	31	31
$\alpha$	0,722	0,722	0,722	0,722
Amin (cm2)	4	4	4	4
As(cm2) théorique	4,9	4,9	6,9	6,9
As(cm2) réel	6,78	6,78	9,24	9,24
Ferrailage longitudinal	6HA12	6HA12	6HA14	6HA14
At	HA6	HA6	HA6	HA6
St(cm)	15	15	15	15

IV.1 Calcul et dimensionnement d'une semelle isolée

Tableau 26 Récapitulatif du calcul manuel de la semelle.

Désignation	Application littorale	Application numérique	Observations
Pré dimensionnement			
Charge N	G + Q	906,26+209,25 = 1115,51 KN	
Contrainte de calcul		q= 0,2 MPa	
Section	N /q	1.11551/ 0,15 = 5,57 m2	
	$A \geq \sqrt{\frac{N \times a}{q \times b}}$	$\sqrt{\frac{1115,51 \cdot 10^{-3} \times 0.5}{0,2 \cdot 0.25}} = 3.8m$	A=4m
	$B \geq \frac{N}{q \times A}$	1.1155/(0,2. x 3,8) = 1,86 m	B = 2 m

Dimension	$h \geq (A-b) / 4 + 5$	$(400 - 50) / 4 = 0,87m$	H=0,9m
Vérifions q	$q \geq N/S$	$1,11551 / (4 \times 2) = 0,139$	0,15 MPa ok !
Dimensionnement			
Section d'armatures suivant A	Nu. (A- a) / (8.d. fsu)	$1537,33 \cdot 103 \cdot (4000 - 500) / (8 \cdot 85 \cdot 348) = 22,74cm^2$	
Choix	Suivant A	30HA12	Ar = 23,55 cm <sup>2</sup>
Section d'armatures suivant B	Nu. (B- b) / (8.d. fsu)	$1537,33 \times 10^3 \times (2000 - 250) / (8 \cdot 75 \cdot 348) = 11,37cm^2$	
Choix	Suivant B	18HA10	Ar = 14,13 cm <sup>2</sup>

Longueur scellement	$L_s = 40 \Phi l$	$40 \times 1,2 = 48 \text{ cm}$	BAEL A6.1.221
Longueur ancrage	$L_a = 0,4l_s$	$0,4 \times 48 = 20 \text{ cm}$	BAEL A6.1.253
Longueur disponible	$L_d = A/4 - 2 \times 5 \text{ cm}$	$340/4 - 2 \times 5 = 75 \text{ cm}$	>L <sub>a</sub> , donc crochets non nécessaires.
Longueur d'ancrage des aciers en attente	$L_a = 35 \Phi l$	$35 \times 1,2 = 42 \text{ cm}$	Art 2.55 D.T.U.13.12

**Tableau 27 : Cadre du devis quantitatif et estimatif**

**DEVIS QUANTITATIF ET STIMATIF**

N°	Désignation	U	Qté	Prix Unit.	Prix total
	<b>CHAPITRE 1</b>				
<b>I</b>	<b>TRAVAUX DE GROS OEUVRE</b>				
<b>1</b>	<b>TRAVAUX PREPARATOIRES</b>				
	<b>Compris toutes sujétions de mise en œuvre, de démolition, d'évacuation ou de réemploi de déblais, de compactage des fonds de fouilles et des plateformes...</b>				
1.1	Installation de chantier, compris cloture, confection portail accès chantier	ENS	1	1 000 000	1 000 000

