

ETUDE D'INGENIERIE D'UN BATIMENT R+4 AVEC SOUS-SOL A USAGE POLYVALENT POUR LE COMPTE DU FOYER DE CHARITE

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DE
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : **BATIMENT**

Présenté et soutenu publiquement le 26 Octobre 2015 par

Eva DAYAMBA

Travaux dirigés par :

Dr. Adamah MESSAN Enseignant chercheur à 2ie

M. Aubert MANTORO: Directeur du bureau d'étude ERCI

Jury d'évaluation du stage :

Président : **M. Angelbert BIAOU**

Membres et correcteurs : **M. Célestin OVONO MEZUI**

M. Décroly DJOUBISSIE DENOUWE

M. Aubert MANTORO

Promotion [2014/2015]

REMERCIEMENTS

Ce travail a été le fruit des efforts de plusieurs personnes, que nous tenons à remercier et à qui nous exprimons notre profonde gratitude.

M. Aubert MANTORO Directeur du bureau ERCI qui accepté nous accueillir au sein de sa structure et nous encadrer pour la réalisation de ce travail

M. Angelbert BIAOU chef du département Génie-civil et notre encadreur académique, pour sa disponibilité et ses conseils.

Dr Adamah MESSAN chef du laboratoire Eco matériau de construction à 2ie, qui nous a soutenu depuis le début du projet et nous a guidé dans les différentes étapes de réalisation de ce projet.

Nos remerciements à toute l'équipe enseignante de 2iE pour la formation reçue au cours de ces trois années.

Toute ma famille humaine et spirituelle et à toute la fondation de château neuf de Galaure pour le soutien moral, spirituel et matériel au cours de cette formation.

A nos camarades de promotion merci pour la collaboration et le partage

RESUME

L'objet de notre étude s'inscrit dans la stratégie de construction d'un bâtiment d'une nouvelle communauté d'accueil dans le diocèse de KORHOGO en Côte d'Ivoire.

Cette étude consiste à faire la conception du plan architectural et à dimensionner les éléments de la structure d'un bâtiment polyvalent R+4 avec sous-sol à usage parking.

Le bâtiment a une superficie de 650 m² avec une hauteur de 20,60m et est composé des lieux de prière, rencontre, restauration, repos et de stationnement.

Le NEUFERT nous a permis de suivre les règles de la conception, et pour le dimensionnement nous avons utilisé le logiciel ROBOT DDC ET MILLENIUM, en nous basant sur les règles et normes du béton armé : le BAEL 91 modifié 99, le DTU, le NF.

Le document décrit les détails de l'étude des éléments structuraux tels que : (poutre, poteau, semelle,...) La surface occupée par les semelles représente 33% de la surface du bâtiment, ce qui nous donne la possibilité de réaliser des semelles isolées. Après les calculs, nous avons obtenu des semelles isolées, des semelles jumelées, des semelles filantes sous voiles.

La poutre du PP51 du R+2 est poutre la plus chargée et elle supporte deux poteaux provenant de deux niveaux et a une section de 40x120 cm², nous avons obtenu les résultats en calcul manuelle et avec le logiciel ROBOT.

Pour une bonne exploitation du bâtiment et le confort des usagers nous avons fait l'étude sur l'électricité, l'assainissement, la sécurité incendie, et une étude d'impact environnementale.

Le coût total de l'ouvrage s'élève environ 600 millions de franc Cfa.

ABSTRACT

The objective of our study is in the interest of opening up a new welcoming community in the diocese of Korohgho, in Ivory Coast.

This project's study consists in coming up with an architectural plan of a multi-purpose building of the type R+4 with a parking lot at the basement.

The building has an Area of 650m² with a height of 20.6m and has compartments for ; the chapel, the conference room, the dining room, Guest rooms, and the parking lot.

We used the document « Neufert » in the conception of the plan, and for the measurements, ROBOT DDC ET MILLENIUM, basing on the Rules and Norms of béton armé : le BAEL91 modified 99, le DTU, le NF.

This document details out the study of the structural elements of the building such as beams, pillars and the sole. The place occupied by the sole represents 33% of the surface of the building, which gives us the possibility of coming up with the isolated soles. The measurements give us the isolated soles, the twin soles and the undivided soles under the sail.

The beams of PP51 and R+2 supports two pillars coming from two levels and has one section of 40x120 cm². We obtained this results manually and with the help of ROBOT programme.

For a better performance of the building and the comfort of the users Pour un bon fonctionnement du bâtiment et le confort des usagers, we have done a study of the electricity, water and sanitation, fire safety, and environmental security.

The total cost of the project stands at : Six hundred million Franc CFA (600,000,000 Million F CFA).

LISTE DES ABREVIATIONS

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

As : section d'acier

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites

d : hauteur utile.

DTU : Document Technique Unifié

e : épaisseur

ELS : Etat limite de service

ELU : Etat limite ultime

fcj : résistance caractéristique à la compression du béton âgé de j jours

FP : Fissuration Préjudiciable ;

FPP : Fissuration Peu Préjudiciable

ftj : résistance caractéristique à la traction du béton âgé de j jours

G : charge permanente.

h : hauteur

KN : kilo newton

Lf : Longueur de flambement

Lx : longueur maximale entre axes

M : moment de flexion le plus souvent.

MPa : Méga Pascal

Mser : moment de calcul à l'état limite de service.

Mu : moment à l'état limite ultime.

Q : surcharge d'exploitation.

R+1 : Rez-de-chaussée plus un niveau

RDC : Rez de chaussée

Table des matières

REMERCIEMENTS	<i>i</i>
RESUME	<i>ii</i>
ABSTRACT	<i>iii</i>
LISTE DES ABREVIATIONS	<i>iv</i>
SOMMAIRE	<i>v</i>
LISTE DES TABLEAUX	<i>vii</i>
LISTE DES FIGURES	<i>viii</i>
INTRODUCTION	<i>1</i>
I CONTEXTE GENERAL DU PROJET	<i>2</i>
PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE	<i>2</i>
I.1. DESCRIPTION DU PROJET	<i>2</i>
I.2. CONCEPTION DU PROJET	<i>3</i>
❖ Données du projet	<i>5</i>
I.3. OBJECTIFS DU PROJET	<i>5</i>
II DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	<i>6</i>
II.1. HYPOTHESE DE CALCUL	<i>6</i>
II.2. LES REGLES ET LES NORMES	<i>7</i>
II.3. LES CHARGES APPLIQUEES A L'OUVRAGE	<i>7</i>
II.4. MATERIELS ET METHODES DE TRAVAIL	<i>8</i>
II.4.1. METHODE DE CALCUL	<i>8</i>
II.5. RESULTATS	<i>9</i>
II.5.1. PRE-DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE STRUCTURE	<i>9</i>
❖ PRE-DIMENSIONNEMENT DE LA POUTRE ISOSTATIQUE	<i>11</i>
1) POTEAUX	<i>11</i>
II.6. DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE LA STRUCTURE	<i>15</i>
II.6.1. DIMENSIONNEMENT DE LA DALLE PLEINE	<i>15</i>
✓ Evaluation des charges unitaires par m2 de dalle	<i>15</i>
II.6.2. DIMENSIONNEMENT DU PLANCHER A CORPS CREUX	<i>19</i>
II.6.1. DIMENSIONNEMENT POUTRE HYPERSTATIQUE	<i>21</i>
II.6.2. POUTRE ISOSTATIQUE	<i>23</i>

Caractéristiques des matériaux.....	25
Sollicitations de flexion	26
II.6.3. DIMENSIONNEMENT DES POTEAUX.....	30
❖ LONGRINE	30
II.6.4. DIMENSIONNEMENT DE LA SEMELLE	32
❖ DIMENSIONNEMENT DE LA SEMELLE SOUS DEUX POTEAUX	33
II.6.5. DIMENSIONNEMENT DE L'ESCALIER.....	35
❖ DIMENSIONNEMENT DU VOILE DE LA CASE D'ASCENSEUR	38
<i>CH III : ASSAINISSEMENT DU BATIMENT.....</i>	<i>42</i>
Evacuation des eaux pluviales	44
DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX EXTERIEUR	45
IV.3 ECLAIRAGE DE REMPLACEMENT	48
Bilan de puissance	48
Distribution des Prises	50
V.1. GÉNÉRALITÉS	51
V.2. LA PRÉVENTION.....	51
Mesures de sécurité	51
Consignes de sécurité	51
V.3. LA PRÉVISION	51
Les moyens d'interventions de lutte contre l'incendie	52
<i>CH. VI DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF</i>	<i>54</i>
<i>CH:VII DEVIS DESCRIPTIF DES TRAVAUX.....</i>	<i>55</i>
VII.1. GENERALITES	55
<i>VII IMPACTE ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL.....</i>	<i>56</i>
ETUDE ENVIRONNEMENTAL	56
<i>CONCLUSION.....</i>	<i>57</i>
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	<i>58</i>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2: Programme de conception	4
Tableau 3: Hauteur sous plancher	4
Tableau 4: Normes utilisées	7
Tableau 5: valeur des charges propres (NF P 06-004)	8
Tableau 6: Charges d'exploitation (NF P 06-001).....	8
Tableau 7: Récapitulatif du pré-dimensionnement.....	13
Tableau 8: méthode de descente de charge	13
Tableau 9:Récapitulatif de la descente de charge.....	14
Tableau 10: Charge unitaire de dalle pleine	15
Tableau 11: Récapitulatif du dimensionnement dalle	17
Tableau 12: Armature de la dalle pleine.....	19
Tableau 13: Résultats des moments et section d'acier.....	20
Tableau 14: section d'armature transversale.....	20
Tableau 15: récapitulatif de section d'acier et espacement.....	21
Tableau 16: Répartition des charges linéaires	21
Tableau 17 : Récapitulatif des sollicitations.....	23
Tableau 18: Récapitulatif du dimensionnement	27
Tableau 19:Resultats du dimensionnement des armatures	28
Tableau 20: tableau comparatif des sections	30
Tableau 21: Récapitulatif des familles de poteau sous-sol.....	30
Tableau 22: Récapitulatif des semelles	35
Tableau 23: Diamètre minimal des appareils sanitaires	42
Tableau 24: Récapitulatif des équipements débit et diamètre	43
Tableau 25: répartition des appareils.....	49
Tableau 26 : bilan de puissance.....	49
Tableau 28: Récapitulatif du devis estimatif par niveau	54
Tableau 29 : Répartition des pièces.....	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1: plancher corps creux	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 : Dalle pleine	16
Figure 3: diagramme du moment fléchissant	22
Figure 4: diagramme de l'effort tranchant	23
<i>Figure 5: schéma de répartition des charges</i>	24
Figure 6: schéma mécanique de la poutre PP51	24
Figure 6: schéma mécanique de la poutre PP51	25
Figure 7: diagramme du moment fléchissant	27
Figure 8: plan de ferrailage de la poutre PP51	29
Figure 9: schéma mécanique de la longrine	31
Figure 10: Plan de ferrailage longrine	32
Figure 11: schéma mécanique de la semelle sous deux poteaux	33
Figure 12: plan de ferrailage de la semelle.....	34
Figure 13: schéma de chargement de la volée.....	36
Figure 15: Schéma du détail sous-sol	37
<i>Figure 16: Répartition d'éclairage</i>	50

INTRODUCTION

Les Foyers de Charité sont une œuvre internationale catholique qui participe à la nouvelle évangélisation par la prédication des retraites spirituelles et par la formation chrétienne; Ces Foyers sont ouverts à tous, croyants ou non. On compte aujourd'hui 98 Foyers de Charité repartis dans les cinq continents dont huit en Afrique de l'Ouest. C'est dans le souci d'aider les chrétiens à persévérer dans leur foi, que le diocèse de Korhogo a fait la demande d'autorisation pour ouvrir une nouvelle communauté de Foyer de Charité ; mais il se pose un problème d'espace pour la construction des bâtiments.

C'est en prenant en compte ce problème que nous, faisant partie du comité de construction de la Fondation, avons proposé de construire un bâtiment R+4 avec sous-sol. C'est en vue de répondre aux attentes de cette communauté que nous élaborons ce présent mémoire autour du thème suivant: **ETUDE D'INGENIERIE D'UN BATIMENT R+4 AVEC SOUS-SOL A USAGE POLYVALENT POUR LE COMPTE DU FOYER DE CHARITE.**

Cette étude consiste à fournir un avant-projet détaillé de l'ouvrage, c'est-à-dire la conception et le dimensionnement. Pour la conception architecturale, on a été guidé par le bureau Arch'MHD et pour l'étude d'ingénierie par le bureau d'étude technique ERCI.

Cette étude se résume aux points suivants :

- **Une étude architecturale**
- **Un dimensionnement des éléments de la structure**
- **Un dimensionnement du réseau d'assainissement et d'approvisionnement en eau potable**
- **Un dimensionnement du réseau électrique**
- **Une étude de sécurité et protection incendie**
- **Un devis quantitatif et estimatif**
- **Un devis descriptif**
- **Une étude d'impact environnemental et social**

PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE

Créé depuis 1991, E.R.C.I (*Études et Réalisations Civiles et Industrielles*) est un bureau d'études techniques en ingénierie exerçant dans les domaines du génie civil et de l'hydraulique. Ce sont entre autres :

- les travaux publics et le bâtiment
- l'alimentation en eau potable
- l'hydraulique villageoise et agricole

L'assainissement (réseaux d'évacuation eaux pluviales et eaux usées, épuration eaux usées)

I CONTEXTE GENERAL DU PROJET

I.1. DESCRIPTION DU PROJET

Localisation du site du projet

Le site choisi pour le foyer de charité est situé à quinze (15) Kilomètres de KORHOGO dans le village de LATAHA, facilement accessible et dans un environnement calme et reposant.

L'espace réservé pour ce projet de mille (1500) m²

Il est alimenté en eau par un forage et en énergie par l'électricité venant de la ville et géré jusqu'à présent par l'état.

Le choix de construire un bâtiment R+4 avec sous-sol est dû au manque d'espace. Ce bâtiment servira à accueillir des retraitants pour une semaine de prières, des temps de récollection et de formation. On accueillera du personnel des entreprises et des ONG pour des séminaires, ainsi que des personnes qui désirent y prendre un temps de repos. C'est pourquoi, il est nécessaire qu'il y ait des locaux pour l'hébergement et la restauration, des salles de conférence, des lieux de prière et de stationnement des véhicules.

Notre travail consiste à faire l'étude d'un bâtiment R+4 avec sous-sol, qui est une structure en ossature béton armé : cette ossature est déterminée par l'ingénieur et se compose de :

- **Dalle** : c'est un élément plan dont l'épaisseur est faible par rapport aux dimensions, notamment sa longueur et sa largeur. Nous avons des panneaux de dalle pleine et de dalle à corps creux.

- **Poutres** : ce sont des éléments horizontaux qui supportent la dalle et certains murs. Elles sont placées de telle sorte à garder des panneaux de dalle homogène et à obtenir des portées limitées.

- **Poteaux** : ce sont des éléments verticaux qui prennent naissance depuis la fondation du bâtiment jusqu'au dernier plancher. Ils supportent la charge qui vient des poutres et des panneaux de dalle, tandis que les raidisseurs prennent naissance sur une poutre et s'arrêtent à un plancher donné. Comme leur nom l'indique, ils réduisent la distance des murs entre les poteaux.
- **Voiles** : ils jouent à peu près le même rôle que le poteau sauf que dans notre cas ils servent des murs de remplissage et supportent leur propre poids et les poussées de terre au sous-sol. Ils se reposent sur une semelle filante, alors que le poteau se repose sur une semelle isolée.
- **Les longrines** : ce sont des éléments qui sont coulés directement sur la fondation pour rehausser le niveau du bâtiment. Ils ont pour rôle de supporter les murs et de ceinturer tout le bâtiment. Des planchers (corps creux et dalle pleine) reposant sur un ensemble de poutres qui transmettent les charges aux poteaux qui à leur tour les transmettent aux fondations avec des murs de remplissage et des voiles au sous-sol.

I.2. CONCEPTION DU PROJET

Le programme de conception du projet élaboré par avance, nous a facilité le travail qui consiste à donner à chaque pièce une forme et l'espace convenable selon les normes (Neufert) pour une bonne exploitation.

Notre ouvrage est constitué comme suit:

- un sous-sol à usage de parking
- RDC, R+1 et R+2:

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

Tableau 1: Programme de conception

• RDC	• R+1	• R+2
Une salle d'accueil	Une grande salle de conférence de 144 places	Un restaurant de 100 places
Une librairie	Une petite salle de conférence de 40 places	Une cuisine
Une lingerie	Quatre bureaux	Une chambre froide et une plonge
Une petite chapelle	Un secrétariat	Une réserve
Un magasin	Une salle informatique	Un cafeteria de 35 places
et des toilettes	Un espace d'exposition	Un salon
	Et des toilettes	Et des toilettes

- Le **R+3 et R+4** sont identiques et ne comportent que des chambres.

Pour accéder à ces différents niveaux nous avons deux escaliers et un ascenseur qui assurent la liaison.

❖ **Les caractéristiques de l'ouvrage:**

Le bâtiment est fondé sur une surface au sol de **650 m²** avec **une longueur de 26 m et une largeur de 25 m.**

La hauteur sous plancher :

Tableau 2: Hauteur sous plancher

DESIGNATION	HAUTEUR (m)
Sous-sol	3,0
RDC	3,4
R+1	3,4
Salle de conférence	3,6
R+2	3,4
Salle à manger	3,6
R+3	3,0
R+4	3,0

(Voir coupe en annexe I)

❖ **Données du projet**

Pour l'étude de notre projet nous avons les données suivantes :

- La contrainte admissible du sol (els) est $\sigma_{ad} = 0,2 \text{ MPa}$
- La profondeur d'ancrage des semelles fixée à 1,2 m ;

I.3. OBJECTIFS DU PROJET

Ce projet a pour but de faire l'étude détaillée du bâtiment R+4 avec sous-sol. Cela consiste à faire :

- **La conception architecturale** : les plans côtés, les plans aménagés, les façades et les coupes.
- **L'étude d'ingénierie du projet** : il s'agit du dimensionnement des éléments de la structure pour faire ressortir les plans de fondation et de coffrage.
- **Cout du projet**

II DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

II.1. HYPOTHESE DE CALCUL

II.1.1. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX

BETON

- Résistance caractéristique à la compression : $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$;
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures : $\theta = 1$;
- Plus de la moitié des charges sont appliquées après 90 jours : $\beta = 1$;
- Coefficient de sécurité : $\gamma_b = 1,5$.

ACIERS

- Haute adhérence de nuance Fe E 400 ;
- Coefficient de sécurité : $\gamma = 1,15$;
- Module de YOUNG : $E = 200\,000$;
- Coefficient de fissuration = 1,6.

ETAT DE FISSURATION

Le milieu sera supposé non agressif avec une fissuration peu préjudiciable sur l'ensemble de l'ouvrage sauf au niveau de l'infrastructure (semelles, voile au sous-sol et longrines) où elle est préjudiciable.

Autres caractéristiques des matériaux qui interviennent dans les calculs :

- Pour le béton

- **Résistance caractéristique à la traction**

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{c28} \rightarrow f_{t28} = 2,4 \text{ MPa} .$$

- **Contrainte limite à la compression à l'ELU**

$$f_{bu} = \frac{0,85 * f_{c28}}{\theta * \gamma_b} \rightarrow f_{bu} = 17 \text{ MPa}$$

- **Contrainte limite à la compression à l'ELS**

$$\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 * f_{c28} \rightarrow \overline{\sigma}_{bc} = 18 \text{ MPa}$$

- **Contrainte limite de cisaillement**

$$\tau_{lim} = \min \left(\frac{0,2 * f_{c28}}{\gamma_b} ; 5 \text{ MPa} \right) \rightarrow \tau_{lim} = 4 \text{ MPa (A51211)}$$

- **Module de déformation longitudinale instantanée et différée à 28 jours**

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

$$E_{i28} = 11000 * f_{c28}^{\frac{1}{3}} \rightarrow E_{i28} = 32164,20 \text{ MPa}$$

$$E_{v28} = 3700 * f_{c28}^{\frac{1}{3}} \rightarrow E_{v28} = 10818,86 \text{ MPa}$$

La valeur de ces modules intervient dans le calcul des flèches et des effets dû au retrait.

- **Module de déformation transversale**

La déformation transversale se traduit par le coefficient de poisson $\nu = \frac{\text{déformation transversale}}{\text{déformation longitudinale}}$

Sauf cas particulier, ce coefficient sera pris égal à $\begin{cases} 0 \text{ à l'ELU} \\ 0,2 \text{ à l'ELS} \end{cases}$

- **Pour l'acier**

- **Contrainte de traction limite à l'ELU**

- $f_{su} = \frac{f_c}{\gamma_s} \rightarrow f_{su} = 347,83 \text{ MPa}$

- **Contrainte de traction limite à l'ELS (en FP)**

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e; \max \left(\frac{f_e}{2}; 110 \sqrt{\eta * f_{t28}} \right) \right\} \rightarrow \bar{\sigma}_{st} = 201,63 \text{ MPA}$$

II.2. LES REGLES ET LES NORMES

Tableau 3: Normes utilisées

N°	DESIGNATION	REGLE DE CALCUL
1	Béton armé	BAEL 91 modifié 99
2	Maçonnerie	DTU 20.1
3	Fondations	DTU 13.11 et 13.12
4	Charges permanentes	NF P 06-004
5	Charges d'exploitation	NF P 06-001
6	Comportement au feu	Règles de calcul FB
7	Voile	RPA99 v2003

II.3. LES CHARGES APPLIQUEES A L'OUVRAGE

Nous avons dans les tableaux ci-dessous les valeurs des charges propres et des charges d'exploitation.