1.2	Décapage et nivellement du terrain	m <sup>2</sup>	337,50	750	253 125
1.3	Implantation des ouvrages	ENS	1,00	100 000	100 000
<b>1.2</b>	<b>DEMOLITION</b>				
1.2.5	Démolition de mur en alège en maçonnerie d'agglos ciment	m <sup>2</sup>	25,00	500	12 500
1.2.6	Dépose des compresseurs	u	1,00	100 000	100 000
	<b>TOTAL TRAVAUX PREPARATOIRES</b>				<b>1 465 625</b>
<b>I</b>	<b>TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX</b>				
	<b>Compris toutes sujétions de mise en œuvre, de démolition, d'évacuation ou de réemploi de déblais, de compactage des fonds de fouilles et des plateformes...</b>				
	Fouilles en puits	m <sup>3</sup>	153,15	55 000	8 423 250
	Fouilles en rigoles	m <sup>3</sup>	27,41	55 000	1 507 550
	Remblai latéritique provenant des fouilles et compacté par couches successives de 20 cm à 95% de l'OPM	m <sup>3</sup>	136,45	2 000	272 892
	Remblai d'apport latéritique compacté par couches successives de 20 cm à 95% de l'OPM	m <sup>3</sup>	20,37	5 000	101 864
	Traitement anti-termite	m <sup>2</sup>	226,00	300	67 800
	<b>TOTAL TERRASSEMENTS GENERAUX</b>				<b>11 838 982</b>
<b>3</b>	<b>GROS ŒUVRE</b>				
<b>3.1</b>	<b>BETONS - BETONS ARMES</b>				
	<b>Compris toutes sujétions de mise en œuvre, de scellement de pièces diverses, de réservations, de coffrages, de ferrallages et attaches...etc.</b>				
3.1.1	<u>FONDATION ET INFRASTRUCTURE</u>				
3.1.1.1	Béton de propreté pour semelles isolées et filantes dosé à 150 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45 ( 5 cm)	m <sup>3</sup>	10,13	150 000	1 519 500
3.1.1.3	Béton armé pour semelles isolées et filante des voiles dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	58,51	200 000	11 702 000
3.1.1.4	Béton armé pour longrines dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	15,56	200 000	3 112 000
3.1.1.5	Béton armé pour pré poteaux dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	5,90	200 000	1 180 000
3.1.1.6	Maçonnerie en agglos pleins de 20x20x40	m <sup>2</sup>	112,01	20 000	2 240 200
3.1.2	<u>DALLAGE</u>				
3.1.2.1	Pose d'un lit de sable de 5 cm d'épaisseur sous dallage	m <sup>3</sup>	11,08	7 500	83 063
3.1.2.2	Film polyane avec de larges recouvrements sous tous les dallages	m <sup>2</sup>	221,50	1 000	221 500
3.1.2.3	Béton armé pour aire de dallage dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45 (e=13cm)	m <sup>3</sup>	22,15	200 000	4 430 000
	<b>TOTAL FONDATION ET</b>				<b>24 488 263</b>

<b>INFRASTRUCTURE</b>					
<b>BETONS - BETONS ARMES - REZ DE CHAUSSEE</b>					
3.1.3	<u>POTEAUX RDC</u>				
3.1.3.1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 de CPA 45 pour poteaux	m <sup>3</sup>	12,86	200 000	2 572 000
3.1.4	<u>POUTRES RDC</u>				
3.1.4.1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 de ciment classe 45 pour poutres	m <sup>3</sup>	15,56	200 000	3 112 000
3.1.5	<u>PLANCHER RDC</u>				
3.1.5.1	béton armé pour dalle à corps creux de 16+4 cm d'épaisseur avec coffrage soigné, dosé à 350 kg/m3 de ciment de classe 45	m <sup>2</sup>	221,50	100 000	22 150 000
3.1.5.2	Enduit sous plancher	m <sup>2</sup>	327,29	4 000	1 309 160
3.1.7	<u>ESCALIERS</u>				
3.1.7.2	Béton armé pour dalle pleine compris formation de marches dosé à 350 kg / m3 de CPA 45 y compris bêche	m <sup>3</sup>	5,35	200 000	1 069 200
3.1.7.3	Béton armé pour voiles de l'ascenseur dosé à 350 kg / m3 de CPA 45	m <sup>3</sup>	2,57	200 000	514 000
3.1.8	<u>PIECES BAIES</u>				
3.1.8.1	Béton armé pour linteaux (20x20) dosé à 350 kg/m3 de CPA 45	m <sup>3</sup>	4,98	200 000	996 000
<b>TOTAL FONDATION ET INFRASTRUCTURE</b>					<b>31 722 360</b>
<b>BETONS - BETONS ARMES - R+1</b>					
3.1.9	<u>POTEAUX ET POUTRES R+1</u>				
3.1.9.1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 de CPA 45 pour poteaux	m <sup>3</sup>	9,73	200 000	1 946 000
3.1.5.1	béton armé pour dalle à corps creux de 16+4 cm d'épaisseur avec coffrage soigné, dosé à 350 kg/m3 de ciment de classe 45	m <sup>2</sup>	221,50	100 000	22 150 000
3.1.9.2	Béton armé dosé à 350 kg/m3 de CPA 45 pour poutre	m <sup>3</sup>	15,56	200 000	3 112 000
3.1.10	<u>PIECES BAIES</u>				
3.1.10.1	Béton armé pour appui de baie préfabriqué dosé à 350 kg/m3 de CPA 45	m <sup>3</sup>	0,50	200 000	100 000
3.1.10.3	Béton armé pour chaînages (20x20) dosé à 350 kg/m3 de CPA 45	m <sup>3</sup>	4,98	200 000	996 000
3.1.7	<u>ESCALIERS</u>				
3.1.7.2	Béton armé pour dalle pleine compris formation de marches dosé à 350 kg / m3 de CPA 45 y compris bêche	m <sup>3</sup>	1,50	200 000	300 000
3.1.7.3	Béton armé pour voiles de l'ascenseur dosé à 350 kg / m3 de CPA 45	m <sup>3</sup>	4,35	200 000	870 000
<b>BETONS - BETONS ARMES - R+2</b>					
3.1.9	<u>POTEAUX ET POUTRES R+2</u>				
3.1.9.1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 de CPA 45 pour poteaux	m <sup>3</sup>	9,73	200 000	1 946 000

3.1.5.1	béton armé pour dalle à corps creux de 16+4 cm d'épaisseur avec coffrage soigné, dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de ciment de classe 45	m <sup>2</sup>	221,50	100 000	11 075 000
3.1.9.2	Béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45 pour poutre	m <sup>3</sup>	15,56	200 000	3 112 000
3.1.10	<u>PIECES BAIES</u>				
3.1.10.1	Béton armé pour appui de baie préfabriqué dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	0,50	200 000	100 000
3.1.10.3	Béton armé pour chaînages (20x20) dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	4,98	200 000	996 000
3.1.7	<u>ESCALIERS</u>				
3.1.7.2	Béton armé pour dalle pleine compris formation de marches dosé à 350 kg / m <sup>3</sup> de CPA 45 y compris bêche	m <sup>3</sup>	1,50	200 000	300 000
3.1.7.3	Béton armé pour voiles de l'ascenseur dosé à 350 kg / m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	2,57	200 000	514 000
	<b>BETONS - BETONS ARMES - R+3</b>				
3.1.9	<u>POTEAUX ET POUTRES R+3</u>				
3.1.9.1	Béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45 pour poteaux	m <sup>3</sup>	9,73	200 000	1 946 000
3.1.7.2	Béton armé pour dalle compris formation de marches dosé à 350 kg / m <sup>3</sup> de CPA 45 y compris bêche	m <sup>3</sup>	221,50	100 000	22 150 000
3.1.9.2	Béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45 pour poutre	m <sup>3</sup>	15,56	200 000	3 112 000
3.1.10	<u>PIECES BAIES</u>				
3.1.10.1	Béton armé pour appui de baie préfabriqué dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	0,50	200 000	100 000
3.1.10.3	Béton armé pour chaînages (20x20) dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	4,98	200 000	996 000
3.1.7	<u>ESCALIERS</u>				
3.1.7.2	Béton armé pour dalle pleine compris formation de marches dosé à 350 kg / m <sup>3</sup> de CPA 45 y compris bêche	m <sup>3</sup>	1,50	200 000	300 000
3.1.7.3	Béton armé pour voiles de l'ascenseur dosé à 350 kg / m <sup>3</sup> de CPA 45	m <sup>3</sup>	2,57	200 000	514 000
	<b>TOTAL TRAVAUX DE GROS ŒUVRE</b>				<b>76 635 000</b>
3.2	<b>MAÇONNERIE-ENDUITS</b>				
3.2.1	<u>MURS et CLOISONS</u>				
3.2.1.1	<b>M1.</b> Mur extérieur en agglos creux de 20x20x40,	m <sup>2</sup>	382,20	14 000	5 350 800
3.2.1.2	<b>M2.</b> Mur intérieur en agglos creux de 15x20x40,	m <sup>2</sup>	326,76	9 000	2 940 840
3.2.1.4	<b>M3.</b> Cloison entre toilettes: Mur en agglos creux de 10x20x40 compris joints et tout sujétion de pose	m <sup>2</sup>	6,00	7 000	42 000
3.2.2	<u>ENDUITS</u>				
3.2.2.1	Enduit ciments sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	1417,92	4 000	5 671 680
3.2.2.2	Enduit ciments sur structure	m <sup>2</sup>	48,00	5 000	240 000
3.2.2.3	enduit ciment sous face dalle R+1	m <sup>2</sup>	886,80	7 000	6 207 600