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

Tableau 4: valeur des charges propres (NF P 06-004)

N°	DESIGNATION	VALEURS
1	Béton armé	25 kN/m ³
2	Agglomérés creux de 15x20x40 enduit sur deux faces	
3	Agglomérés creux de 15x20x40 enduit sur deux faces	2,08 kN/m ²
4	Agglomérés creux de 10x20x40 enduit sur deux faces	1,66 kN/m ²
5	Carreaux de sol Grés Cérame (1Cm)	0,22 kN/m ²
6	Carreaux muraux grés cérame mince (faïence)	0,15 kN/m ²
7	Forme de pente en béton de gravillons maigres (5cm)	0,90 kN/m ²
8	Chape au mortier de ciment (3cm)	0,66 kN/m ²
9	Revêtement d'étanchéité multicouche (2cm)	0,12 kN/m ²
10	plancher corps creux	2,85kN/m ²
11	Garde de corps	0,20 kN/ml
Ces charges seront pondérées aux états limites ultimes		

VALEUR DES CHARGES D'EXPLOITATION

Tableau 5: Charges d'exploitation (NF P 06-001)

N°	DESIGNATION	VALEURS
1	Salle de conférence	5 KN/m ²
2	Zone de stockage	3.5 KN/m ²
3	Hall de réception	2.5 KN/m ²
4	Balcon	3.5 KN/m ²
5	Chambre	1.5 KN/m
6	Escalier	4 KN/m ²
7	Toilettes	1,5 kN/m ²
8	Terrasses accessibles	1,5 kN/m ²
9	Local Technique	3,5 kN/m ²
10	Parc de stationnement de véhicules PTAC <= 30 KN	2,5 kN/m ²
11	Bureaux, salles d'ordinateurs	2,5 kN/m ²
Ces charges seront pondérées aux états limites ultimes		

II.4. MATERIELS ET METHODES DE TRAVAIL

II.4.1. METHODE DE CALCUL

Nous avons procédé dans un premier temps à la conception de l'ouvrage avec le logiciel archiCAD 16 en fonction du programme établi, ensuite le dimensionnement de la structure en modélisant avec le logiciel ROBOT DDC et le ROBOT MILLENIUM, suivi de la vérification des résultats de quelques éléments par des calculs manuels.

Pour atteindre l'objectif de notre étude, après avoir fait la description du projet et donné les hypothèses et les normes à adopter, nous sommes passés aux pré-dimensionnement et dimensionnement de l'ossature du bâtiment.

Enfin nous ferons les dimensionnements des réseaux électriques, l'assainissement, une étude de sécurité et protection incendie, les devis quantitatif et estimatif et pour finir, une étude d'impact environnemental et social pour mieux assurer le fonctionnement de l'ouvrage.

II.5. RESULTATS

II.5.1. PRE-DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE STRUCTURE

Pré-dimensionner consiste à déterminer les sections du béton des éléments à dimensionner.

Dalles pleines

La dalle pleine sera coulée dans les locaux à grande surface (**salle de conférence, restaurant, chapelle**) pour assurer la rigidité et la sécurité de l'ouvrage. L'étude se fera sur le panneau le plus chargé, celui du plancher haut de la salle de conférence au R+1.

Calcul du paramètre α .

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,00}{8,6} = 0,46 \geq 0,4 \implies \text{la dalle porte dans deux sens}$$

Calcul de l'épaisseur e_o

$$\text{Condition : } e_o \geq \frac{l_x}{40} \text{ avec } l_x = 4,00m; e_o \geq \frac{400}{40}; e_o \geq 0,10m$$

Nous adoptons comme épaisseur de la dalle pleine $e_o = \mathbf{16cm}$

Plancher à corps creux

Le plancher à corps creux étudié est celui de la lingerie du RDC.

Notre plancher à corps creux à de dimension 4m x 4m

Soit

L : la portée maximale entre nus d'appuis du plus grand panneau.

h : la hauteur totale du plancher.

Pour déterminer l'épaisseur h de la dalle (formule du BAEL)

$$h \geq \frac{L}{22,5} \Rightarrow \frac{4}{22,5} \quad h \geq 0,177$$

Nous aurons donc un plancher de **20 cm** constitué de **16 cm** de corps creux et **4 cm** de dalle de compression.

Poutre hyperstatique

Notre poutre hyperstatique est la poutre P6 du R+3.

Formules de pré-dimensionnement.
$$\begin{cases} \frac{L}{20} \leq h \leq \frac{L}{16} \\ 0,3h \leq h \leq 0,6h \end{cases} ;$$

Le pré-dimensionnement se fera en considérant la poutre contenant la plus grande travée et la section obtenue sera appliquée aux autres poutres continues.

Nous considérerons la poutre à 4 travées avec 3,40 m comme la plus grande mesure.

$$\frac{3,40}{20} \leq h \leq \frac{3,40}{16} \Rightarrow 0,17 \leq h \leq 0,212$$

Prenons $h = 0,4 \text{ m}$. Alors on aura :

$$0,3 * 0,4 \leq b \leq 0,5 * 0,4 \Rightarrow 0,12 \leq b \leq 0,20$$

Prenons $b = 0,2 \text{ m}$.

Section adoptée : $S = 20 \times 40 \text{ cm}^2$

❖ **PRE-DIMENSIONNEMENT DE LA POUTRE ISOSTATIQUE**

$$\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \Rightarrow \frac{8,60}{15} \leq h \leq \frac{8,60}{10} \Rightarrow 0,58 \leq h \leq 0,860$$

Prenons : **$h = 0,80 \text{ m}$** .

$$0,3h \leq b \leq 0,5h \rightarrow 0,24 \leq b \leq 0,40$$

Prenons : **$b = 0,4 \text{ m}$** . **Section adoptée : $40 \times 80 \text{ cm}^2$**

1) POTEAUX

$$\lambda = \frac{l_f}{i} \text{ avec } \begin{cases} i = \frac{a}{\sqrt{12}}, \text{ pour les poteaux rectangulaires.} \\ i = \frac{\emptyset}{4}, \text{ pour les poteaux circulaires de diamètre.} \end{cases}$$

$$\text{Ainsi } \lambda = \begin{cases} \frac{\sqrt{12} * l_f}{a} ; \text{ poteaux rectangulaires} \\ \frac{4 * l_f}{\emptyset} ; \text{ poteaux circulaires} \end{cases}$$

En termes d'élanement, l'idéal est d'avoir $\lambda \leq 35$. Pour cela on a : $\begin{cases} a \geq \frac{\sqrt{12} * l_f}{35} \\ \emptyset \geq \frac{4 * l_f}{35} \end{cases}$

Nos poteaux étant à leurs extrémités soit encastres dans la fondation soit assemblés à des poutres de plancher, nous adoptons :

$$l_f = 0,7 * l_0 \quad , \quad l_0 \text{ etant la longueur libre des poteaux}$$

On obtient :

- Pour les poteaux rectangulaires

$$a \geq \frac{\sqrt{12} * 0,7 * l_0}{35} \rightarrow \begin{cases} a \geq 0,24 \text{ m} \text{ pour } l_0 = 3,40 \text{ m} \\ a \geq 0,22 \text{ m} \text{ pour } l_0 = 3,2 \text{ m} \end{cases}$$

- Pour les poteaux circulaires

$$\phi \geq \frac{4 * 0,7 * l_0}{35} \rightarrow \begin{cases} \phi \geq 0,27 \text{ m} & \text{pour } l_0 = 3,40 \text{ m} \\ \phi \geq 0,25 \text{ m} & \text{pour } l_0 = 6,80 \text{ m} \end{cases}$$

Nous optons donc pour :

- ✓ Des sections en **T** de **40 x 35 cm²** pour tous les poteaux de 3,40 m de hauteur.
- ✓ Des sections carrées de **30 x 30 cm²** et **20 x 20 cm²** pour les poteaux de 3,40 m et 3,2m de hauteur.
- ✓ Des sections circulaires de diamètre **φ30cm pour les poteaux du patio et terrasse avant, 50cm** pour les poteaux circulaires de hauteur 3,4 m au rez-de-chaussée et sous-sol de la terrasse.

2) VOILES

Le pré-dimensionnement consiste à déterminer l'épaisseur du voile de la cage de l'ascenseur.

D'après la norme **RPA99 v2003** :

- ✓ Epaisseur ≥ 15 cm.
- ✓ Les armatures sont constituées de deux nappes.
- ✓ Le pourcentage minimum des armatures est de 0.10 % dans les deux sens (horizontal et vertical).
- ✓ Un recouvrement de 40ϕ pour les renforcements des angles.

L'épaisseur du voile est calculé en fonction de la hauteur libre d'étage h_e et des conditions de rigidité aux extrémités. On a donc :

$$h_e = 3,20 - 0,30 = 2,90 \text{ m} \rightarrow a \geq \frac{2,90}{20} = 14,5 \text{ cm}; \text{ soit } a = 15 \text{ cm}$$

Nous avons dans le tableau ci-dessous les sections des éléments pré-dimensionnés.

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

Tableau 6: Récapitulatif du pré-dimensionnement

ELEMENTS PREDIMENSIONNES	SECTION DES ELEMENTS	
	LARGEUR (b) / EPAISSEUR	HAUTEUR(h)
DALLE PLEINE	16	
DALLE CORPS CREUX	16+4	
DALLAGE	15	
VOILE ASCENSEUR	15	
POUTRES PLANCHER HAUT R+2	40	80
	30	50
POUTRES PLANCHER HAUT R+3 et R+4	20	40

II.5.2. RESULTATS DE DESCENTE DES CHARGES

La descente des charges consiste à déterminer les charges appliquées à chaque partie constituant l'ossature du bâtiment afin d'obtenir les sollicitations.

Nous avons **les charges permanentes** qui sont les poids volumiques des différents matériaux utilisés dans la mise en œuvre de l'ouvrage suivant la norme NF P 06-004.

Les charges d'exploitation sont les charges résultantes de l'usage des locaux. Elles sont définies par m² de surface selon la norme NF P 001 et permettent une augmentation des charges pour une surface de 0 à 15 m² et une dégression de 15 m² à 50 m².

Méthode de descente de charge

Tableau 7: méthode de descente de charge

Niveau	Nature	Eléments considérés	Densité	Total
			kN/m ²	kN/m ²
Toiture terrasse	Permanente	Etanchéité multicouche	0,12	1,81
		Forme de pente de 8 cm	1,6	
		Faux plafond (staffe)	0,09	
	Variable	Exploitation	1,5	1,5
Plancher Haut sous- sol à R+3	Permanente	Carrelage plus mortier de pose	0,6	1,69
		Faux plafond en plâtre	0,09	
		Cloisonnement	1	
	Variable	Exploitation	2,5	2,5

Les poids propre des planchers et dalle à ajouter aux charges permanentes :

- **2,85 kN/m²** pour les dalles à corps creux 16+4 ;
- **5 kN/m²** pour les dalles pleines de 16 cm.
- Le mur est de 1,3 kN/m²

Pour cette opération, nous avons procédé d'abord à la descente des charges manuelles et ensuite avec le logiciel ROBOT DDC.

Nous avons effectué la descente des charges manuellement sur un poteau qui a une surface d'influence importante et supporte des poutres de grande hauteur suivant l'ordre chronologique c'est-à-dire : dalle, poutres, poteaux. La résultante des charges provenant de cette surface est appliquée à la tête du poteau sous forme de charges ponctuelles.

Avec le logiciel ROBOT DDC nous avons obtenu la descente des charges sur tous les poteaux. Enfin nous avons fait une comparaison des résultats de la descente des charges manuelle et du logiciel sur le même poteau.

❖ CONCLUSION DE LA DESCENTE DES CHARGES

Nous constatons que le résultat obtenu par le logiciel est légèrement supérieur au résultat obtenu manuellement, ainsi nous utiliserons la plus grande valeur pour nos dimensionnements.

Tableau 8:Récapitulatif de la descente de charge

Désignation	Manuel	Logiciel
Charge permanente G (kN)	1150,8	1210,5
Charge d'exploitation Q (kN)	549,90	565

(Voir détails descente de charge en annexe)

II.6. DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE LA STRUCTURE

II.6.1. DIMENSIONNEMENT DE LA DALLE PLEINE

✓ **Evaluation des charges unitaires par m² de dalle**

Le tableau suivant présente le calcul des charges unitaires par m² de dalle.

Calcul des charges unitaires par m² de dalle

Tableau 9: Charge unitaire de dalle pleine

Désignation	G (kN/m ²)	Q (kN/m ²)
➤ Charges permanentes		
- Dalle pleine (25KN/m ³) 0,16 × 25 =	4,00	
- Revêtement carreau (0,6KN/m ²) 1,0 × 0,6 =	0,60	
- Faux plafond 1,0 × 0,6 =	0,60	
➤ Charges d'exploitation 1,0 × 5 =		5
Total	5,20	5

Combinaisons des charges à l'ELU

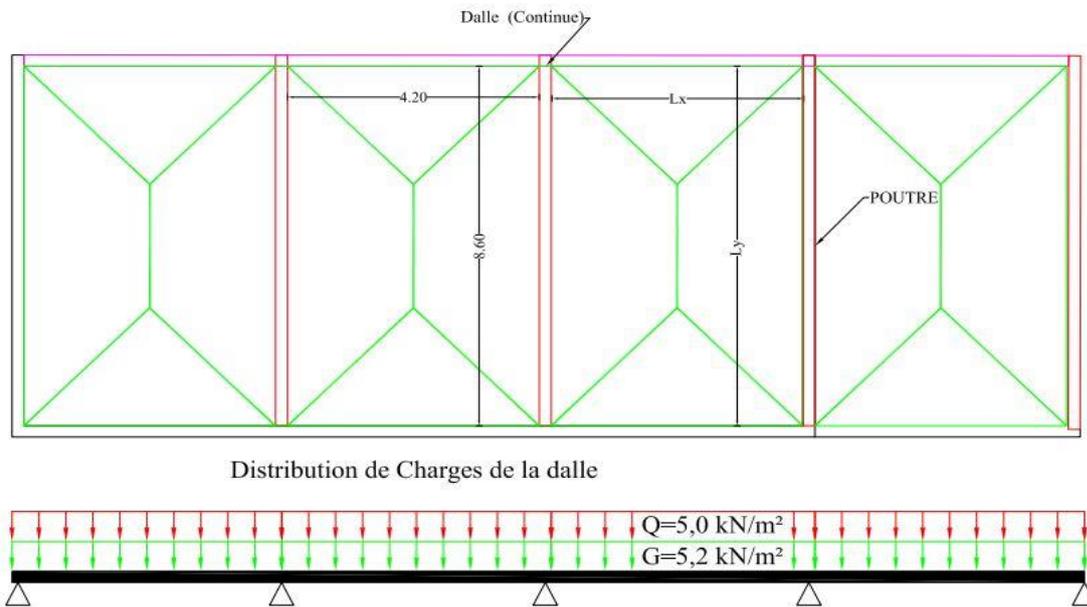
$$Pu = 1,35G + 1,5Q \Rightarrow Pu = 14,520 \text{ KN/m}^2$$

Combinaisons des charges à l'ELS

$$Pser = G + Q \Rightarrow Pser = 10,200 \text{ KN/m}^2$$

Comme hypothèse nous calculerons la dalle comme une dalle continue dans les deux.

Sens $lx = 4,00 \text{ m}$ et $ly = 8,60 \text{ m}$



Distribution de Charges de la dalle

Schéma mécanique de la dalle

Figure 1 : Dalle pleine

➤ **Calcul du paramètre α .**

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,00}{8,6} = 0,47 \geq 0,4 \Rightarrow \text{la dalle porte dans deux sens}$$

➤ **Calcul de $\mu_x = \frac{1}{8(1+2,4.\alpha^3)} = 0,101$**

➤ **Calcul de $\mu_y = \alpha^3(1,9 - 0,9.\alpha) = 0,250$**

✓ **Calcul des moments de flexion M_{oxu} , M_{oyu} pour les bandes de largeur unité**

$$M_{oxu} = \mu_{xu} * P_U * l_x^2 \Rightarrow M_{oxu} = 23,39 \text{ KN/m}$$

$$M_{oyu} = \mu_{yu} * M_{oxu} \Rightarrow M_{oyu} = 5,85 \text{ KN/m}$$

Moment dans la dalle partiellement encastrée

➤ **Bande de largeur 1m parallèle à l_x**

$$M_{tx} = 0,75 * M_{oxu} \Rightarrow M_{tx} = 17,54 \text{ kN/m}$$

$$M_{apx} = 0,5 * M_{oxu} \Rightarrow M_{apx} = 11,70 \text{ kN/m}$$

➤ **Bande de largeur 1m parallèle à l_y**

$$M_{tx} = 0,75 * M_{oyu} \Rightarrow M_{oyu} = 4,39kN/m$$

Valeur minimale à respecter

- **En travée** (q répartie) : $M_{ty} \geq \frac{M_{tx}}{4} \Rightarrow M_{ty} = 4,39kN/m$
- **Sur appui** : $M_{apy} = M_{apx} \Rightarrow M_{apy} = 11,70kN/m$

➤ **Condition de non fragilité et section minimale d'armature**

$$f_e = 400 \Rightarrow \rho_o = 0,0008$$

✓ Section minimale dans le sens de x : $\rho_x = \rho_o * \frac{(3-\alpha)}{2} b * h_o$
 $\rho_x = 1,62 \text{ cm}^2/m$

✓ Section minimale dans les sens de y : $\rho_y = \rho_o * b * h_o$
 $\rho_y = 1,28 \text{ cm}^2/m$

Tableau 10: Récapitulatif du dimensionnement dalle

Section d'acier (sens de l_x)	Section d'acier (sens de l_y)
<p>Données : $M_{tx} = 0,01754 \text{ MN.m}$ $B_o = 1,00m$ $h_o = 0,16m \quad d = 0,9x h_o ; d = 0,14m$</p> $\mu_u = \frac{M_{uy}}{bxd^2x f_{bu}} \Rightarrow \mu_u = \mathbf{0,050}$ <p>$\mu_u < \mu_{AB} = 0,186 \Rightarrow \mathbf{PIVOT A}$</p> <p>Pas d'acier comprimé</p> <p>✓ $\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times \mu_u})$ $\alpha_u = \mathbf{0,064}$</p> <p>✓ $Z_u = d (1 - 0,4\alpha_u)$ $Z_u = \mathbf{0,140m}$</p> <p>✓ $A_{st} = \frac{Mu}{Z_u \times f_{su}}$ $A_{st} = \mathbf{3,59 \text{ cm}^2/m}$ Chois: 6 HA 10 = 3,93cm²/m</p>	<p>$M_{ty} = 0,00439 \text{ MN.m}$</p> $\mu_u = \frac{M_{uy}}{bxd^2x f_{bu}} \Rightarrow \mu_u = \mathbf{0,0120}$ <p>$\mu_u < \mu_{AB} = 0,186 \Rightarrow \mathbf{PIVOT A}$</p> <p>Pas d'acier comprimé</p> <p>✓ $\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times \mu_u})$ $\alpha_u = \mathbf{0,016}$</p> <p>✓ $Z_u = d (1 - 0,4\alpha_u)$ $Z_u = \mathbf{0,143m}$</p> <p>$A_{st} = \frac{Mu}{Z_u \times f_{su}}$ $A_{st} = \mathbf{2,88 \text{ cm}^2/m}$ Chois: 6 HA 8 = 3,02cm²/m</p>

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

<p>Espacement = 20 cm ACIER SUR APPUI (sens lx)</p> <p>Données : $M_{tx} = 0,01170 \text{ MN.m}$ $B_o = 1,00\text{m}$ $h_o = 0,15\text{m}$ $d = 0,9x h_o$; $d = 0,14\text{m}$</p> $\mu_u = \frac{M_{u_y}}{b x d^2 x f_{bu}} \Rightarrow \mu_u = \mathbf{0,0330}$ <p align="center">$\mu_u < \mu_{AB} = \mathbf{0,186} \Rightarrow \text{PIVOT A}$</p> <p>Pas d'acier comprimé</p> $\checkmark \alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times \mu_u})$ <p align="center">$\alpha_u = \mathbf{0,064}$</p> $\checkmark Z_u = d (1 - 0,4\alpha_u)$ <p>$Z_u = 0,140\text{m}$</p> $A_{st} = \frac{M_u}{Z_u x f_{su}}$ <p>$A_{st} = 2,40 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>Choix : 5 HA 8 = 2,50cm²/m</p> <p>Espacements = 20 cm</p>	<p align="center">Espacements = 20 cm</p> <p>ACIER SUR APPUI (sens ly)</p> $\mu_u = \frac{M_{u_y}}{b x d^2 x f_{bu}} \Rightarrow \mu_u = \mathbf{0,0330}$ <p align="center">$\mu_u < \mu_{AB} = \mathbf{0,186} \Rightarrow \text{PIVOT A}$</p> <p>Pas d'acier comprimé</p> $\checkmark \alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times \mu_u})$ <p align="center">$\alpha_u = \mathbf{0,064}$</p> $\checkmark Z_u = d (1 - 0,4\alpha_u)$ <p>$Z_u = 0,140\text{m}$</p> $A_{st} = \frac{M_u}{Z_u x f_{su}}$ <p>$A_{st} = 2,40 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>Choix: 5 HA 8 = 2,50cm²/m</p> <p>Espacements = 20 cm</p>
---	---

Tableau 11: Armature de la dalle pleine

Sens	Points	As calculé (cm ² /m)	As min (cm ² /m)	choix	St (cm)
suivant X	Travée	3,93	1,64	6HA10	20
	appui	3,93	1,64	6HA10	20
suivant Y	Travée	3,02	1,28	6HA8	20
	appui	3,02	1,28	6HA8	20
suivant X	Travée	3,93	1,64	6HA10	20
	appui	3,93	1,64	6HA10	20
suivant Y	Travée	3,02	1,28	6HA8	20
	appui	3,02	1,28	6HA8	20
Cavaliers	5HA8/m2				

II.6.2. DIMENSIONNEMENT DU PLANCHER A CORPS CREUX

Pour le dimensionnement du plancher à corps creux, nous choisissons des hourdis de 40cm en répartissant les nervures en trois groupes en fonction de leur portée, afin d'avoir une bonne résistance et d'économiser en dimensionnement des armatures.