	<b>TOTAL MAÇONNERIE-ENDUITS</b>				<b>20 452 920</b>
4.2	<b>ETANCHEITÉ - FORME DE PENTE</b>				
4.2.1	Forme de pente sur dalle.	m <sup>2</sup>	221,50	4 000	886 000
4.2.2	Etanchéité multicouche auto-protégée sur dalles et chéneaux béton.	m <sup>2</sup>	221,50	2 500	553 750
	<b>TOTAL ETANCHEITÉ - FORME DE PENTE</b>				<b>1 439 750</b>
<b>I</b>	<b>TOTAL TRAVAUX DE GROS ŒUVRE</b>				<b>154 738 293</b>
<b>II</b>	<b>TRAVAUX DE SECOND ŒUVRE</b>				
<b>5</b>	<b>REVETEMENTS SOLS ET MURS</b>				
	<b>Compris toutes sujétions de pose, découpes, pentes, plinthes, bavettes alu, chape rattrapage, nettoyage...</b>				
	<u>CARRELAGE - REZ DE CHAUSSEE</u>				
5.1	Fourniture et pose de Carreaux bâtiment, 30X30 grès cérame mat (teinte à définir par l'Architecte), épaisseur 8mm	m <sup>2</sup>	221,50	27 500	6 091 250
	<u>CARRELAGE - R+1 ,R+2et R+3</u>				
5.2	Fourniture et pose de Carreaux bâtiment, 30X30 grès cérame mat (teinte à définir par l'Architecte), épaisseur 8mm	m <sup>2</sup>	1357,50	27 500	37 331 250
5.3	Fourniture et pose de Carreaux escaliers, 30X30 grès cérame mat antidérapant (teinte à définir par l'Architecte), épaisseur 8mm	m <sup>2</sup>	84,50	27 500	2 323 750
5.4	Fourniture et pose de Carreaux toilettes 20x20 grès cérame mat , épaisseur 8mm	m <sup>2</sup>	35,50	15 000	532 500
5.5	Fourniture et pose de faïence murales 20x20 couleur blanc	m <sup>2</sup>	30,87	15 000	463 050
5.6	Plinthes assorties de 10 cm hauteur	m	1000,20	3 000	3 000 600
	<b>TOTAL REVETEMENTS DE SOLS ET MURS</b>				<b>49 742 400</b>
<b>7</b>	<b>PEINTURES</b>				
	<b>Compris ttes sujétions de mise en œuvre, préparation des supports, fixateur, reprises, retouches, etc.</b>				
<b>7.0</b>	<u>PEINTURE - REZ DE CHAUSSEE</u>				
7.0.1	Peinture vinylique sur enduits intérieurs	m <sup>2</sup>	48,40	3 800	183 920
7.0.3	Peinture sur enduits extérieurs de type frotassé	m <sup>2</sup>	23,20	11 500	266 800
7.0.4	Peinture sur gardes de corps	U	1,00	20 000	20 000
7.0.6	Peinture vinylique sur faux plafond en staff y compris toute sujétion	m <sup>2</sup>	221,50	5 000	1 107 500

7.1	<u>PEINTURE - R+1 ,R+2 et R+3</u>				
7.1.1	Enduit plâtre sur face interieur de murs et cloisons	m²	886,00	2 000	1 772 000
7.1.2	Peinture vinylique sur enduits intérieurs	m²	1298,48	3 800	4 934 224
7.1.4	Peinture sur enduits extérieurs de type frottassé	m²	863,50	11 500	9 930 250
7.1.5	Peinture vinylique sur faux plafond en staff y compris toute sujétion	m²	886,00	4 000	3 544 000
7.1.6	Peinture glycérophtalique sur éléments métalliques et galvanisés (Tous châssis métalliques de portes, tous les ouvrages de menuiseries métalliques (structure Lucarne)	ENS	1	150 000	150 000
7.1.7	Peinture glycérophtalique sur éléments bois (portes, étagères) compris ponçage et mastiqué des surfaces	ENS	1	175 000	175 000
	<b>TOTAL PEINTURES</b>				<b>22 083 694</b>
8	<b>MENUISERIES</b>				
8.0	<b>MENUISERIE REZ DE CHAUSSE</b>				
8.0.1	<u>MENUISERIES METALLIQUES, BOIS</u>				
	<b>Compris ttes sujétions de fourniture et de pose, platines de fixation, serrureries, quincailleries, arrêts et butées d'éléments...</b>				
8.0.1.1	P05 : Porte métallique persiennée 140x210	u	1	75 000	75 000
8.0.1.2	P06 : Porte métallique vitré 90x210	u	5	50 000	250 000
8.0.1.5	Main courante escalier en tube rond de 50/40	u	1	200 000	200 000
8.1	<b>MENUISERIE R+1,R+2 et R+3</b>				
8.1.1	<u>MENUISERIES METALLIQUES, BOIS</u>				
	<b>Compris ttes sujétions de fourniture et de pose, platines de fixation, serrureries, quincailleries, arrêts et butées d'éléments...</b>				
8.1.1.3	P02 : Porte Isoplane cadre métallique 90x210	u	20	65 000	1 300 000
8.1.1.4	P03 : Porte Isoplane cadre métallique 80x210 type 2	u	5	53 000	265 000
8.1.1.6	Etagère en bois rouge DIM 240x40x210	u	4	40 000	160 000
8.1.2	<u>MENUISERIES ALUMINIUM RDC,R+1,R+2 et R+3</u>				
	<b>Compris ttes sujétions de fourniture et de pose, platines de fixation, serrureries, quincailleries, arrêts et butées d'éléments...</b>				
8.1.2.2	Porte de façade double coulissant aluminium vitré + châssis aluminium à lames vitrées fixé de deux côté de la porte et mini d'imposte de 335x300	u	1	922 000	922 000

8.1.2.2	Porte de façade double coulissant aluminium vitré + châssis aluminium à lames vitrées fixé de deux coté de la porte et mini d'imposte de 350x300	u	1	1 062 000	1 062 000
8.1.2.2	Porte de façade double coulissant aluminium vitré + châssis aluminium à lames vitrées fixé de deux coté de la porte et mini d'imposte de 370x300	u	1	1 062 000	1 062 000
8.1.2.2	Porte de façade double coulissant aluminium vitré + châssis aluminium à lames vitrées fixé de deux coté de la porte et mini d'imposte de 395x300	u	1	1 122 000	1 122 000
8.1.2.2	PorteAlu-vitré double asyemetrique DIM 140x220 vitrage securit	u	8	352 000	2 816 000
8.1.2.1	Fenêtre coulissante modulaire DIM 140x130 compris moustiquaire mobile	u	33	209 000	6 897 000
8.1.2.2	Fenêtre fixe modulaire DIM 140x200 vitrage securit	u	9	354 000	3 186 000
8.1.2.3	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées model guillotine DIM 130x70. pour toilette compris moustiquaire	u	4	104 600	418 400
8.1.2.4	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées DIM 130x90. compris moustiquaire	u	4	134 500	538 000
8.1.2.5	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées coulissant, DIM 275x130. compris moustiquaire	u	6	410 000	2 460 000
8.1.2.5	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées coulissant, DIM 270x130. compris moustiquaire	u	2	403 000	806 000
8.1.2.5	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées fixe ttriple vantaux , DIM 395x280 ht.	u	1	1 271 000	1 271 000
8.1.2.5	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées fixe ttriple vantaux , DIM 370x280 ht.	u	1	1 191 000	1 191 000
8.1.2.5	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées fixe ttriple vantaux , DIM 350x280 ht.	u	1	1 127 000	1 127 000
8.1.2.5	Fenêtre châssis aluminium à lames vitrées fixe ttriple vantaux , DIM 335x280 ht.	u	1	1 071 000	1 071 000
	<b>TOTAL MENUISERIES</b>				<b>28 199 400</b>
<b>II</b>	<b>TOTAL TRAVAUX DE SECOND ŒUVRE</b>				<b>100 025 494</b>
<b>III</b>	<b>TRAVAUX DU LOT TECHNIQUE</b>				
<b>9</b>	<b>PLOMBERIE SANITAIRE</b>				
	<b>Compris ttes sujétions de prise en charge sur réseaux, de mise en œuvre, de pose, de fixations, raccordements, accessoires, essais...etc.</b>				
9.1	<u>TUYAUTERIE EAU POTABLE</u>				