Nous avons : Groupe A : $L \leq 2,00m$; Groupe B : $2,00m < L \leq 4,00 m$.

- Caractéristiques géométriques des nervures

Nous choisissons des nervures dont la largeur de la poutrelle est $b_0 = 12$ cm, épaisseur du plancher = $h = 20$ cm et la distance entre axe des poutrelles $L = 50$ cm.

Ces poutrelles seront dimensionnées comme des poutres isostatiques de section 12×20 cm².

- Chargement des poutrelles

Charge permanentes : $G = 4,54 * 0,5 \Rightarrow G = 2,24$ kN/m ;

Charge d'exploitation : $Q = 2,5 * 0,5 \Rightarrow Q = 1,25$ kN/m ;

Combinaisons d'action

A l'ELU : $P_u = 4,90$ kN/m A l'ELS: $P_{ser} = 3,49$ kN/m

- Calcul des sollicitations et sections d'acier.

Le moment en travée vaut : $M_0 = \frac{Pl^2}{8}$

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

Le moment sur appuis vaut : $M_a = 0,15 * M_o$

La section d'acier minimale vaut : $A_{Smin} = 0,23 * b * d * \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,13 \text{ cm}^2$

Tableau 12: Résultats des moments et section d'acier

Désignation	Groupe A		Groupe B	
Porté (m)	$L \leq 2$		$2 < L \leq 4$	
Point	Appuis	Travée	Appuis	Travée
Mu (kN.m)	0,37	2,45	1,47	9,8
Mser (kN.m)	0,263	1,75	1,047	6,98
Ast (cm ²)	0,1	0,73	0,33	2,46
Asc (cm ²)	-	-	-	-
Asmin (cm ²)	0,26	0,26	0,26	0,26
Choix	1HA6	3HA6	1HA8	3HA12
Choix :Asc				

- Armatures transversales

Selon le BAEL91 (A813) on a $\left\{ \begin{array}{l} \phi_t = \frac{\phi_l}{3} \\ S_t \leq \inf(40cm; 15 * \phi_l; h + 10) \end{array} \right.$

Ainsi nous avons dans le tableau ci-dessous la section d'armature

Tableau 13: section d'armature transversale

Désignation	Groupe a	Groupe B
Acier	HA6	HA6
St (cm)	12	18

- Armatures de la dalle de compression

Notre dalle de compression sera armée en aciers HA6 et HA 8 avec un quadrillage selon l'article A.8.2.4. du BAEL 91 de 20cm x 25cm

- **20 cm** pour les armatures perpendiculaires aux poutrelles.

- **25 cm** pour les armatures parallèles aux poutrelles.

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

Quant aux sections des aciers, elles sont données par :

Armatures parallèles aux poutrelles

$$A_{\text{parallèle}} = \frac{4 * L}{f_e} \text{ (cm}^2\text{/m)} ; L = \text{distance entre axe de nervures}$$

Armatures perpendiculaires aux poutrelles

$$A_{\text{perpendi}} = \frac{A}{2} \text{ (cm}^2\text{/m)} ;$$

Tableau 14: récapitulatif de section d'acier et espacement

Sens	As (cm2/m)	choix	Espacement
Parallèle	0,6	HA8	20
Perpendiculaire	0,3	HA6	30

II.6.1. DIMENSIONNEMENT POUTRE HYPERSTATIQUE

Charges reprises par la poutre la poutre

$$\begin{cases} G = 12,5 \text{ kN/m} \\ Q = 6,12 \text{ kN/m} \end{cases}$$

Combinaisons d'action

$$1,35G + 1,5Q = 1,35 \times 12,5 + 1,5 \times 6,12$$

Tableau 15: Répartition des charges linéaires

DESIGNATION	G (kN/m)	Q (kN/m)	Pu (kN/m)	Pser (kN/m)
Travée 1-2	13,75	6,06	27,65	19,81
Travée 2-3	13,75	6,06	27,65	19,81
Travée 3-4	13,75	6,06	27,65	19,81
Travée 4-5	13,75	6,06	27,65	19,81

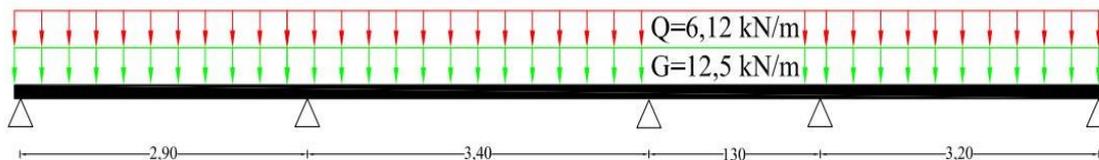


Schéma mécanique

✓ Choix de la méthode de calcul

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

La méthode forfaitaire n'est applicable que si : $Q < \inf(2G; 5kN/m^2)$ et $0,8 \leq$

$$\frac{L_i}{L_{i+1}} \leq 1,25$$

$$0,8 \leq \frac{2,3}{3,4} \leq 1,25$$

$$Q < \inf(2G; 5kN/m^2 * 2,45) \Rightarrow Q < (2G; 12,5 kN/m)$$

La condition sur la charge d'exploitation

en considérant l'appui 5 on a :

$$L_i = 2,90 \text{ m et } L_{i+1} = 3,40 \Rightarrow \frac{L_i}{L_{i+1}} = 0,85 \in [0,8; 1,25].$$

Calcul des sollicitations dans la poutre

NB : le calcul des sollicitations internes se fera à l'aide de logiciels appropriés

(*Scia Engineer 14*)

Sollicitations internes *My ELU*

Figure 2: diagramme du moment fléchissant

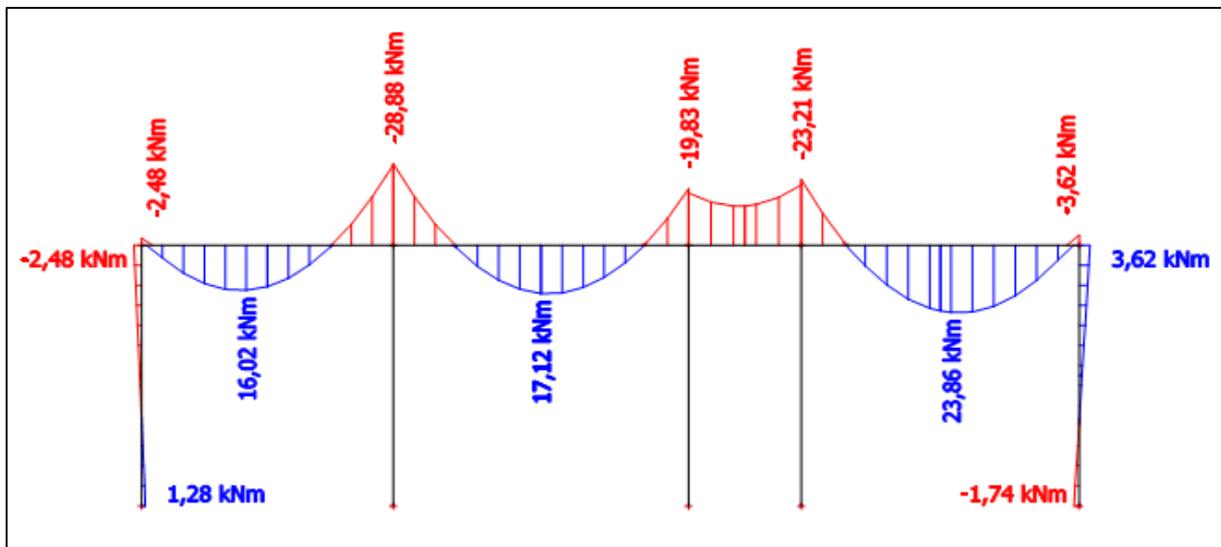


Figure 3: diagramme de l'effort tranchant

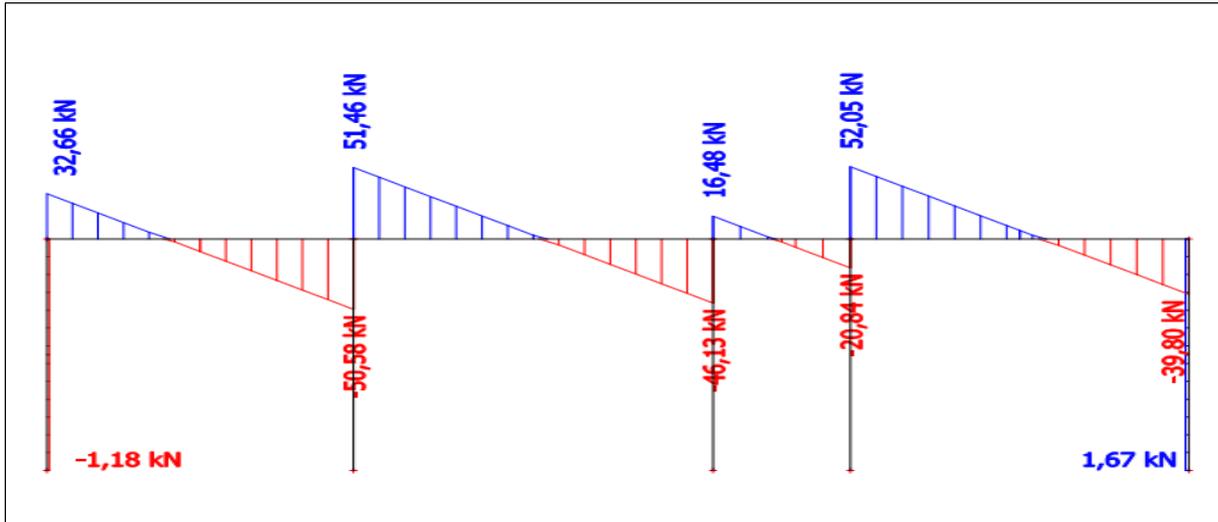


Tableau 16 : Récapitulatif des sollicitations

Travée	1-2	2-3	3-4	4-5
M_{tmax} (kN.m)	16,02	17,12	23,21	23,86
T_g (kN)	32,66	51,46	16,48	52,05
T_d (kN)	50,58	46,13	20,84	-39,80
M_a (kN.m)	-2,40	-28,88	19,83	23,21

Le calcul des armatures se fera avec le logiciel et nous avons les résultats en annexe II

II.6.2. POUTRE ISOSTATIQUE

La poutre isostatique est une poutre du plancher haut du 2^{ème} étage (restaurant) de longueur 8,60m et reçoit des charges du plancher du 2^{ème} étage (triangulaire et trapézoïdale) et des charges ponctuelles telles que : deux poutres secondaires chargées du 2^{ème} étage, et deux poteaux venant du 3^{ème} et 4^{ème} niveau comme l'indique le schéma ci-dessous.

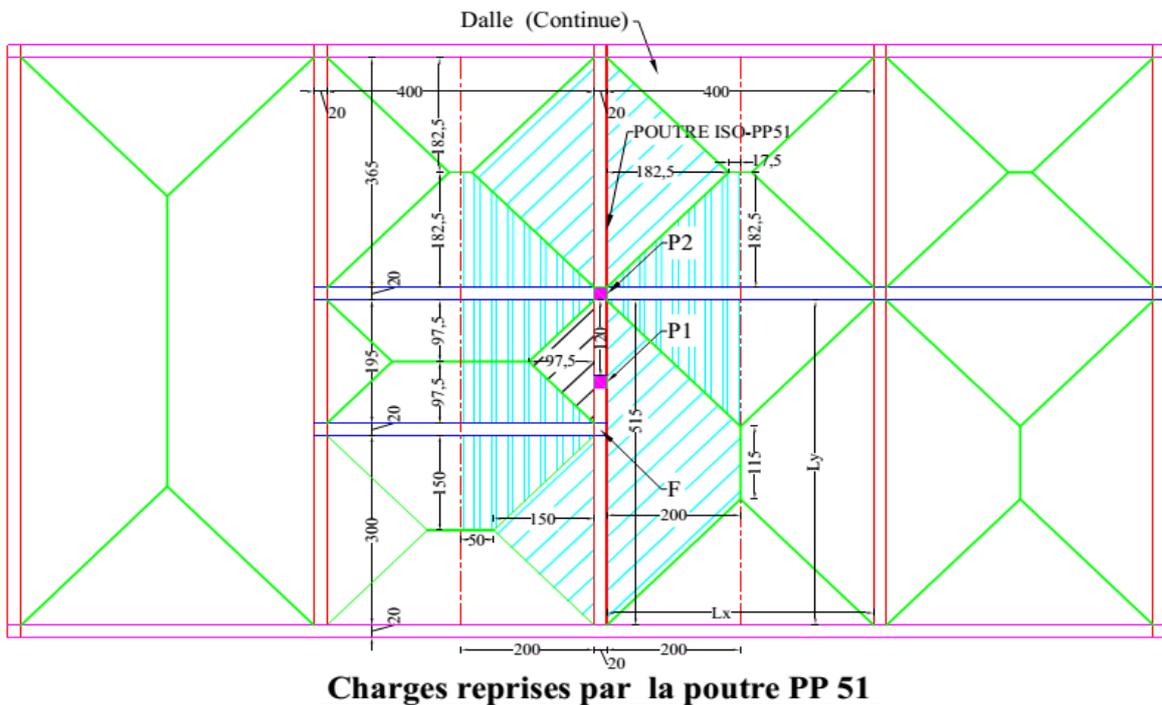


Figure 4: schéma de répartition des charges

✓ **Descente des charges sur la poutre isostatique à présenter en tableau**

Le tableau ci-dessous fait état des charges appliquées sur la poutre PP51.

- Charge ponctuelle de F $\begin{cases} g = 17,20kN \\ q = 12,7kN \end{cases}$
- Charge ponctuelle de P1 $\begin{cases} g = 178,80kN \\ q = 27,72kN \end{cases}$
- Charge ponctuelle de P2 $\begin{cases} g = 218,20kN \\ q = 53,44kN \end{cases}$
- Charge ponctuelle de PP 51 $\begin{cases} g = 28,41kN/m \\ q = 29,54kN/m \end{cases}$

✓ **Calcul des sollicitations dans la poutre**

NB : le calcul des sollicitations internes se fera à l'aide de logiciels appropriés

(Scia Engineer 14)

Figure 5: schéma mécanique de la poutre PP51

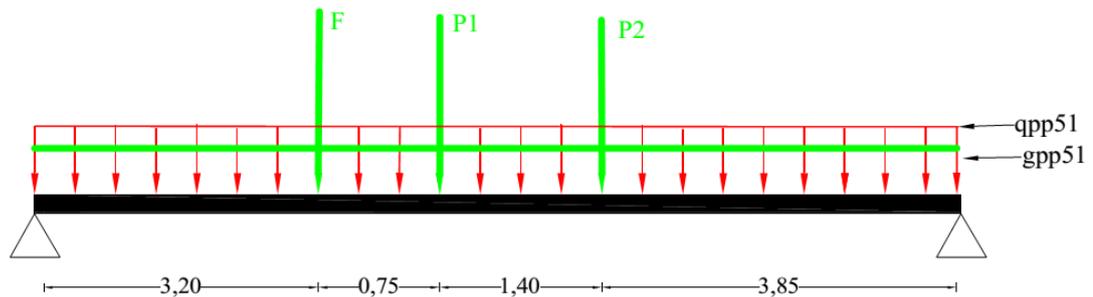


Schéma mécanique de la poutre PP 51

Figure 6: schéma mécanique de la poutre PP51

- ✓ Calcul des réactions d'appuis ELU $\begin{cases} R/A = 795,06kN \\ R/B = 803,55kN \end{cases}$
- ✓ Calcul des réactions d'appuis ELS $\begin{cases} R/A = 459,85kN \\ R/B = 465,36kN \end{cases}$
- ✓ Sollicitations internes

$$\text{Effort tranchant} = 782,35kN$$

$$\text{Moment fléchissant} = 1040,76kN$$

- ✓ Calcul des armatures longitudinales

Le calcul des armatures tendues et armatures comprimées éventuelles est menés selon l'organigramme (annexe).

Caractéristiques des matériaux

1.1. Béton

$$f_{bu} = 0,85 \times \frac{30}{1 \times 1,5} = 17MPa$$
$$\overline{\sigma}_{be} = 0,6 \times 30 = 18 MPa$$

1.2. Aciers

$$f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 347,83 MPa$$

Sollicitations de flexion

- **ELU**

Mouvement fléchissant maximal

$$M_{ut} = 1760,11 \text{ kN.m}$$

$$M_{uapp} = 593,39 \text{ kN.m}$$

- **ELS**

$$M_{sert} = 1040,76 \text{ kN.m}$$

$$M_{ser app} = 347,72 \text{ kN.m}$$

- Coefficient γ

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} = \frac{1760,11}{1040,76} = 1,69$$

Moment limite ultime

Par la formule approchée valable pour FeE400 et $f_{e28} \leq 30\text{Mpa}$

$$10^4_{\mu_{tu}} = 3440\theta_j + \frac{f_{e28}}{E} - 3050$$

$$10^4_{\mu_{tu}} = 3440 \times 1 \times 1,69 + 49 \times \frac{30}{1} = 4233,6$$

$$10^4_{\mu_{tu}} = 0,423$$

Calcul des armatures tendues et des armatures comprimées éventuelles

Nécessité d'aciers comprimés

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{b_0 \cdot d^2 \times f_{bu}} = \frac{2,76011[\text{Mn.m}]}{0,4[\text{m}] \times 0,72(\text{m}^2) \times 17[\text{MPa}]}$$

$$\mu_{bu} = 0,499 > \mu_{bu} = 0,423$$

Il faut des aciers comprimés si on ne veut pas changer b_0 ; d et f_{c28}

NB : Nous gardons b_0 et f_{c28} et on change d .

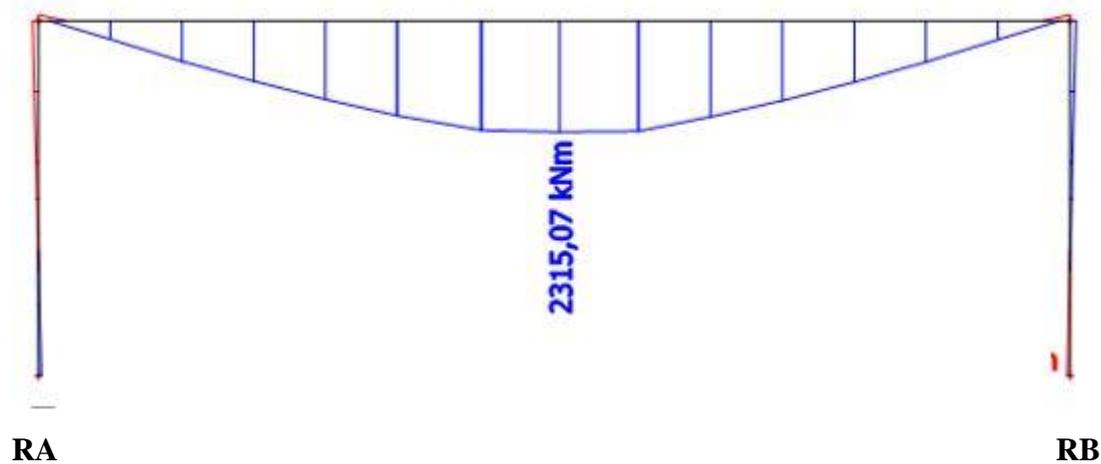
$$h = 120 \Rightarrow d = 0,9h = 108\text{cm} \quad d' = 10,8 \text{ cm}$$

Tableau 17: Récapitulatif du dimensionnement

Caractéristiques	Travée M_t	Appui M_{app}
ELU	122,01KN.m	22315,05KN.m
μ_u	0,423	0,416
α_u	0,441	0,055
Z_u	88,95	1,07
A_{st} calculé	75,63cm ²	3,28cm ²
A_{stmin}	5,96 cm ²	1,12cm ²
γ	1,68	1,68
Choix	25HA20 = 78,5cm²	5HA10 = 3,95cm²
S_t	20cm	25cm

✓ Nouvelles sollicitations interne My ELU

Figure 7: diagramme du moment fléchissant



Les résultats de nos calculs sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 18: Résultats du dimensionnement des armatures

Désignation	Appuis A	Travée	Appuis B
<i>Ast (cm²)</i>	3,95	75,63	3,95
Choix aciers tendus	5HA10	25HA20	5HA10
Aciers de peau	5HA10	5HA10	5HA10

✓ **Armatures transversales**

Selon le BAEL91 (A813) on a

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} \geq 6,66 = 8 \text{ et } \phi_t \leq \inf(15\phi_l; b + 10; 40 \text{ cm}) = 40 \text{ cm}$$

Convenons de prendre pour les armatures transversales des HA8 et l'espacement selon le plan d'armature.