9.1.1	Fourniture et pose de compteur d'eau	u	5	75 000	375 000
9.1.2	Fourniture et pose de vanne anti retour	u	1	25 000	25 000
9.1.3	fourniture el pose de vanne de arrêt	u	8	10 000	80 000
9.1.4	Conduite en PPR DN 20	m	20,00	2 300	46 000
9.1.5	Conduite en PPR DN 25	m	30,00	2 350	70 500
9.1.6	Conduite en PPR DN 32	m	10,00	2 400	24 000
9.1.7	Conduite en PPR DN 40	m	20,00	2 500	50 000
9.1.8	Conduite en PPR DN 50	m	30,00	2 600	78 000
9.2	<u>ACCESSOIRES</u>				
9.2.1	robinetterie lavabo équipée de bouton poussoir temporisateur eau froid modèle PRESTO ou similaire	u	9	20 000	180 000
9.2.2	Fourniture et pose de Lavabo RAK SERIES 600 avec fixation bonde à grille, siphon plastique, porte-savon et porte-serviette à 1 branche ou similaire, et y compris tte sujétion	u	9	150 000	1 350 000
9.2.4	fourniture et pose de miroir avec argenture de première qualité, bords chanfreinés, pose sur pattes en acier chromé, épaisseur 6 mm et dimensions = 60 x 240 cm.	u	9	25 000	225 000
9.2.5	Fourniture et pose de WC à l'anglaise, RAK SERIES 600 avec réservoir à cuvette en porcelaine vitrifiée et abattant double blanc, mécanisme de chasse d'eau de décharge sélective, compris robinet d'arrêt équerre chromé 3/8 porte-papier ou similaire, pose et toute sujétion	u	6	175 000	1 050 000
9.2.6	fourniture et pose de robinet extérieur	u	2	13 000	26 000
9.2.7	fourniture et pose de bêche céramique RAK ABLUTION TROUGH pour point d'eau dans les cuisine	u	4	120 000	480 000
9.2.8	fourniture et pose de robinetterie d'évier pour cuisine	u	4	5 000	20 000
9.3	<u>EVACUATION DES EAUX VANNES ET USEES</u>				
9.3.1	Fourniture et pose de siphon de sol à bride diamètre 40 mm y compris toute sujétion	u	13	4 000	52 000
9.3.2	Conduite PVC DN 40	m	120,00	1 500	180 000
9.3.3	Conduite PVC DN 63	m	53,00	1 600	84 800
9.3.4	Conduite PVC DN 100	m	95,00	1 800	171 000
9.3.5	Conduite PVC DN 110	m	42,00	1 850	77 700
9.3.6	Regard de visite y compris toute sujétion	u	4	25 000	100 000
9.3.7	Ensemble fosse septiques 40 usagers et puits d'infiltration y compris toutes sujétions	u	1	2 200 000	2 200 000
9.4	<u>EVACUATION DES EAUX PLUVIALES</u>				
9.4.1	Conduite de descente d'eau pluviale PVC DN 160, y compris coudes, pièces de fixation et toute outre sujétion	m	90,00	3 000	270 000
	<b>TOTAL PLOMBERIE SANITAIRES</b>				<b>7 215 000</b>