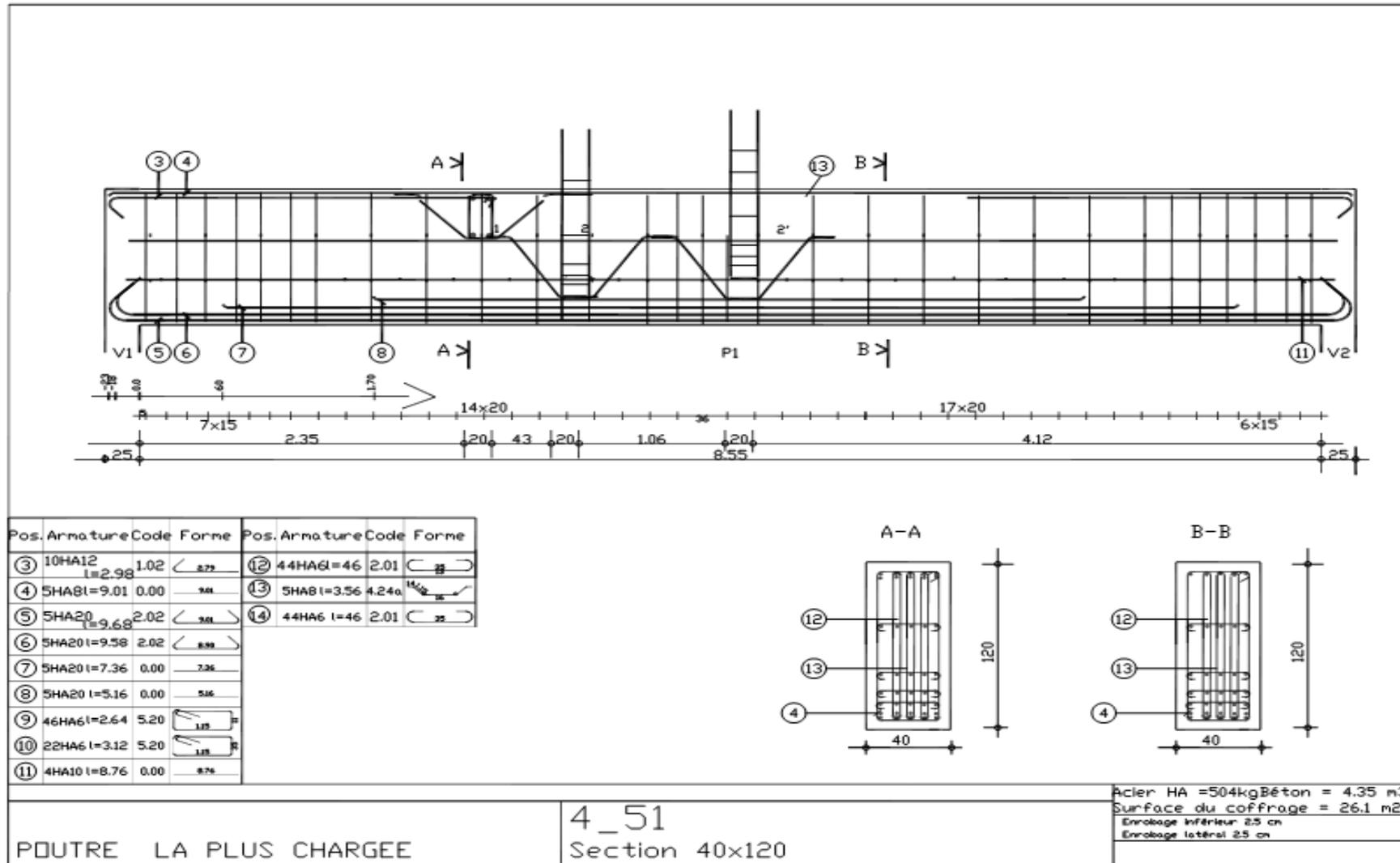
✓ **Vérification de la contrainte tangentielle**

L'effort tranchant maximal vaut $R_B = 1184,55 \text{ kN}$.

$$\tau_u = \frac{V_u}{b * d} \Rightarrow \tau_u = \frac{1,18455}{0,5 * 0,9 * 1,70} \Rightarrow \tau_u = 1,55 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \tau_{lim} \Rightarrow \text{ok!}$$

Figure 8: plan de ferrailage de la poutre PP51



II.6.3. DIMENSIONNEMENT DES POTEAUX

Nous avons fait le dimensionnement manuel sur le poteau le plus chargé, tandis que les autres poteaux des différents niveaux sont calculés avec le logiciel Robot.

Tableau 19: tableau comparatif des sections

Désignations	MANUELLE	ROBOT
Poteau	P1	P1
Section du poteau (cm)	40x40	40x40
Charge pondérée Nu (KN)	2378,4	2410,5
Section d'armature (cm²)	9,24	9,24
Choix d'acier	6HA 14	6HA14

Tableau 20: Récapitulatif des familles de poteau sous-sol

Famille de poteau	Nombre	section	
P1	14	0,4	0,4
P2	5	0,5	0,5
P3	3	0,4	0,2
P4	28	0,2	0,2
P5	12	0,3	0,3

❖ LONGRINE

Pour respecter les conditions admissibles de la flèche, on doit choisir la hauteur de la longrine h telle que :

$$\frac{l_{\max}}{16} \leq h \leq \frac{l_{\max}}{10} \quad \text{Avec : } l_{\max} = 630\text{cm}$$

$$\frac{630}{16} \leq h \leq \frac{630}{10} \quad \Leftrightarrow \quad 39,37\text{cm} \leq h \leq 63\text{cm}$$

Nous prenons $h = 50\text{cm}$

$$0,3d \leq b \leq 0,5d \text{ Avec } d = 0,9h = 45\text{cm}$$

$$13,5 < b < 22,5 \text{ d'où } b = 30\text{cm}$$

La longrine à pour dimension : $b \times h = 30\text{cm} \times 50\text{cm}$.

✚ Calcul de la longrine

- Charges linéaires

La bande des charges reprise par la longrine = 3,75m

Charges permanentes

Poids propre du dallage : $0,16 * 25 * 3,75 = 15\text{KN/m}$

Poutre principale : $0,3 * 0,50 * 25 * 8,65 = 32,25\text{KN/m}$

$$\mathbf{G = 47,25\text{KN/m}}$$

Charges d'exploitation : $2,5 * 3,75 = 9,375 \text{ KN/m}$

$$\mathbf{Q = 9,375\text{K/m}}$$

- Combinaisons

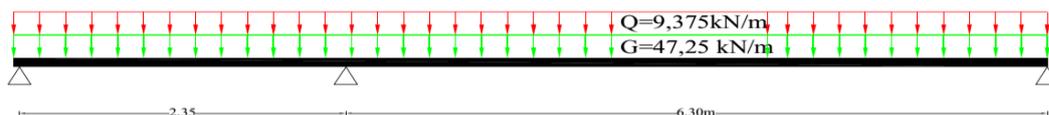
À l'ELU : $1,35 * 47,25 + 1,5 * 9,375$

$$\mathbf{Pu = 77.85\text{KN/m}}$$

À l'ELS : $P_{ser} = 47,25 + 9,375$

$$\mathbf{P_{ser} = 56,625\text{KN/m}}$$

Figure 9: schéma mécanique de la longrine



La suite de dimensionnement est faite avec le logiciel Robot millenium ([voir annexe II](#))

Nous avons deux types de longrine

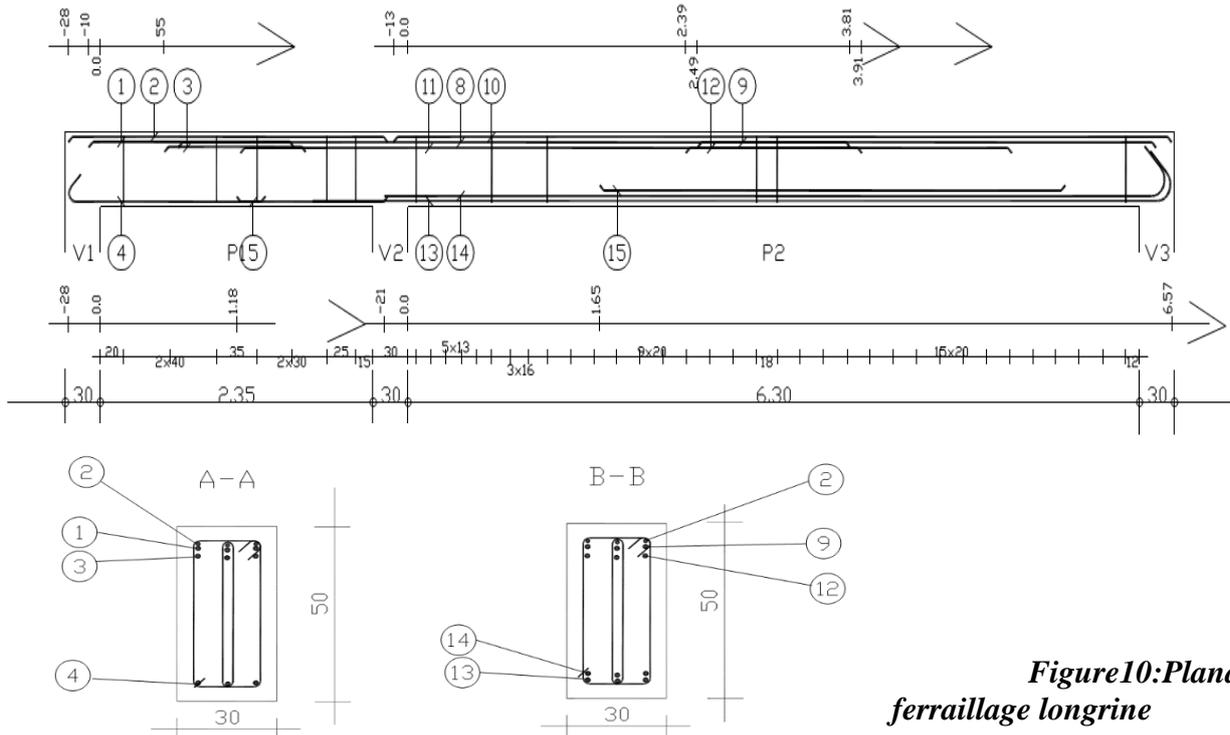


Figure 10: Plan de ferrailage longrine

Tableau 21: Nomenclature de la longrine

Désignation	Appuis A	Travée	Appuis B
Acier supérieur	3HA10	6HA10	3HA10
aciers tendu	3HA10	6HA12	3HA10
Aciers de peau	3HA8	3HA8	3HA8

Note de calcul à l'annexe II

II.6.4. DIMENSIONNEMENT DE LA SEMELLE

Les semelles sont des éléments qui reçoivent les charges et les transmettent au sol. Nous optons pour des semelles sous poteau de différentes formes pour recevoir les charges.

Justifications du choix des semelles isolées

- La surface de sol occupée par les semelles est égale à 33,8% qui est le rapport de la surface des semelles / la surface totale x 100 = 33,8% < 50%
- La contrainte admissible du sol (σ_{ad}) est $\sigma_{ad} = 0,2 \text{ MPa}$
- Le dimensionnement a été fait par le logiciel Robot millenium et le résultat nous donne trois types de semelles :

La semelle filante sous voile au sous-sol, la semelle jumelée, et la semelle isolée.

❖ **DIMENSIONNEMENT DE LA SEMELLE SOUS DEUX POTEAUX**

Le calcul de semelles isolées sous les poteaux P18 et P14 donne deux semelles qui se chevauchent. Pour remédier à cela nous avons opté pour une semelle (S1) devant supporter les charges venant de ces poteaux.

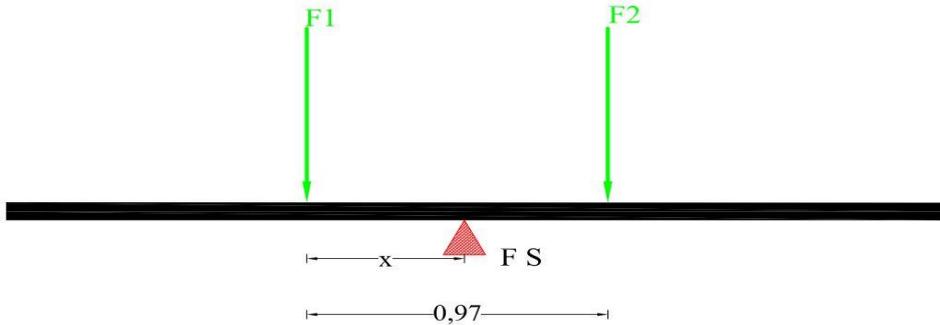


Schéma de la semelle sous poteaux jumelés

Figure 11: schéma mécanique de la semelle sous deux poteaux

$$\begin{cases} \text{Fût1} : G = 969,63 \text{ kN et } Q = 168,5 \text{ kN} \Rightarrow P1 = 1561,75 \text{ kN} \\ \text{Fût2} : G = 894,1466 \text{ kN et } Q = 120,34 \text{ kN} \Rightarrow P2 = 1387,710 \text{ kN} \end{cases} \Rightarrow P = 2949,46 \text{ kN}$$

Pré-dimensionnement

$$S \geq \frac{P}{q} = \frac{2,949}{0,3} = 9,80 \text{ m}^2$$

Convenons de prendre $B(\text{grand coté}) = 3,70 \text{ m} \Rightarrow A \geq 2,60 \text{ m}$. En tenant compte du poids propre de la semelle nous convenons de prendre :

$$A = 2,60 \text{ m et } h \geq \frac{A}{4} = 0,65 \text{ m}$$

Soit une semelle de section $260 \times 370 \text{ cm}^2$ avec une hauteur de 65 cm.

Détermination de la position de la résultante

$$M_{/fût1} = 0 \Rightarrow PX - P_2L = 0 \Rightarrow X = \frac{P_2L}{P} = 1,74 \text{ m}$$

Donc la résultante se situe à 1,74m du fût le plus sollicité.

Dimensionnement

Ce type de semelle est calculé comme une poutre en flexion dans les deux sens. Le dimensionnement s'est fait avec le logiciel ROBOT MILLENIUM. (Voir Annexe II pour la note de calcul).

Figure 12: plan de ferrailage de la semelle

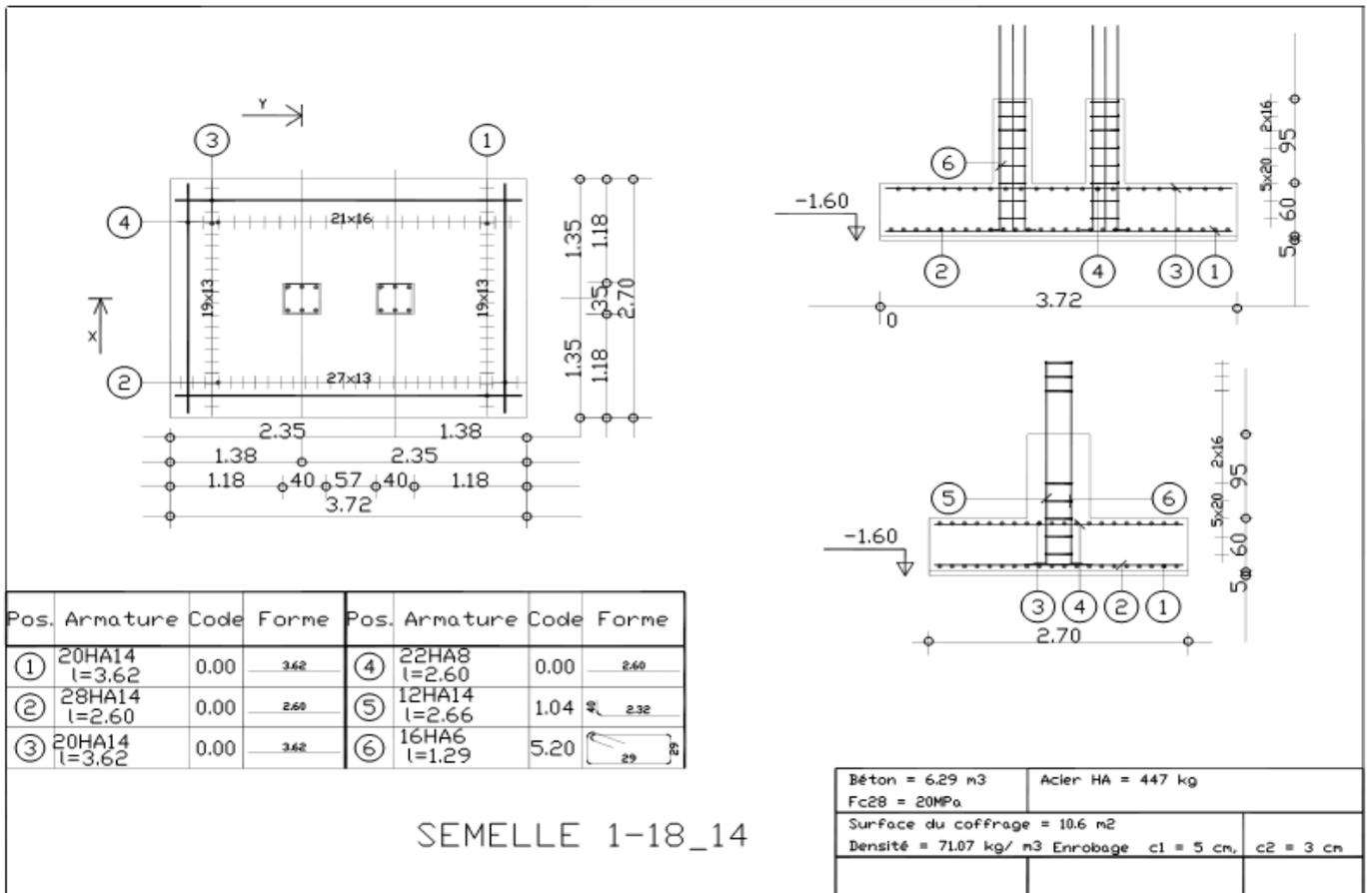
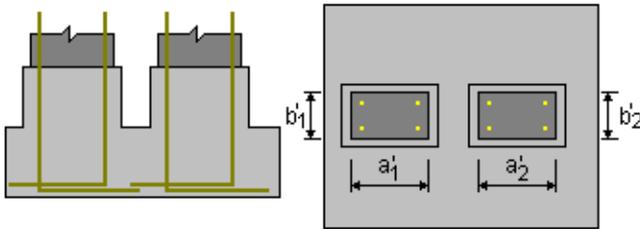


Tableau 22: Récapitulatif des semelles

Famille Semelle	section	Hauteur	Nombre
S1	3,70 x 2,60	0,65	1
S2	3,05 x 2,30	0,6	2
S3	2,50 x 2,30	0,5	5
S4	2,60 x 1,80	0,45	5
S5	2,00 x 2,00	0,45	1
S6	1,80 x 1,80	0,4	11
S7	1,60 x 1,60	0,4	6
S8	1,80 x 1,20	0,4	2
S9	1,40 x 1,40	0,35	17
S10	1,00 x 1,00	0,3	11

II.6.5. DIMENSIONNEMENT DE L'ESCALIER

Nous avons deux escaliers identiques qui permettent aux usagers d'accéder aux différents niveaux du bâtiment choisis selon les règles architecturales pour les lieux publics. Ces escaliers supportent leur propre poids et les surcharges.

Pré-dimensionnement

Déterminons les caractéristiques de l'escalier :

H=3,40m

Emmarchement l = 1,20 m (Escalier à double volet)

Hauteur de contre marche h= 13 cm.

Nombre de contre marches : $340 / 13 = 27$

Giron : d'après la relation de BLONDEL on a : $G+2h= 60$ à 64 cm.

Prenons **G = 35 cm**

Nombre de marches : $27-1 = 26$ marches

La hauteur $h = 13$ cm et le giron $G = 35$ cm

Pente : $a = \arctg\left(\frac{h}{G}\right)$; $a = \arctg\left(\frac{13}{35}\right) = 20,38^\circ$

Epaisseur de la paille e = l / 22, avec l la longueur de la plus grande volée.

$$e = \frac{3,60}{22} \rightarrow e = 0,16 ; \text{Choix: } e = 0,15 \text{ m soit } 15 \text{ cm}$$

Epaisseur du palier (h') : il est pris au moins égal à l'épaisseur de la paillasse

Prenons donc : $h' = e = 15 \text{ cm}$

Dimensionnement

Nous allons dimensionner la volée la plus sollicitée et appliquer les résultats aux autres volées et paliers.

Evaluation des charges.

Poids propre de la volée :

$$g_1 = \gamma * \left(\frac{e}{\cos \alpha} + \frac{h}{2} \right) = 25 * \left(\frac{0,15}{\cos 20,38} + \frac{0,13}{2} \right) \Rightarrow g_1 = 5,63 \text{ kN/m}^2$$

Surcharge (revêtement):

$$g_2 = p_1 + p_2 * \frac{h}{G} + \frac{p_3}{\cos \alpha}$$

p_1 = revêtement sur marche; p_2 = revêtement sur contremarche; p_3 = enduit sous-face de la paillasse.

$$g_2 = 0,6 + 0,6 * \frac{0,13}{0,35} + \frac{0,36}{\cos 20,38} \Rightarrow g_2 = 1,21 \text{ kN/m}^2$$

Charge permanente totale : $g = g_1 + g_2 = 6,84 \text{ kN/m}^2$

Charge d'exploitation : $q = 4 \text{ kN/m}^2$

Pour les calculs, nous considérerons une bande de volée de 1 m de large avec une hauteur de 15 cm.

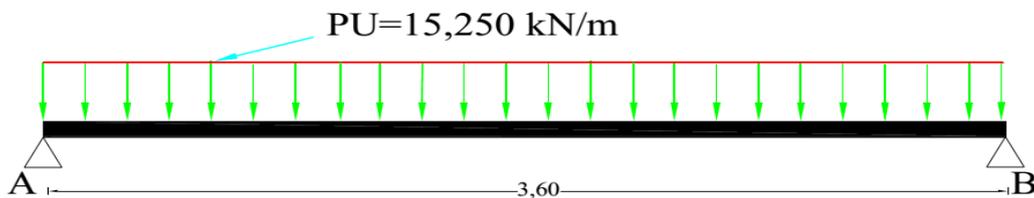


Figure 133: schéma de chargement de la volée

$$M_u = \frac{P_u L^2}{8} = 19,50 \text{ kN.m en travée} \quad \text{et} \quad V_{umax} = \frac{P_u L}{2} = 24,40 \text{ kN}$$

Vérification du cisaillement

$$\tau_u = \frac{V_u}{b * d} = \frac{24,40}{1 * 0,9 * 0,15} = 180,74 \text{ kPa} < \bar{\tau}_u \quad \text{ok.}$$

Calcul des sections d'aciers longitudinaux

$$\mu = \frac{M_u}{b * d^2 * f_{bu}} = \frac{0,01950}{1 * 0,1^2 * 14,17} = 0,138$$

$$\alpha = 1,25 * \left(1 - \sqrt{(1 - 2\mu)}\right) = 0,186 ; \quad z = d * (1 - 0,4 * \alpha) = 0,1 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{z * f_{su}} = 5,66 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{soit} \quad 5\text{HA}12 \quad \text{espacés de } S_t = 20 \text{ cm sur } 1 \text{ m.}$$

Calcul des sections d'aciers transversaux

$$A_t = \frac{A_s}{4} = 1,42 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{soit} \quad 4\text{HA}8 \quad \text{espacés de } S_t = 25 \text{ cm sur } 1 \text{ m}$$

Plan d'exécution (Voir Annexe II)

II.6.6. DIMENSIONNEMENT DU VOILE DU SOUS-SOL

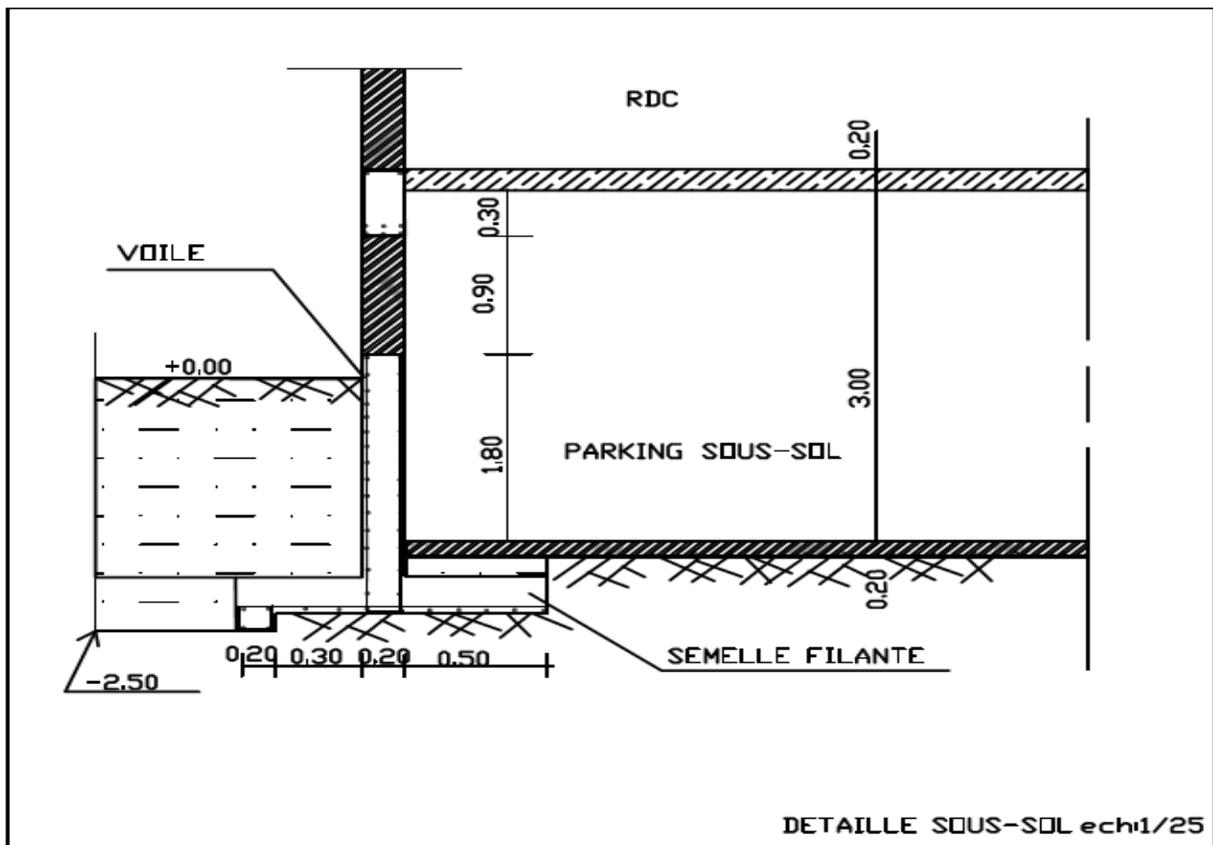


Figure 14: Schéma du détail sous-sol

❖ DIMENSIONNEMENT DU VOILE DE LA CAGE D'ASCENSEUR

Nous allons considérer le voile du RDC qui est le plus sollicité. Les charges supportées par les voiles sont essentiellement leur poids propre et la dalle supportant l'ascenseur.

Nous avons 15 cm épaisseur de pré-dimensionnement. Le calcul du voile se fera comme celui d'un poteau rectangulaire en compression. Nous allons considérer une bande de 1m de largeur.

- **Charges appliquées**

- **Poids propre :**

$$G = e \times h \times 25 = 0,15 \times 21,90 \times 25 = 82,13 \text{ kN/m}$$

- **Venant de la dalle**

$$G = 0,2 \times 3,20 \times 25 + \frac{10}{3,20} = 19,12 \text{ kN/m} \text{ et } Q = \frac{13 \times 0,75}{3,20} = 3,04 \text{ kN/m}$$

- **Total**

$$\left\{ \begin{array}{l} G = 82,13 + 19,12 = 101,25 \text{ kN/m} \\ Q = 3,09 \text{ kN/m} \end{array} \right. \Rightarrow N_u = 141,15 \text{ kN/m}$$

- **Vérification du flambement**

$$\lambda = \frac{2\sqrt{3} * l_f}{e} ; l_f = 0,7l_0 \Rightarrow \lambda = \frac{2\sqrt{3} \times 0,7 \times 3,4}{0,15} = 54,96$$

Nous obtenons $\lambda < 70$ pas de risque de flambement

$$\lambda \geq 50 \Rightarrow \alpha = 0,60 \times \left(\frac{50}{\lambda}\right)^2 = 0,50$$

- **Sections d'acier minimales**

- **Armatures verticales**

$$A_{sv} \geq \text{Max} \left(4 * u; \frac{0,2 * B}{100}; \frac{\gamma_s}{f_e} \left(\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r f_{c28}}{\theta \gamma_b} \right) \right) \Rightarrow A_s \geq \text{Max}(9,2; 3; -52,76)$$
$$\Rightarrow A_{sv} \geq 9,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Convenons de prendre **12HA10** totalisant 9,48 cm² sur 1m soit **6HA10** espacés de **16 cm** par face.

- **Armatures horizontales**

$$A_{sh} \geq \max \left(\frac{2 * A_{sv}}{3}; 0,001 * e \right) \Rightarrow A_{sh} \geq \max(6,13; 1,5)$$
$$A_{sh} \geq 6,13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Convenons de prendre **8HA10** totalisant 6,28 cm² sur 1m soit **4HA10** espacés de **25 cm** par face.

- **Plan d'exécution (Voir annexe II)**

❖ DALLAGE AU NIVEAU DU SOUS-SOL

Le dallage au niveau du sous-sol est un dallage flottant vu que les caractéristiques de notre sol répondent aux conditions. On distingue plusieurs types de dallage, regroupés en deux familles :

- ✓ les dallages à usage d'habitation,
- ✓ les dallages à usage industriel.

Nous avons la charge roulante par essieu qui est ≤ 15 KN et qui fait partie des dallages à usage d'habitation.

Le dallage sera coulé sur place et est composé de trois parties qui sont :

- Une forme ou sous-couche, constituée de matériaux disposés sur une épaisseur définie en une ou plusieurs couches, mise en œuvre et bien compactés de manière à obtenir une plate-forme saine et stable, apte à recevoir le corps du dallage ;
- Le corps de dallage qui est constitué par une dalle en béton armé ou « non armé », coulée en place sur la forme ;
- Une couche de finition ou un revêtement , permettant de satisfaire aux spécifications concernant les tolérances géométriques d'emploi et de donner au dallage les qualités de surface désirées, tout en assurant une certaine résistance aux actions mécaniques ainsi qu'aux actions chimiques éventuelles, etc.

Le béton du dallage sera dosé à 300kg/m^3 avec une armature en treillis soudé et un enrobage d'au moins 2 cm selon les règles de BAEL.

Calcul des charges

- Charges permanentes : G

Béton : poids volumique = 25 KN/m^3

Surface = $504,5 \text{ m}^2$

Revêtement d'épaisseur de 3 cm : $0,22\text{KN/m}^2/\text{cm}$ d'épaisseur : $0,22*3 = 0,66 \text{ KN/m}^2$

Charges de revêtement = $0,66 \text{ KN/m}^2$

- Charges d'exploitation : Q

Charge roulante = 2,5 KN/m²

Combinaison d'action

$$\text{ELU : } 1,35G + 1,5 Q$$

$$C = 1,35 * 0,66 + 1,5 * 2,5$$

$$C = 4,641 \text{ KN/m}^2 \text{ (charge supportée par le dallage)}$$

En fonction de la charge que le dallage va supporter nous allons déterminer sa constitution en nous basant sur le tableau suivant : (voir annexe)

Nous choisissons un dallage composé de :

- béton maigre de 10cm
- béton dosé à 300 kg/m³ de 12 cm

II.6.7. DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS POUR L'ASCENSEUR

Notre bâtiment est de grande hauteur d'où la nécessité d'un ascenseur pour faciliter l'accès aux différents niveaux des étages. Selon les règles, pour un immeuble ayant plus de 4 niveaux, un ascenseur est souhaitable. Avant de faire le choix de notre ascenseur, nous allons voir les avantages et inconvénients des ascenseurs existants.

Définition

On entend par Ascenseur un appareil de levage destiné à la desserte des personnes à l'intérieur des bâtiments. Il s'impose dans un immeuble lorsque le nombre de niveaux est supérieur à quatre.

Classe de l'ascenseur

Dans notre cas l'ascenseur sera principalement destiné au transport des personnes et des charges: il est donc de la classe IV.

❖ DIFFERENTS TYPES D'ASCENSEURS

Il existe deux types d'ascenseurs selon le type de traction :

- La traction à câbles (qui domine le marché du secteur tertiaire)
- La traction hydraulique
- **Ascenseurs hydrauliques**

a) Avantages

- Facilité de construction

b) Inconvénients

- Gros consommateurs d'énergie
- Courants de démarrage élevé.
- Effort de mise en pression de l'huile par la pompe élevé car pas de contrepoids

- **Ascenseurs à câbles de traction**

a) Avantages

- 1/3 consommation énergie hydraulique.
- Présence d'un contrepoids dont la charge vaut 50 % de l'ensemble cabine-câble-charge utilisateur (réduit la charge que doit mettre en mouvement la motorisation).

b) Inconvénients

- Nécessitent une technologie plus poussée et autrefois un cabanon en toiture (pour le renforcement de la stabilité)

Aussi pour placer un ascenseur divers éléments sont à prendre en compte :

- vitesse et charge de la cabine.
- consommation d'énergie et puissance installée (utilisation de la variation de fréquence, absence de réduction mécanique).
- Coût de la maintenance.
- caractéristiques dimensionnelles du bâtiment, si l'immeuble est déjà existant.

- **Choix du type d'ascenseur**

Prenant en compte tous ses paramètres nous choisissons un ascenseur à **câble de traction**

L'espace disponible pour l'ascenseur a les dimensions suivantes : **L=2.75m et l=1.85m**

A partir du catalogue des ascenseurs nous choisissons les caractéristiques de notre ascenseur.

Avec un ascenseur de charge utile 1000 kg c'est-à-dire **13 personnes** maximum et une vitesse de **1m/s**.

CH III : ASSAINISSEMENT DU BATIMENT

L'assainissement d'un bâtiment est un ensemble de dispositifs à prendre pour assurer le bon fonctionnement des appareils sanitaires, et le confort des usagers. Ce travail consiste à alimenter, à collectionner les eaux usées, les traiter et les évacuer.

Pour notre projet, nous allons dimensionner les conduites et les collecteurs des eaux usées et eaux vannes en se basant sur les normes et sur quelques hypothèses.

Diamètre des canalisations secondaires

Selon la norme NFP 41-201, le diamètre de branchement de vidange doit être au moins égal à celui du siphon qu'il reçoit. Le tableau ci-dessous indique le diamètre minimal des siphons des appareils sanitaires.

Tableau 23: Diamètre minimal des appareils sanitaires

Appareil Sanitaire	Diamètre intérieur des siphons (mm)	Débit de base (l/s)
Lave-main	30	0,75
WC à chasse directe	80	1,50
Douche	40	0,5
Urinoir	33	0,5

❖ Évaluation des débits

L'évaluation du débit à chaque niveau de notre bâtiment est nécessaire pour le choix de diamètre convenable des équipements.

Le tableau ci-dessous nous montre les différents équipements de chaque étage sans le sous-sol, les débits et les diamètres.

k : coefficient de simultanété $k = \frac{1}{\sqrt{x-1}}$

x = nombre de robinets ; $Q = kq_i$

Tableau 24: Récapitulatif des équipements débit et diamètre

Niveau	Equipement	Nombre des robinets	Débit (l/s) unitaire	Coefficient K	Débit (l/s) total	Diamètre (mm) de collecteur d'appareil
RDC	Lavabos	4	0,75	0,58	0,43	30
	Wc	4	1,5	0,58	0,87	80
	urinoir	2	0,5	1	0,5	33
Total RDC					1,80	
R+1	lavabos	4	0,75	0,58	0,43	30
	Wc	4	1,5	0,58	0,87	80
	urinoir	2	0,5	1	0,5	33
Total R+1					1,80	
R+2	lavabos	10	0,75	0,33	0,25	30
	Wc	4	1,5	0,58	0,87	80
	urinoir	2	0,5	1	0,5	33
Total R+2					1,62	
R+3	lavabos	21	0,75	0,22	0,17	30
	Douche	21	0,50	0,22	0,23	40
	Wc	21	1,5	0,22	0,34	30
	urinoir	4	0,5	0,577	0,288	30
Total R+3					0,96	
R+4	lavabos	21	0,75	0,22	0,17	30
	Douche	21	0,50	0,22	0,23	40
	Wc	21	1,5	0,22	0,34	30
	urinoir	4	0,5	0,577	0,288	30
Total R+4					0,96	
Q total = $\sum K_i.Q_i$					7,14	

Q total = 7,14 l/s

Diamètre des canalisations principales

Le diamètre des chutes dépend du débit à évacuer. La canalisation la plus sollicitée que peut recevoir à chaque niveau du R+3 et R+4 est :

4 lavabos, 4 douches, 2 urinoirs, 4 WC, avec une vitesse optimale de 1,5 m/s.

❖ Calcul du débit à évacuer

$$Q = 4 * 0,75 + 4 * 0,5 + 2 * 0,5 + 4 * 1,50 = 12 \text{ l/s}$$

❖ Calcul du diamètre

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} \Leftrightarrow D = \sqrt{\frac{4 * 0,012}{\pi * 1,5}} = 0,100 \text{ 9m}$$

Nous choisissons **un diamètre de 110** pour les canalisations principales.

Evacuation des eaux pluviales

Les eaux de pluies seront canalisées suivant les pentes de la toiture terrasse vers les bordures où elles seront collectées par des chenaux et évacuées par les descentes d'eau en PVC.

La pente est de 3%.

Diamètre des descentes d'eau

Pour une surface $S = 80 \text{ m}^2$ on prendra au niveau de la toiture terrasse :

$$d = 100\text{mm}$$

$$D = 2d = 200 \text{ mm}$$

$$h = 1,5d = 150\text{mm}$$

Le diamètre des colonnes montantes doit être supérieur ou égal au diamètre du tuyau qui les relie à la rigole. On a donc :

Nous optons pour un diamètre 100 mm pour les colonnes montantes.

Condition de vitesse à vérifier : $0,5 \leq V \leq 2$

Avec une vitesse de précipitation de $3 \text{ L/m}^2/\text{mn}$ pour une surface de 80 m^2 , le débit d'eau pluviale à évacuer est : $q = 4 \text{ l/s}$, ce qui nous donne un diamètre de colonne montant :

D = 100 mm:

DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX EXTERIEUR LA FOSSE SEPTIQUE :

Ce travail consiste à mettre en place un ouvrage à plusieurs compartiments avec des dimensions bien définies, qui a pour rôle de traiter les eaux usées à l'aide de la digestion anaérobie des excréments. Son dimensionnement se fera par la méthode de CREPA (centre de recherche pour l'eau potable et de l'assainissement).

✚ Hypothèse de calcul :

T = période de vidange = (1 et 3ans) nous prenons 2 ans

A = taux d'accumulation des boues (varie de 60 à 110 litres/usager/an).

Dans notre cas nous optons de prendre **80 litre/usager/an** Avec trois fosses septiques de trois (3) compartiments pour un bon stockage et un bon prétraitement des eaux usées afin d'assurer une meilleure hygiène.

✚ Volume utile de la fosse septique

V_u = NTA avec :

N = nombre de personnes permanentes \cong **150** ;

$\Rightarrow V_u = 150 \times 2 \times 80 = 24000 L$;

24000L / 3 = 8000L soit 8m³

Nous avons trois fosses septiques de 8m³ pour notre bâtiment.

Calcul des dimensions de la fosse :

Hauteur utile : $1m \leq H_u \leq 2,5m \Rightarrow H_u = 2m$

$S = 8/2 = 4m^2$

Largeur utile : $l_u =$

$l_u = 3 \times l_u$; $S_u = 3 \times l_u^2 \Leftrightarrow l_u = (4/3)^2 = 1,16m$.

$l_u = 1,16m$

+ Dimensions des compartiments

$$V_A = 3/5 V_u = 3/5 \times 8000 = 4800 \text{ litres (soit } 4,800\text{m}^3 \text{)} ;$$

$$V_B = 3/5 V_u = 4800\text{litres (soit } 4,800\text{m}^3 \text{)} ;$$

$$V_C = 1/10 V_u = 0,1 \times 4800 = 480 \text{ litres (soit } 0,480\text{m}^3 \text{)}$$

$$L_i = V_i / (l \times H_u)$$

+ Dimensions des fosses

Fosse A et B

$$H = 2,00 \text{ m} \Rightarrow S = 4,80 / 2,00 = 2,400 \text{ m}^2 \text{ soit une section de } 2,20 \times 1,1.$$

$$L = 2,20 \text{ m} ; l = 1,10 \text{ m} ; H = 2,00 \text{ m}.$$

Fosse C

$$\text{La fosse c a pour dimension : } L=1,1\text{m} ; l = 1\text{m et } H= 2\text{m}$$

CH IV ELECTRICITE

IV.1 : GENERALITE

Pour notre bâtiment l'éclairage est très important pour le bon fonctionnement et pour le bien-être des usagers. C'est dans ce cadre que la conception des plans d'exécution a été faite pour remplir et respecter les exigences et les normes d'exécution de ce type de bâtiment et en utilisant toutes les technologies disponibles pour réduire la consommation d'électricité tout en assurant un bon fonctionnement des différents appareils.

L'éclairage électrique comprend :

IV. 2 : UN ECLAIRAGE NORMAL OBLIGATOIRE

L'éclairement nominal (En) pour notre bâtiment est de:

- 100 lux dans les toilettes ;
- 200 lux dans les circulations ;
- 100 lux dans la case d'escalier ;
- 300 lux < En < 500 lux dans les bureaux et salles de réunion.

* **Facteur de dépréciation**

Nous travaillons avec un facteur de dépréciation **d = 1,4**

* **Rendement des luminaires (η)**

Nous prenons **$\eta = 1$**

* **Rapport de suspension**

Tous les luminaires seront fixés au plafond par conséquent : **J = 0**

* **Hauteur du plan utile**

Elle est prise égale à **0,85**

* **Indice de chaque local (K)**

La formule utilisée est : **$K = S / [h (a + b)]$** où

- **S** = surface du plan utile (en m²) : **S = a x b** ;
- **a** = largeur de la pièce (en m)
- **b** = longueur de la pièce (en m)
- **H** = distance de la source au plan utile (en m) : **h = H - 0,85** avec **H** = hauteur sous plafond .

Calcul du nombre de lampes

Connaissant l'éclairage dans les locaux, on détermine la puissance nécessaire puis le nombre de lampes N par les relations : $P = \frac{E_n \cdot A \cdot P^*}{100 \cdot k}$

$P^* \approx 3 \text{ W/m}^2$: Puissance spécifique des réglettes ;

$P^* \approx 1,5 \text{ W/m}^2$: Puissance spécifique des spots ;

k : Coefficient de correction que nous allons prendre égal à 1

IV.3 ECLAIRAGE DE REMPLACEMENT

Bilan de puissance

Le bilan de puissance consiste à évaluer la puissance pour le fonctionnement de l'ouvrage, afin de demander auprès de la compagnie nationale d'électricité et avoir aussi une idée de la source d'énergie de remplacement à prévoir en cas de dysfonctionnement au niveau de la compagnie. Sur la base des plans d'électricité, (voir annexe IV) nous avons le bilan de puissance suivant :

Tableau de répartition d'appareil.