<b>10</b>	<b>ELECTRICITE - CLIMATISATION</b>				
	Fourniture et installation d'un ascenseur pouvant prendre huit(8) personnes	U	1	50000000	<b>50 000 000</b>
	Abonnement au réseau SONABEL pour 9 compteur y compris toutes autres sujétions	ens	9	200000	<b>1 800 000</b>
10.1	<u>ALIMENTATION GÉNÉRALE</u>				
10.1.1	Liaison TGBT - Tableau Divisionnaire Boutique par câble U1000 R02V Cu 4x10 mm <sup>2</sup> , y compris Ouverture et fermeture de tranchée bussé en PVC de 100, grillage avertisseur rouge, regards de tirage et toutes sujétions de pose pour alimentation générale.	m	160,00	5 000	800 000
10.1.2	Fourniture et pose de coffret apparent de répartition et de protection conforme au descriptif y compris câble d'alimentation	ENS	1	200 000	200 000
10.1.3	Ensemble fourreautage, fileries, boîtes de dérivation et toutes autres sujétions	ENS	1	50 000	50 000
10.1.4	Ensemble goulottes deux compartiments, coudes, bouchons autres pièces de assemblage et toutes autres sujétions	m	84	2 000	168 000
10.2	<u>MISE A LA TERRE</u>				
10.2.1	Mise à la terre par boucle à fond de fouilles avec câblette de 29 mm <sup>2</sup> et toutes sujétions de pose	m	120,00	3 000	360 000
10.3	<u>APPAREILLAGE</u>				
10.3.3	Fourniture et pose d'interrupteur simple allumage Mosaïc 45 de Legrand	u	30	5 000	150 000
10.3.5	Fourniture et pose d'interrupteur va-et-vient étanche plexo de Legrand	u	42	6 000	252 000
10.3.7	Fourniture et pose d'interrupteur double va-et-vient Mosaïc 45 de Legrand	u	8	5 000	40 000
10.3.9	Fourniture et pose de prise de courant 2P+T 16A-230V Mosaïc 45 de Legrand, encastré	u	78	13 000	1 014 000
10.3.10	Fourniture et pose de prise de courant 2P+T 16A-230V étanche plexo de Legrand	u	10	14 000	140 000
10.4	<u>ECLAIRAGE</u>				
10.4.1	Fourniture et pose luminaire encastré TBS 330 4xTL-D18W de Philips	u	36	20 000	720 000
10.4.2	Fourniture et pose de réglette simple 120 à grilleD60W de Philips	u	99	22 500	2 227 500
10.4.2	Fourniture et pose de réglette simple TMS012 1xTL-D36W de Philips	u	12	22 500	270 000
10.4.4	Fourniture et pose de réglette simple étanche TMS012 1xTL-D36W de Philips	u	6	25 000	150 000
10.5	<u>VENTILATION</u>				
10.5.1	Fourniture et pose de brasseur d'air type PANASONIC (y compris rhéostat)	u	38	35 000	1 330 000
10.6	<u>CLIMATISATION</u>				

10.6.1	Fourniture et pose de climatiseur Split system 1,5 CV type mural de LG + tuyauterie + dismatic 20A +accessoires de pose et évacuation condensat	u	10	250 000	2 500 000
10.6.1	Fourniture et pose de climatiseur Split system 2 CV type mural de LG + tuyauterie + dismatic 20A +accessoires de pose et évacuation condensat	u	8	350 000	2 800 000
10.6.1	Fourniture et pose de climatiseur Split system 3 CV type mural de LG + tuyauterie + dismatic 20A +accessoires de pose et évacuation condensat	u	10	500 000	5 000 000
	<b>TOTAL ELECTRICITE - CLIMATISATION</b>				<b>69 971 500</b>
11	<b>TELEPHONIE- INFORMATIQUE/ PROTECTION INCENDIE</b>				
11.1	<u>TELEPHONE - INFORMATIQUE</u>				
	Fourniture et pose de fourreaux et cablage nécessaires à la mise en route du réseau courant fort et faible	ens	1	5 000 000	5 000 000
11.1.1	Fourniture et pose de tube ICT diamètre 25	m	150,00	2 500	375 000
11.1.2	Fourniture et pose de câble UTP 4 paires cat 6	m	300,00	2 000	600 000
	Fourniture et pose de prise telephone Mosaïc 45 de Legrand	u	14	6 000	84 000
11.1.3	Fourniture et pose de prise informatique RJ45 Mosaïc 45 de Legrand	u	16	6 000	96 000
	<b>TOTAL TELEPHONE - INFORMATIQUE</b>				<b>6 155 000</b>
11.2	<u>PROTECTION INCENDIE</u>				
11.2.5	Fourniture et pose d'extincteur à eau pulvérisée de 6 litres	u	14	20 000	280 000
11.2.6	Fourniture et pose d'extincteur au dioxyde de carbone de 5 kg	u	9	113 000	1 017 000
	<b>TOTAL PROTECTION INCENDIE</b>				<b>1 297 000</b>
	<b>TOTAL TELEPHONIE- INFORMATIQUE- PROTECTION INCENDIE</b>				<b>7 452 000</b>
III	<b>TOTAL LOT TECHNIQUE</b>				<b>84 638 500</b>
	<b>TOTAL GENERAL HT</b>				<b>339 402 287</b>
	Controle de la qualite et de la mise en oeuvre des materiaux - Controle pour la normalisation des risques pour l'obtention de la garantie decennale (5%)	Ft			
	<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>339 402 287</b>
	<b>TOTAL GENERAL TTC</b>				<b>400 494 698</b>

# ANNEXE III