Tableau 25 : Détermination d'indice RDC

local	a	b	H	surface (m ²)	K
Chapelle	7,3	6,8	2,75	49,64	1,2802063
Librairie	6,3	5,6	2,75	35,28	1,0780749
Comptabilité	5,6	4,6	2,75	25,76	0,9183601
Lingerie	6,4	5,9	2,75	37,76	1,1163341
Magasin	8,5	4,8	2,75	40,8	1,1155161
Accueil	6,4	4,7	2,75	30	0,9854218
Hall d'accueil	9,1	5	2,75	46	1,1734365
Hall Séchoir	16,8	4	2,75	67	1,1748252
Terrassé	9,2	2,3	2,75	21	0,6690909
Patio	6,7	5	2,75	34	1,0411810
Cage d'ascenseur	3,4	2,5	2,75	9	0,5238829
Bloc WC	3,2	6,4	2,75	20	0,7757576
Hall	34	1,5	2,75	51	0,5224072
Office	5	1,4	2,75	7	0,3977273
Gaine technique et électrique	2	1,4	2,75	3	0,2994652

Tableau 26: répartition des appareils

TYPES D'APPAREIL	SOUS-SOL	RDC	R+1	R+2	R+3	R+4
Tubes fluorescents F18	2	26	26	26	22	22
Tubes fluorescents F36	5	17	12	14	22	22
Spots de 18 W	5	5	4	2	4	4
Spots de 36 W	15	6	46	18	–	–
Eclairage public				5		
Brasseurs d'air		12	44	12	22	22
Applique plafonnière		2	4	4	4	4
Climatiseurs de 2CV		3	16	5	20	20

Dans ce cas, c'est une partie de l'éclairage normal qui est alimenté par une source de remplacement qui alimente les mêmes appareils.

Tableau 27 : bilan de puissance

Récepteurs	Puissance unitaire (W)	Nombre	Puissance cumulée (W)
Tubes fluorescents F18	18	124	2232
Tubes fluorescents F36	36	184	6624
Spots de 18 W	18	24	432
Spots de 36 W	36	170	6120
Eclairage public	150	5	750
Brasseurs d'air	50	122	6100
Ordinateur	175	15	2625
Ascenseur	7800	1	7800
Climatiseurs de 2CV	4400	64	281600
Puissance totale en W			314283

PUISSANCE TOTALE= 31,4283 KVA

On choisira alors un **groupe électrogène de 40 KVA**.

IV.4 ECLAIRAGE DE SECURITE

C'est un éclairage qui est alimenté par une source de sécurité en cas de disparité de la source normale. Il doit être à l'état de veille pendant l'exploitation de l'ouvrage. Il a deux fonctions essentielles qui sont:

- **Eclairage d'évacuation**

Ce type d'éclairage doit permettre à toute personne d'accéder à l'extérieur en assurant l'éclairage des cheminements, des sorties, des indications de balisage visées par l'article CO42 du règlement sécurité incendie, et des indications de changement de direction

- **Eclairage d'ambiance anti-panique**

Il doit assurer un éclairement uniforme et une bonne visibilité afin d'éviter les mouvements de panique. Ce type d'éclairage est obligatoire dans notre bâtiment qui reçoit un nombre important de personnes.

Zone éclairés	Type d'appareils	Nombre total
Cage d'escalier	BAES d'ambiance	13
Mur cage d'ascenseur	BAES d'ambiance	5
Dégagement (Voie de circulation)	BAES d'ambiance	21
Hall d'entrée et de sortie	BAES d'ambiance	16

Figure 15: Répartition d'éclairage

Distribution des Prises

Les prises seront distribués également en fonction de la superficie des locaux mais de façon forfaitaire c'est-à-dire plus le local est grand plus le nombre de prises sera important. Les prises installées sont :

Nous avons les: Prises de courant 2P+T, prises informatiques, prises de téléphone et prises de télévision.

❖ AUTRE SOURCE D'ALIMENTATION

Pour économiser en énergie, nos appareils informatiques et quelques lampes auront une troisième source qui est l'énergie renouvelable. (Des panneaux solaires)

Cela consiste à installer des panneaux solaires sur la toiture terrasse qui pourront

Alimenter ces appareils.

CH : V. ETUDE DE SECURITE ET PROTECTION INCENDIE

V.1. GÉNÉRALITÉS

L'assurance de la sécurité dans un bâtiment est très importante pour la protection des biens et des personnes qui sont dans ce bâtiment.

Le bâtiment polyvalent R+4 avec sous-sol pour parking est un bâtiment destiné à accueillir des personnes qui y restent pour quelques jours. C'est donc un Etablissement Recevant du Public (ERP) un effectif de 300 à 700 personnes. C'est donc un ERP de 3^{ème} catégorie et du type **L (salle de conférence), W (bureaux)** et de la 3^{ème} famille B (habitation).

Pour assurer la sécurité de notre bâtiment et pour atteindre les objectifs qui consistent à : réduire les risques de départ incendie, empêcher la propagation du feu et des fumées, permettre l'évacuation en lieu sûr de tous les occupants et permettre l'intervention des Equipes de secours, il faut la **prévention** et la **prévision**.

V.2. LA PRÉVENTION

La prévention est l'ensemble des mesures destinées à éviter la naissance et la propagation des incendies.

Les points suivants sont détaillés en (annexe V.)

Dispositions constructives

Disposition de sécurité

Mesures de sécurité

Consignes de sécurité

Un responsable de la sécurité doit être présent à tout moment dans le bâtiment pour pouvoir appliquer les conduites à tenir en cas d'incendie et de crise de panique. Le personnel présent dans le parc sera formé car c'est lui qui sera l'équipe de sécurité incendie : le personnel recevra donc une formation de base afin de maîtriser un feu initial, les réflexes à avoir sur les opérations d'évacuation et de secourisme vis-à-vis des accidents dues à l'incendie.

V.3. LA PRÉVISION

Elle regroupe les mesures qui vont permettre l'intervention immédiate et faciliter l'extinction de l'incendie. Toutes ces mesures ont été prises en compte dans la construction de notre bâtiment pour lutter contre la naissance ou la propagation de l'incendie.

Les moyens d'interventions de lutte contre l'incendie

Dans notre bâtiment, nous utiliserons les moyens d'interventions suivant :

✚ Matériels d'extinction

Ils comprennent des petits matériels et des gros matériels :

Pour les petits matériels on a :

Des extincteurs portatifs

Pour l'extinction de ces feux nous opterons pour l'une ou l'autre des formules suivantes : un appareil à poudre polyvalente du type 21 A - 34 B (6Kg), au droit de chaque issue.

Elles se décomposent en cinq (05) parties qui sont :

- La nature de l'agent extincteur
- Le mode d'emploi
- Les restrictions et dangers d'utilisation (toxicité, électricité)
- Les renseignements divers sur le chargement, (la vérification, la composition, la capacité)
- Le nom et l'adresse du responsable de l'appareil.



Un système de détection automatique d'incendie



Il est composé d'indicateurs d'action, de déclencheurs manuels, de sirènes d'évacuation, d'équipement de contrôle et de signalisation pour permettre de signaler le moindre problème de feu et évacuer les usagers du bâtiment. L'équipement de contrôle et de signalisation

sera au RDC dans la salle de surveillance.

L'éclairage de sécurité



L'éclairage de sécurité est très important dans notre bâtiment du moment où c'est un ERP. Cela permet l'évacuation facile des usagers du bâtiment. C'est un éclairage artificiel qui, dès la défaillance de l'éclairage artificiel

normal, permet aux personnes de cheminer jusqu'en lieu sûr et de gagner les sorties du bâtiment. Il doit permettre la visibilité des obstacles et l'exécution des manœuvres nécessaires en cas d'incendie. L'éclairage de sécurité est alimenté par une source de sécurité (batterie d'accumulateurs) dont la durée de fonctionnement doit au moins d'une heure



Figure : Déclencheur manuel d'alarme incendie

Reliées au poteau d'incendie et on aura une prise d'incendie située dans les dispositifs d'accès aux escaliers à chaque niveau.

Une colonne d'incendie comprend :

✚ POUR LES GROS MATERIELS, NOUS AVONS :

- * Les colonnes sèches :
- * Un ou plusieurs Poteaux d'incendie
- * Poteaux d'incendie

Les détails des gros matériels en (Annexe V. B)

CH. VI DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Le devis quantitatif est la quantification des éléments qui constitue l'ouvrage (voir annexe VI). Et nous avons attribués les prix unitaires ces quantités qui nous donne le devis estimatif de l'ouvrage par niveau dans le tableau ci-dessous.

Tableau 28: Récapitulatif du devis estimatif par niveau

DESIGNATION	PRIX TOTAL
FONDATION	45 060 550,00
SOUS-SOL	34 113 300,00
RDC	49 870 360,00
R+1	58 505 760,00
R+2	63 603 160,00
R+3	76 839 260,00
R+4	100 225 360,00
GROUPE ELECTROGENE	10 000 000,00
ASCENSEUR	45 000 000,00
RESERVE D'EAU 10m3	13 000 000,00
TOTAL	496 217 750,00
ETUDE ENVIRONNEMENTAL= 1,5%	7 443 266,25
TOTAL HORS TAXE	503 661 016,25
TVA = 18%	90 658 982,93
TOTAL GENERAL	594 319 999,18

Arrêté le présent devis à la somme de : *cinq cent quatre-vingt-quatorze millions trois cent dix-neuf milles neuf cent quatre-vingt-neuf franc CFA.*

CH:VII- DEVIS DESCRIPTIF DES TRAVAUX

VII.1. GENERALITES

Le devis descriptif a pour but de définir la qualité et le mode d'exécution des travaux à réaliser. Dans ce cas, nous avons le programme architectural du bâtiment, suivis des contraintes nécessaires pour une bonne mise en œuvre afin d'obtenir un bâtiment de bonne qualité et à un coût moyen ; enfin définir la consistance des travaux à effectuer et la nature des matériaux à utiliser ; Il comprend:

-  La préparation du site ;
-  Les travaux de gros œuvre ;
-  Les travaux de second œuvre ;
-  Les travaux de VRD ;
-  Les équipements et autres aménagements.

Les travaux définis dans ce présent descriptif concernent la construction d'un bâtiment polyvalent R+4 avec sous-sol

VII.2. DESCRIPTION DU PROJET

Le bâtiment comprend :

Un **sous-sol** à usage de parking, Le **R+3** et **R+4** sont identiques et ne comportent que des chambres.

Tableau 29 : Répartition des pièces

• RDC	• R+1	• R+2	R+3 et R+4
Une salle d'accueil	Une grande salle de conférence de 144 places,	Un restaurant 100 places	42 Chambres 'é42
Une librairie	Une petite salle de conférence 40 places	Une cuisine	
Une lingerie	Quatre bureaux	Une chambre froide, une plonge	
Une petite chapelle	Un secrétariat	Une réserve	
Un magasin	Une salle informatique	Un cafeteria : 35 places	
et des toilettes	Un espace d'exposition	Un salon	
	Et des toilettes	Et des toilettes	

Nous aurons la suite des descriptifs des travaux et matériaux en ([Annexe VII](#))

VII - IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

L'aspect environnemental est très important à prendre en compte dans l'étude d'un projet.

Cela consiste à identifier les composantes de l'environnement pendant la phase d'installation de chantier, de construction et d'exploitation. (Notre étude se limite sur le site)

ETUDE ENVIRONNEMENTAL

Santé publique

Pour l'impact sur la santé publique, nous avons les affections qui sont :

- la création de certaines maladies d'ORL et ophtalmologiques, liées à la production continue de poussières et de bruits pendant des travaux.
- Propagation de maladies sexuellement transmissibles par le contact et le non sensibilisation des ouvriers et des populations riveraines.
- Dégradation de l'air en ce sens que le nombre élevé de véhicule présent dans la zone polluera l'air à cause du CO₂.

Sécurité publique

Nous avons :

- Les accidents de travail sur le chantier ;
- L'encombrement de la voie dû à la présence des engins de construction. La réduction des embouteillages dans les rues du au véhicules mal garé dans la zone.

Environnement physique

Nous avons :

- La modification et la fragilisation de la structure et de la texture du sol ;
- Une modification de l'aspect du paysage ;
- La pollution des eaux.

LES MESURES A PRENDRE

- Arroser le site avant tout travail de terrassement ou tout autre travail qui peut produire des poussières,
- Sensibiliser les ouvriers sur les maladies sexuellement transmissibles;
- Surveiller en ce qui concerne la sécurité au chantier, tout ouvrier doit être en tenue de travail (casque, chaussures de sécurité...),
- Sensibiliser les chauffeurs des engins de respecter les codes de la route au chantier et en ville, de panneaux de signalisation

CONCLUSION

L'objectif de ce projet consistait à faire la conception d'un bâtiment R+4 avec sous-sol qui comprend : les plans architecturaux, les coupes et façades, suivis du dimensionnement des éléments de la structure qui est faite manuellement et avec le logiciel ROBOT DDC, ainsi que les différents ouvrages entrant dans le fonctionnement du bâtiment. Ensuite nous avons fait le devis quantitatif et estimatif de chaque niveau.

La conception du projet à niveau R+4 avec sous-sol pour parking a permis d'économiser en espace et d'avoir plus de place aménagée pour la marche et la méditation.

Ce bâtiment sera réalisé à un prix tout taxe comprise d'environ six cent millions.

Cette étude nous a permis de nous confronter aux difficultés de la conception et du dimensionnement surtout la modélisation de la structure à cause de la variation des plans du RDC au R+3.

BIBLIOGRAPHIE

- **Emst NEUFERT** (*Conception architecturale*)
- **BAEL 91** *modifié 99*
- **HENRY THONIER**, *conception et calcul des structures en bâtiment (Tome 1, Tome 2)*
(1992) 2^{ème} Edition *Conception architecturale et sécurité incendie*
- **Dr. MESSAN**,(2012) : *Cours de béton armé.*
- **Jacques LAMIRAULT, Henri Renaud** :(*Guide de calcul en béton armé*)

ANNEXES

Annexe 1: CONCEPTION DU PROJET

I LES PLANS ARCHITECTURAUX

Figure 16: PLAN SOUS-SOL

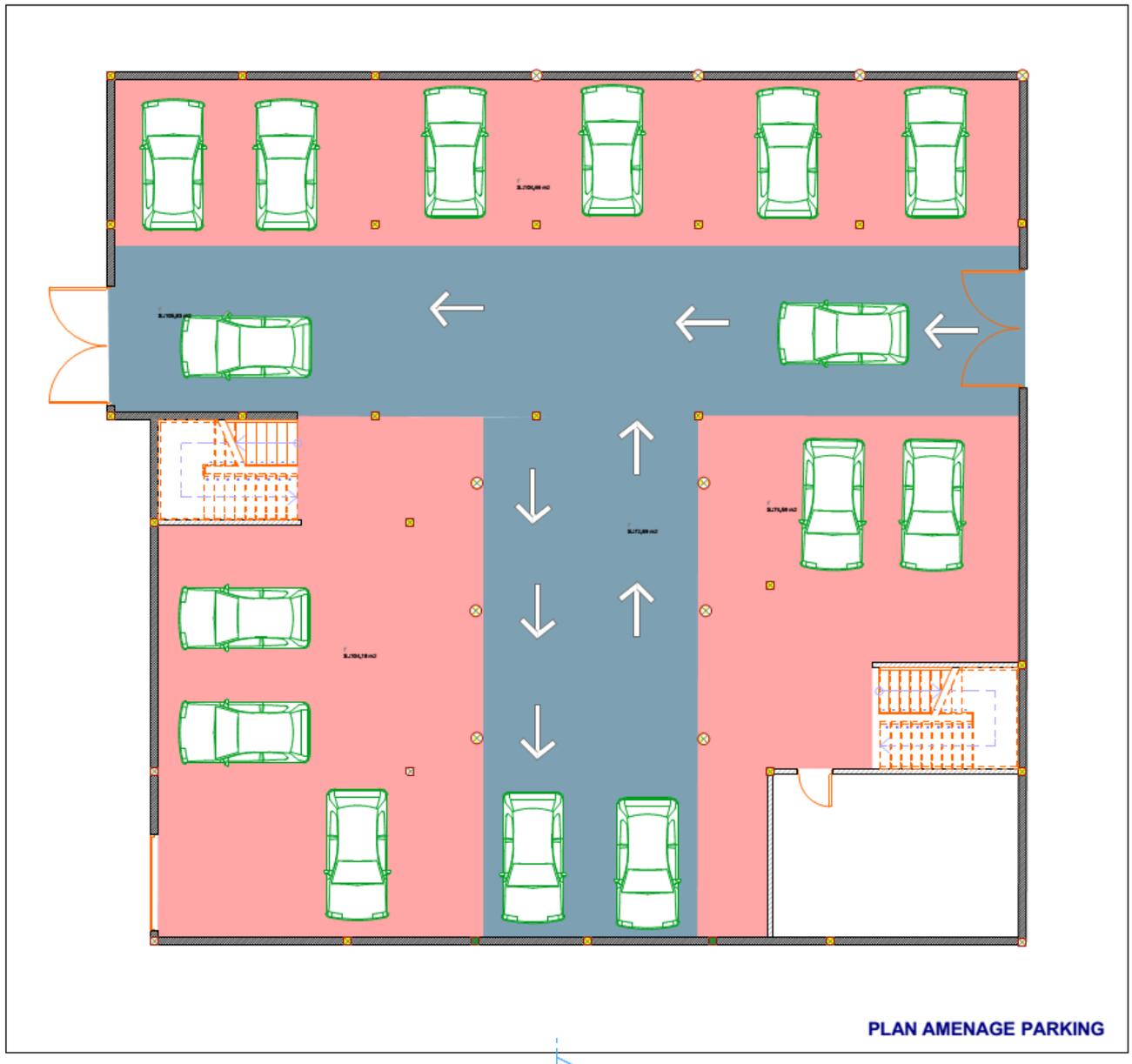


Figure 17 PLAN RDC

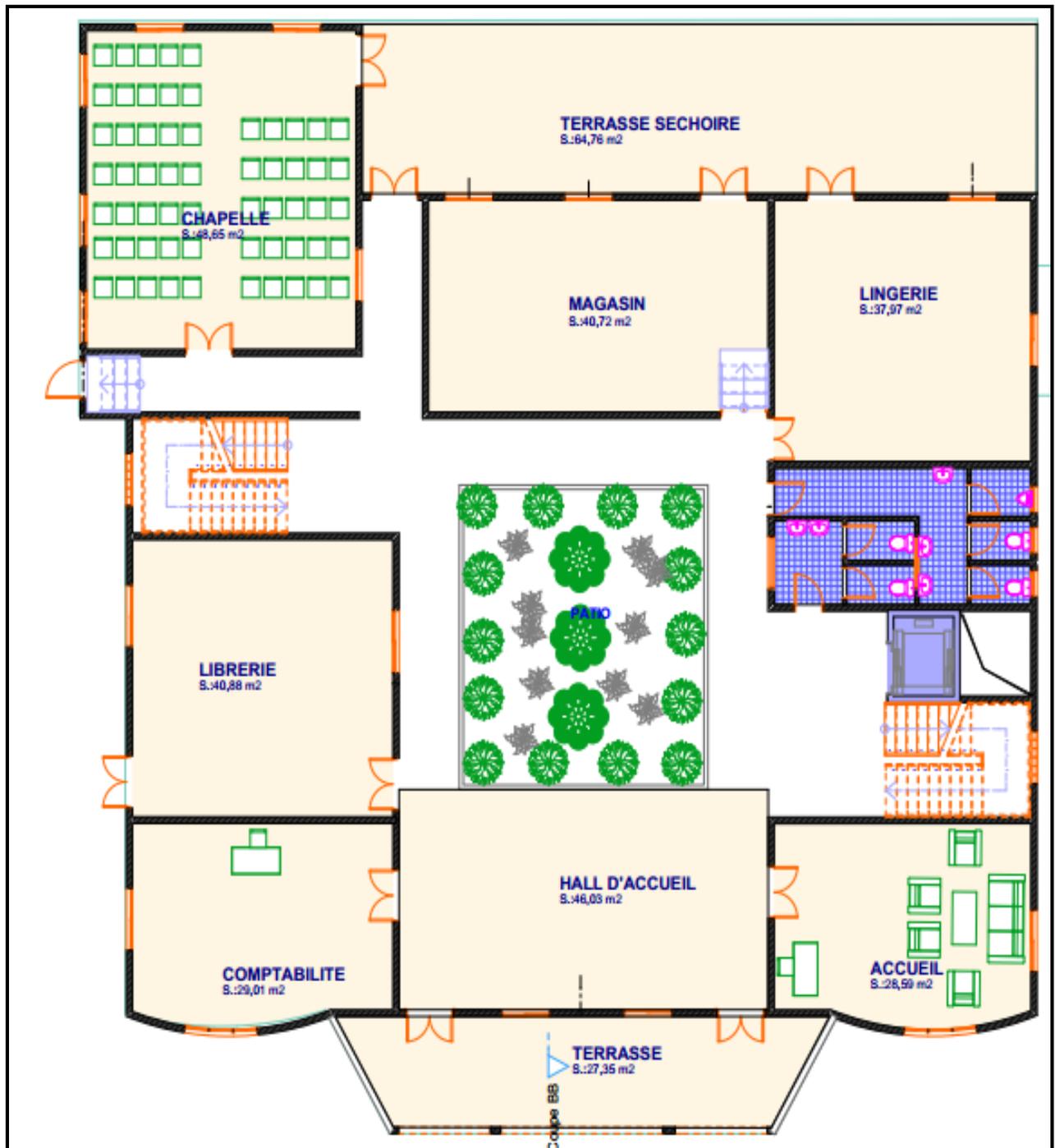


Figure 18: PLAN R+1

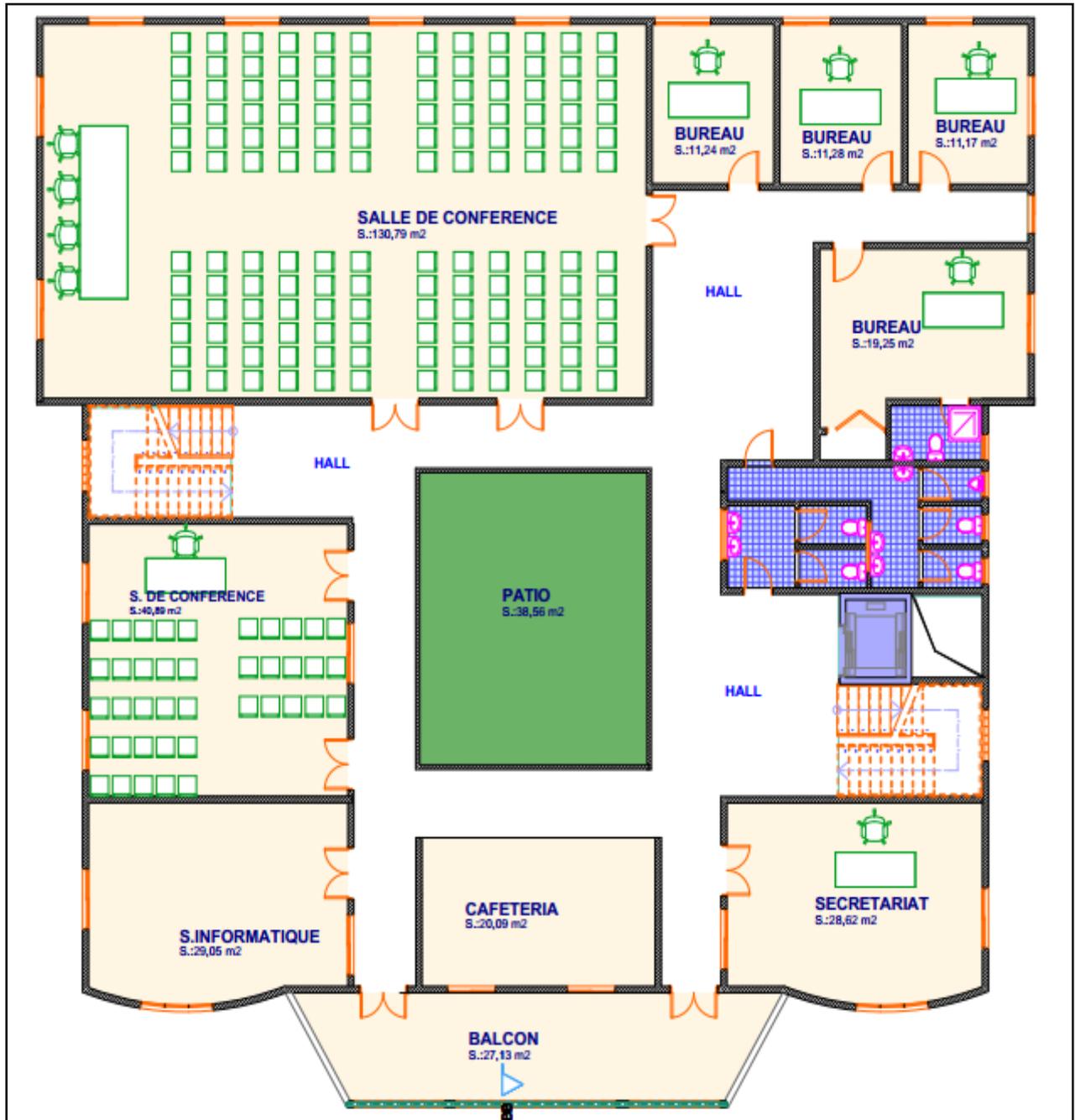


Figure 19: PLAN R+2

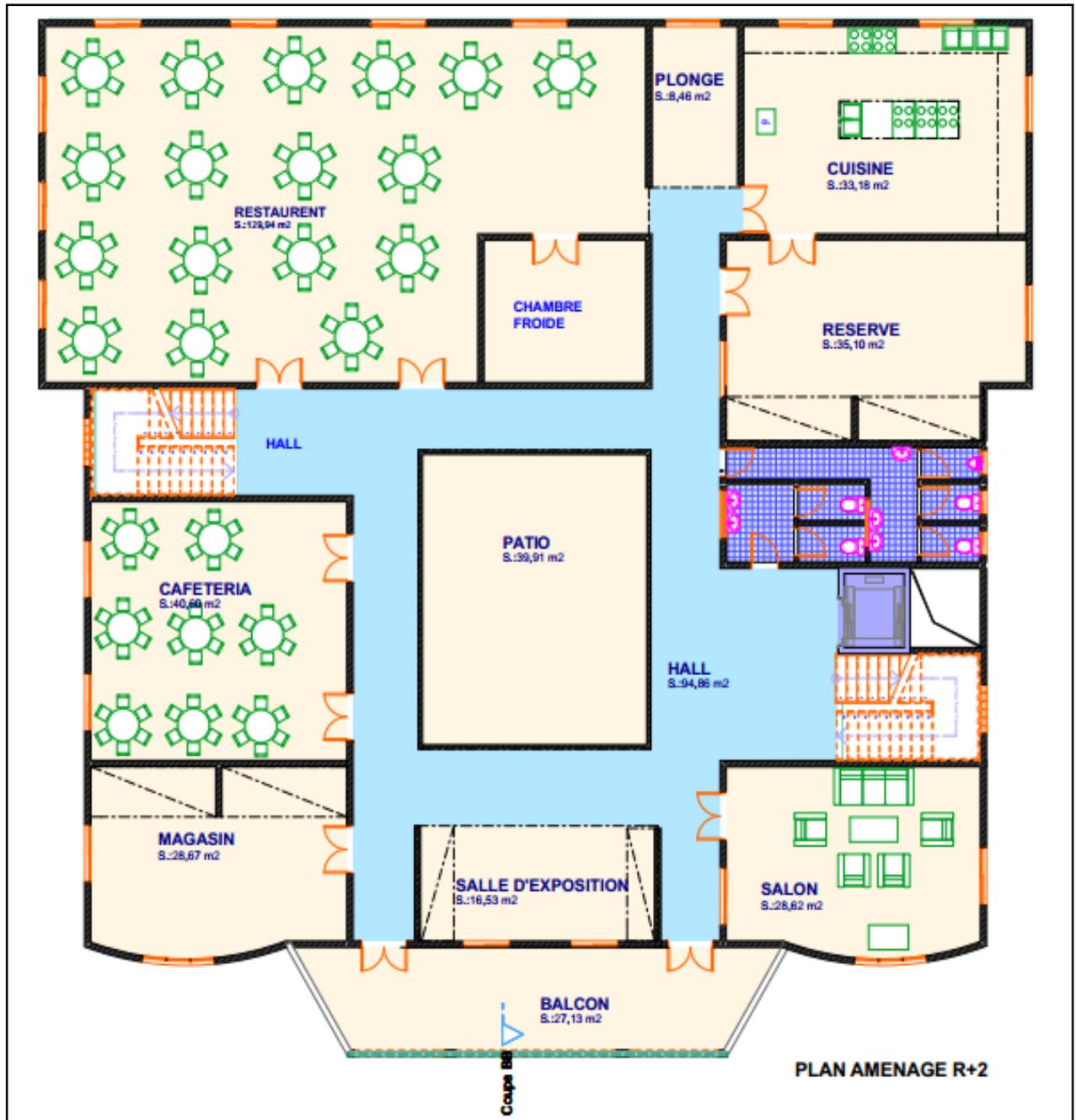


Figure 20: PLAN R+3 et R+4

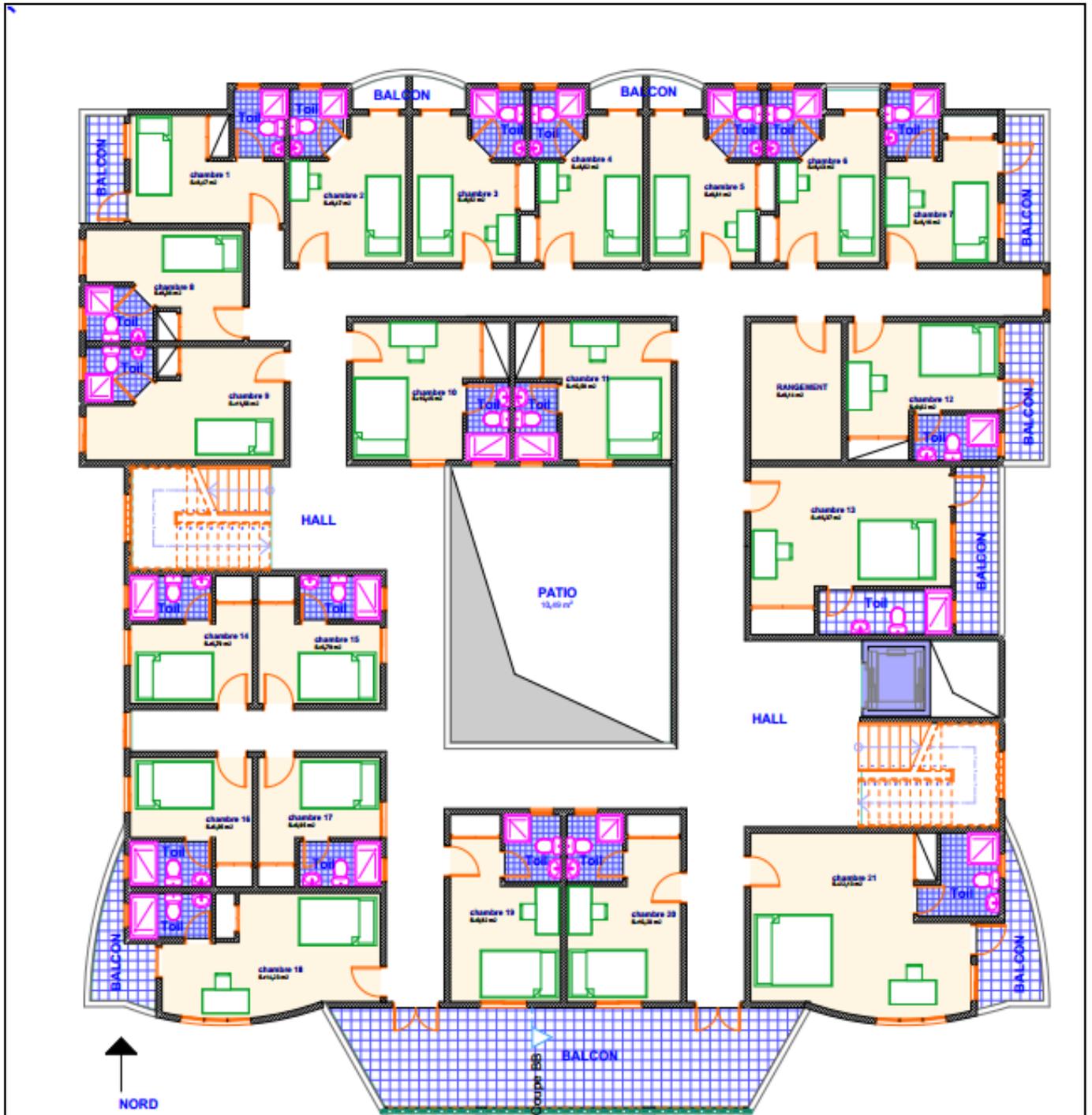
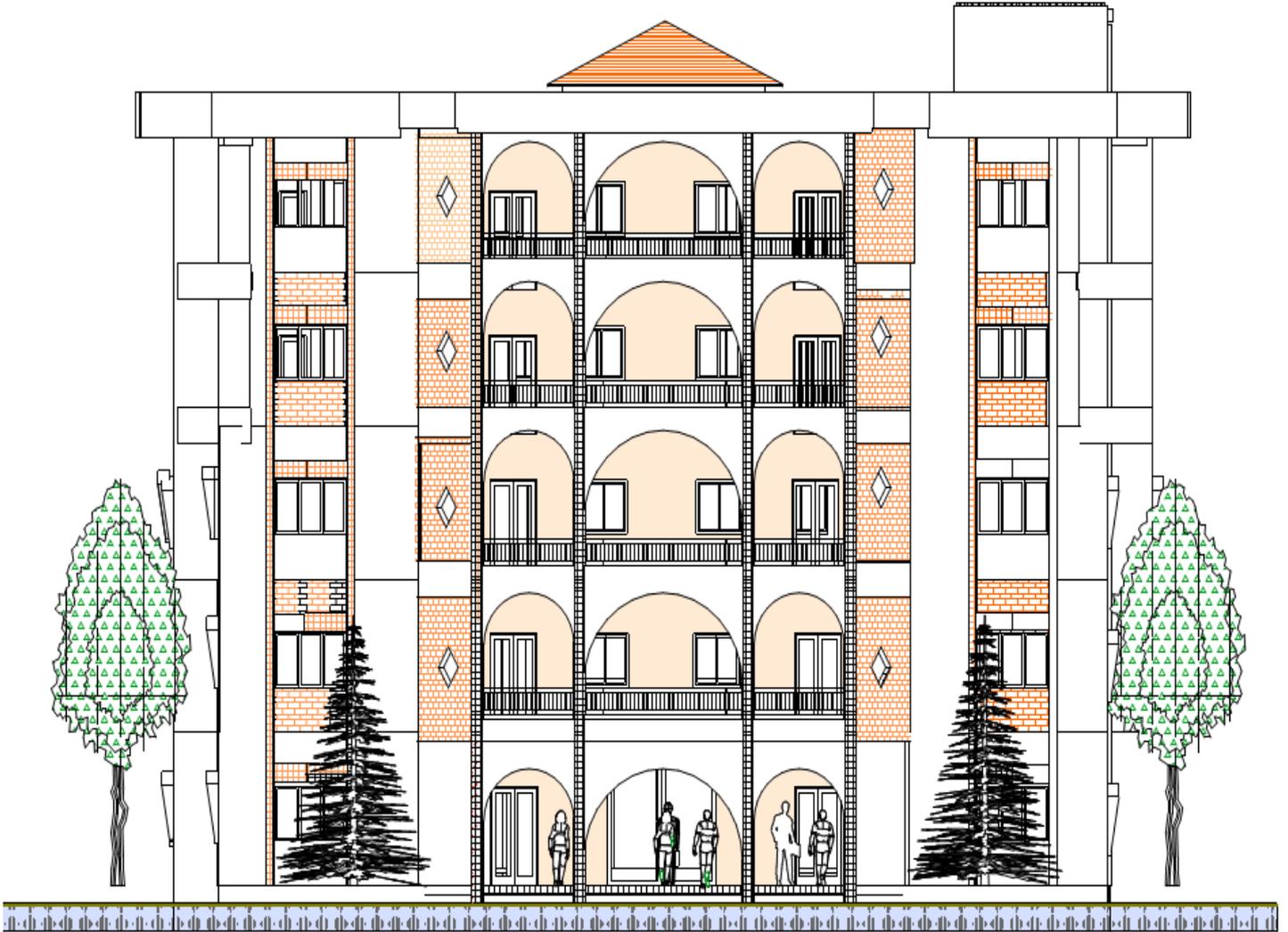


Figure 21: *FACADE PRINCIPALE*



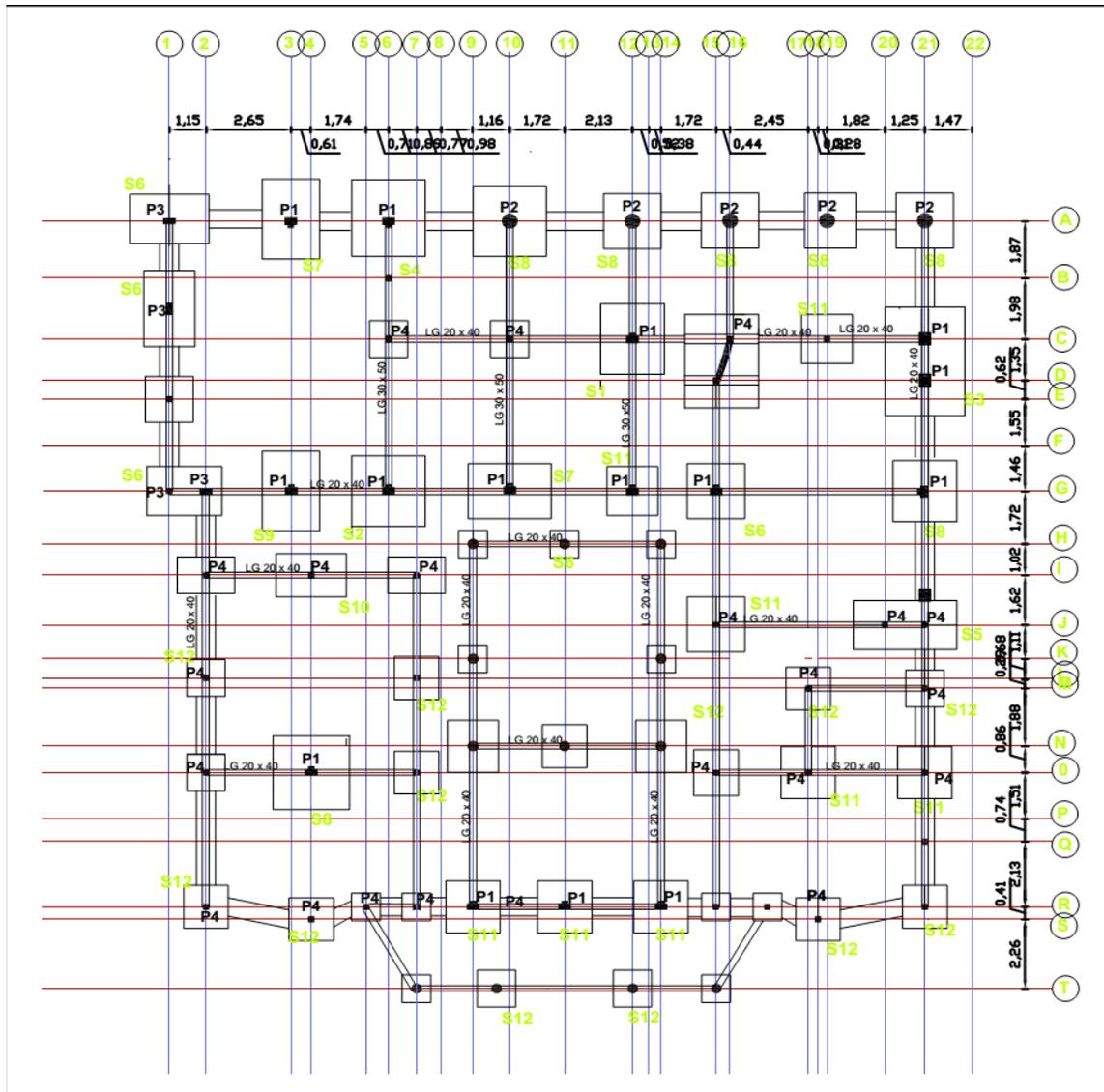


FACADE DROITE

Figure 24: VUE EN PERSPECTIVE



Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité



PLAN DE FONDATION

Famille Semelle	section	Haut	Nombre
S1	3,70 x 2,60	0,65	1
S2	3,05 x 2,30	0,6	2
S3	2,50 x 2,30	0,5	5
S4	2,60 x 1,80	0,45	5
S5	2,00 x 2,00	0,45	1
S6	1,80 x 1,80	0,4	11
S7	1,60 x 1,60	0,4	6
S8	1,80 x 1,20	0,4	2
S9	1,40 x 1,40	0,35	17
S10	1,00 x 1,00	0,3	11

ANNEXE II Note de calcul.

Tableau : descente de charge.

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

DESCENTE DE CHARGE SUR POTEAU N45 FAMILLE P1											
		Charges Permanentes G					Charges d'exploitations Q				
Niveau	Eléments considérés	L	l	h	Charge en kN/m²	Charge en kN/m³	Charge en kN	L	l	Charges en kN/m²	Charges en kN
R+4	Etanchéité	6,5	4,3 5		0,15		4,24				0
	forme de pente	6,5	4,3 5		1,6		45,24				0
	Plancher	6,5	4,3 5		2,85		80,58375	6,5	4,35	2,5	70,6875
	Enduit sous dalle	6,5	4,3 5		0,09		2,54475				0
	Poteau	0,4	0,3 5	3, 4		25	11,9				
	poutre	7,8	0,2	0, 4		25	15,6				0
	cloisonnement	7,7	3		1		23,1				
TOTAL 1							183,2085				70,6875
R+3	carrelage	6,5	4,3 5		0,6		16,965				0
	Plancher	6,5	4,3 5		2,85		80,58375	6,5	4,35	1,5	42,4125
	faux plafond	6,5	4,3 5		0,09		2,54475				0
	poutre	7,8	0,2	0, 5		25	19,5				0
	Poteau	0,4	0,3 5	3, 4		25	11,9				
	cloisonnement	7,7	3		1		23,1				0
TOTAL 2							165,7935				42,4125
R+2	carrelage	6,5	4,3 5		0,6		20,01				0
	Dalle pleine	6,5	4,3 5		5		141,375	6,5	4,35	2,5	83,366
	faux plafond	6,5	4,3 5		0,09		2,54475				0
	poutre	7,8	0,4	0, 8		25	62,4				0
	Poteau	0,4	0,3 5	3, 4		25	11,9				
	cloisonnement	1,5		3	1		4,5				0
TOTAL 3							242,72975				83,37
R+1	carrelage	6,5	4,3 5		0,6		16,965				0

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

	Dalle pleine	6,5	4,3 5		5		141,375	6,5	4,35	5	141,375
	faux plafond	6,5	4,3 5		0,09		2,54475				0
	poutre	7,8	0,4	0, 6		25	46,8				0
	Poteau	0,4	0,3 5	3, 4		25	11,9				
	cloisonnement	4,2	3		1		12,6				0
	TOTAL 4							232,18475			
RDC	carrelage	6,5	4,3 5		0,6		16,965				0
	Dalle pleine	6,5	4,3 5		2,85		80,58375	6,5	4,35	5	141,375
	faux plafond	6,5	4,3 5		0,09		2,54475				0
	poutre	7,8	0,4	0, 6		25	46,8				0
	Poteau	0,4	0,3 5	3, 4		25	13,6				
	cloisonnement	3		3	1		9				0
TOTAL 5							169,4935				141,375
SOUS-SOL	carrelage	6,5	4,3 5		0,6		16,965				0
	Plancher	6,5	4,3 5		2,85		80,58375	6,5	4,35	2,5	70,6875
	faux plafond	6,5	4,3 5		0,09		2,54475				0
	poutre	7,8	0,4	0, 6		25	46,8				0
	Poteau	0,4	0,3 5	3		25	10,5				
	TOTAL 6							157,3935			
TOTAL GENERAL							1150,8035				549,9075

CALCUL DES ARMATURES DE LA POUTRE PP51

II .1 calcul manuel des armature de la poutre la plus chargée.

✓ **Calcul des armatures longitudinales**

Le calcul des armatures tendues et armatures comprimées.

Caractéristiques des matériaux

1.1. Béton

$$f_{bu} = 0,85 \times \frac{30}{1 \times 1,5} = 17MPa$$

$$\bar{\sigma}_{be} = 0,6 \times 30 = 18 MPa$$

1.2. Aciers

$$f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 347,83 \text{ MPa}$$

Sollicitation de flexion

- ELU

Mouvement fléchissant maximal

$$M_{ut} = 1760,11 \text{ kN.m}$$

$$M_{uapp} = 593,39 \text{ kN.m}$$

- ELS

$$M_{sert} = 1040,76 \text{ kN.m}$$

$$M_{ser app} = 347,72 \text{ kN.m}$$

- Coefficient γ

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} = \frac{1760,11}{1040,76} = 1,69$$

Moment limite ultime

Par la formule approchée valable pour FeE400 et $f_{e28} \leq 30\text{Mpa}$

$$10^4_{\mu_{lu}} = 3440\theta_j + \frac{f_{e28}}{E} - 3050$$

$$10^4_{\mu_{lu}} = 3440 \times 1 \times 1,69 + 49 \times \frac{30}{1} 10^4_{\mu_{lu}} = 4233,6$$

$$10^4_{\mu_{lu}} = 0,423$$

Calcul des armatures tendues et des armatures comprimées éventuelles

1.3.Nécessité d'aciers comprimés

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{b_o \cdot d^2 \times f_{bu}} = \frac{2,76011[Mn.m]}{0,4[m] \times 0,72(m^2) \times 17[MPa]}$$

$$\mu_{bu} = 0,499 > \mu_{bu} = 0,423$$

Il faut des aciers comprimés si on ne veut pas changer b_o ; d et f_{c28}

NB : Nous gardons b_o et f_{c28} et on change d .

$$h = 120 \Rightarrow d = 0,9h = 108\text{cm}$$

$$d' = 10,8 \text{ cm}$$

*sollicitations nouvelles

ELU

$$M_{u_{t10}} = 2315,05 \text{ kN.m}$$

$$M_{u_{app}} = 122,01 \text{ kN.m}$$

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

ELS

$$M_{ser_{t11}} = 1378,25 \text{ kN.m} \quad M_{ser_{app}} = 72,20 \text{ kN.m}$$

❖ calcul du coefficient γ

$$\gamma = \frac{M_{ut}}{M_{ser_t}} = \frac{2315,07}{1378,25} = 1,68$$

❖ calcul de μ_{lu} par la formule approchée

- Calcul de μ_{bu}

$$\mu_{bu} = 0,291 < \mu_{ln} \text{ pas d'aciers comprimés}$$

$$\mu_{bu} = 0,291 > 0,275 \text{ Méthode exacte}$$

Calcul de α

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}) \quad \alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,291})$$

$$\alpha = 0,441$$

Calcul de Z_b

$$Z_b = d(1 - 0,4\alpha) Z_b = 108(1 - 0,4 \times 0,441) \Rightarrow Z_b = 88,95$$

Calcul de A_s

$$A_s = \frac{Mu}{Z_b \cdot f_{ed}} = \frac{2,31507 \times 10^4}{0,88 \times 347,83} = 75,63 \text{ cm}^2$$

Choix : 25 HA 20 \Rightarrow 78,5 cm²

$\mu_{bu} = 0,291 > 0,03 \Rightarrow$ Vérification des A_{min}

$$A_{min} = 0,23 \times \frac{f_{t28}}{f_e} \times b_0 \times d$$

$$f_{t28} = 0,06 \times f_{e28} \Rightarrow f_{t28} = 2,4 \text{ MPa}$$

$$A_{min} = 0,23 \times \frac{2,4}{400} \times 40 \times 10c \Rightarrow A_{min} = 5,96 \text{ cm}^2$$

$$A_{réel} = 78,5 \text{ cm}^2 > A_{min} = 5,36 \text{ cm}^2$$

Conclusion

Les résultats sont satisfaisants, le calcul à la main est légèrement supérieur au calcul fait avec robot.

25 HA20 ~ 20HA20.

Calcul des armatures sur appuis

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

❖ calcul de coefficient γ

$$\gamma = \frac{Mu_{ap}}{M_{ser\ ap}} = \frac{122,01}{72,20} = 1,68$$

❖ Calcul de μ_{lu}

$$\mu_{lu} = 0,416$$

❖ Calcul de μ_{bu}

$$\mu_{bu} = \frac{Mu_{ap}}{b_0 \cdot d^2 \times f_{bn}} = \frac{0,12201}{0,4 \times 1,08 \times 17}$$

$\mu_{bu} = 0,015 < \mu_{lu}$ pas d'acier comprimé

$$\mu_{bu} = 0,015 < 0,275 = \mu_{lu} \Rightarrow A' = 0$$

$\mu_{bu} = 0,015 < 0,275 \Rightarrow$ formule simplifiée

$$Z_b = d(1 - 0,6\mu_{bu}) \quad Z_b = 1,08(1 - 0,6 \times 0,015)$$

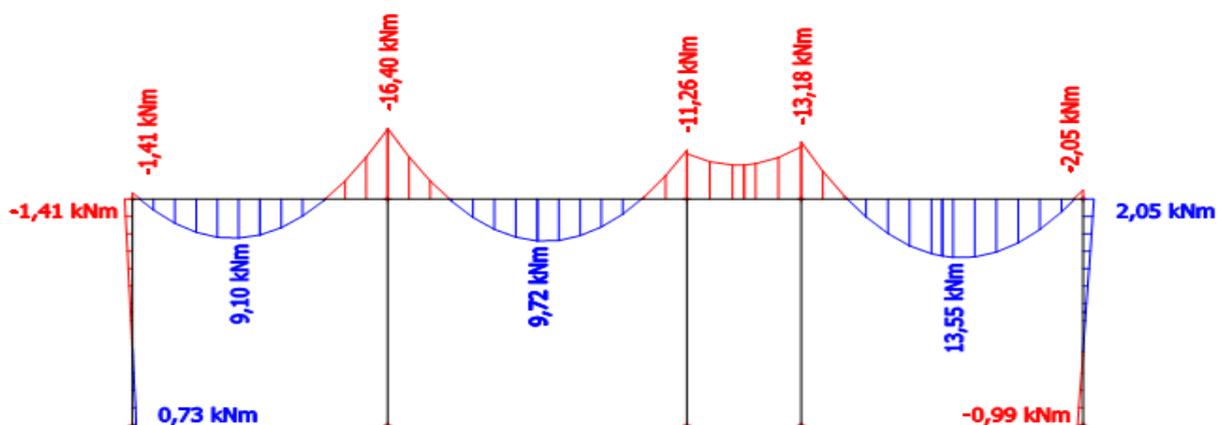
$$Z_b = 1,07\text{m}$$

$$A_s = \frac{Mu}{Z_b \cdot f_{ed}} = \frac{0,122 \times 10^4}{1,07 \times 347,83} = 3,28 \text{ cm}^2$$

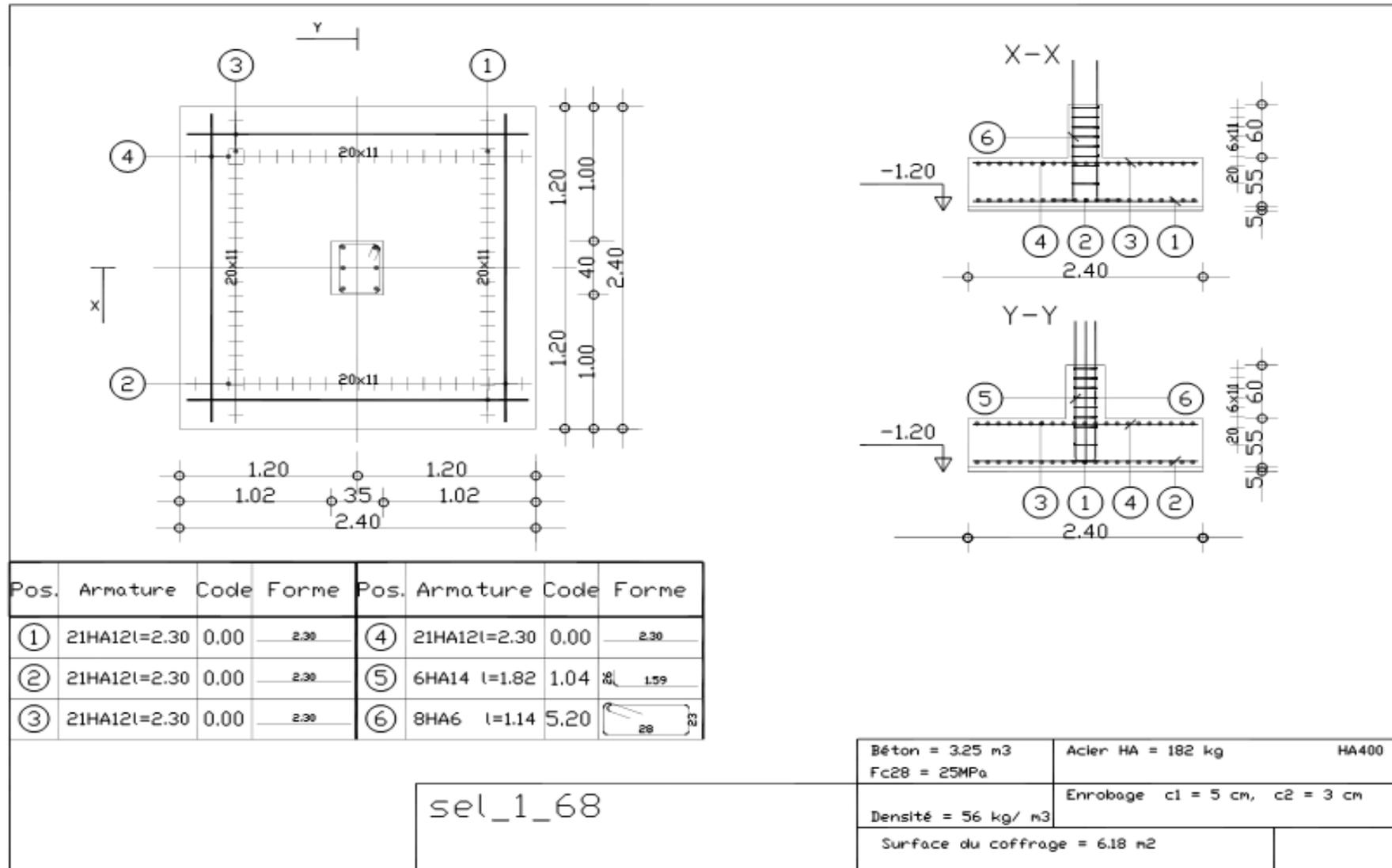
Choix : $A_{S_{r\acute{e}e\ l}} = 5 \text{ HA } 10 = 3,95 \text{ cm}^2$

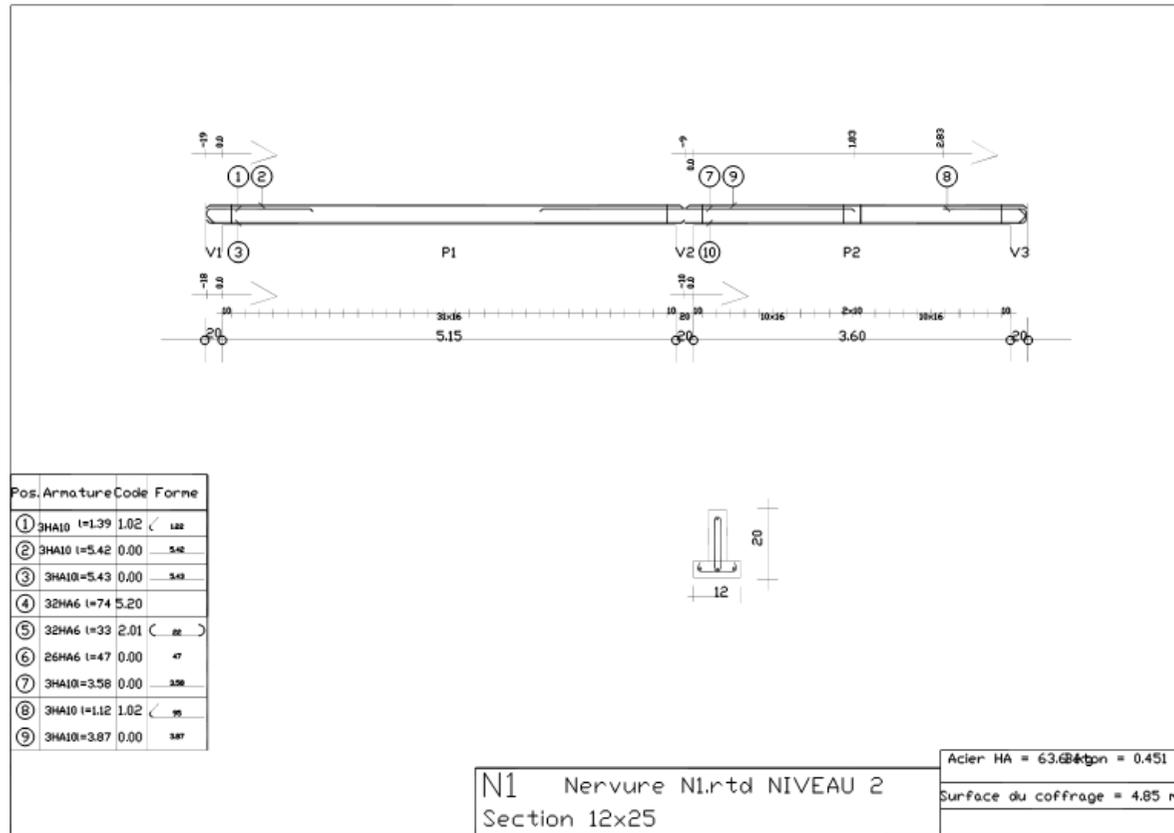
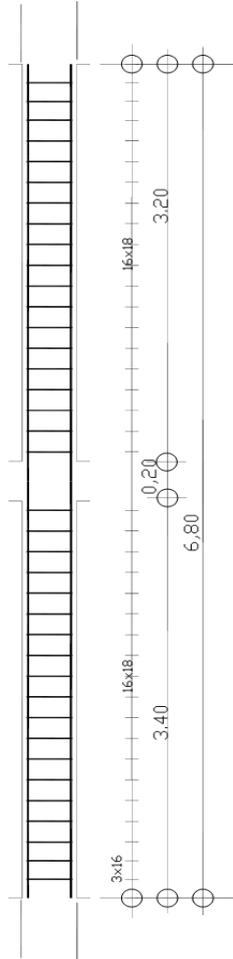
Poutre hyperstatique.

✓ Nouvelles sollicitations internes *My ELS*



SEMELLE ISOLE





1 NOTE DE CALCUL DE LA LONGRINE

- Nom : Longrine
- Cote de niveau : ---
- Tenue au feu : 1/2 h
- Fissuration : peu préjudiciable
- Milieu : non agressif

2 Longrine : LG 1

Nombre : 1

2.1 Caractéristiques des matériaux :

- Béton : $f_{c28} = 20,00$ (MPa) Densité = 2500,00 (kG/m³)
- Aciers longitudinaux : type HA $f_e = 400,00$ (MPa)
- Aciers transversaux : type HA $f_e = 400,00$ (MPa)

2.2 Géométrie :

2.2.1	Désignation	Position	APG (m)	L (m)	APD (m)
	P1	Travée	0,30	2,35	0,30

Section de 0,00 à 2,35 (m)
30,0 x 50,0 (cm)
Pas de plancher gauche
Pas de plancher droit

2.2.2	Désignation	Position	APG (m)	L (m)	APD (m)
	P2	Travée	0,30	6,30	0,30

Section de 0,00 à 6,30 (m)
30,0 x 50,0 (cm)
Pas de plancher gauche
Pas de plancher droit

2.3 Hypothèses de calcul :

- Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99
- Dispositions sismiques : non
- Poutres préfabriquées : non
- Enrobage : Aciers inférieurs $c = 2,5$ (cm)
: latéral $c1 = 2,5$ (cm)
: supérieur $c2 = 2,5$ (cm)

2.4 Chargements :

2.4.1 Répartis :

Type	Nature (kN/m)	Liste (m)	X0 (m)	Pz0 (kN/m)	X1	Pz1 (m)	X2 (kN/m)	Pz2	X3 (m)
poids propre	permanente	1-2	-	-	-	-	-	-	-
uniforme	permanente	1	-	47,25	-	-	-	-	-
uniforme	d'exploitation		1	-	9,38	-	-	-	-
uniforme	d'exploitation		2	-	9,38	-	-	-	-
uniforme	permanente	2	-	47,25	-	-	-	-	-

2.5 Résultats théoriques :

N° charge	Type	Etat limite Coefficient de sécurité	Désignation	x(m)	Valeur	Capacité de
1.	M [kN*m]	ELU	1 2.42	-259.47	-256.48	0.99

2.5.1 Réaction pour les cas simples

Appui V1

Cas	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
-	-	50,12	-	0,00
-	-	10,27	-	0,00
-	-	-14,42	-	0,00
-	-	-72,65	-	0,00

Appui V2

Cas	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
-	-	84,77	-	0,00
-	-	12,04	-	0,00
-	-	49,32	-	-0,00
-	-	248,59	-	0,00

Appui V3

Cas	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
-	-	7,96	-	-0,00
-	-	-0,28	-	0,00
-	-	24,15	-	-0,00
-	-	121,74	-	-0,00

2.5.2 Sollicitations ELU

Désignation	Mtmax.	Mtmin.	Mh	Mb	Vh	Vb
-------------	--------	--------	----	----	----	----

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN)	(kN)
P1	0,00	-202,72	-17,63	-259,47	-51,42	-228,64
P2	286,90	-0,00	-259,47	76,46	307,06	-208,75

2.5.3 Sollicitations ELS

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mh (kN*m)	Mb (kN*m)	Vh (kN)	Vb (kN)
P1	2,36	-73,11	2,46	-103,69	-36,95	-168,39
P2	248,21	-0,00	-103,69	61,91	226,34	-153,85

2.5.4 Sollicitations ELU - combinaison rare

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mh (kN*m)	Mb (kN*m)	Vh (kN)	Vb (kN)
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

2.5.5 Sections Théoriques d'Acier

Désignation (cm2)	Travée (cm2)		Appui gauche (cm2)		Appui droit	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	1,48	0,00	1,48	1,37	0,00	21,68
P2	46,70	20,23	23,54	21,68	28,15	2,60

2.5.6 Flèches

- Fgi - flèche due aux charges permanentes totales
- Fgv - flèche de longue durée due aux charges permanentes
- Fji - flèche due aux charges permanentes à la pose des cloisons
- Fpi - flèche due aux charges permanentes et d'exploitation
- Ft - part de la flèche totale comparable à la flèche admissible
- Fadm - flèche admissible

Travée	Fgi (cm)	Fgv (cm)	Fji (cm)	Fpi (cm)	□Ft (cm)	Fadm (cm)
P1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,5
P2	0,3	0,8	0,0	0,6	1,1	1,1

2.5.7 Contrainte dans la bielle comprimée

Valeur admissible : 10,67 (MPa)

Travée	Appui gauche (MPa)	Appui droit (MPa)
P1	1,34	5,98
P2	8,03	5,46

2.6 Résultats théoriques - détaillés :

2.6.1 P1 : Travée de 0,30 à 2,65 (m)

Abscisse min. (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.				
	M max. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (cm2)	M min. (cm2)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M max. (kN*m)	M (kN*m)
0,30	0,00	-17,63	2,46	-0,00	0,00	0,00	1,37	1,48	0,00
0,54	0,00	-32,82	2,46	-0,74	0,00	0,00	2,12	1,37	0,00
0,77	0,00	-51,76	2,46	-5,24	0,00	0,00	3,40	1,37	0,00
1,01	0,00	-74,45	2,36	-13,19	0,00	0,00	4,98	1,37	0,00
1,24	0,00	-100,89		1,49	-23,95	0,00	0,00	6,91	1,37
1,48	0,00	-131,09		0,00	-37,53	0,00	0,00	9,23	0,00
1,71	0,00	-165,03		0,00	-53,91	0,00	0,00	12,06	0,00
1,95	0,00	-202,72		0,00	-73,11	0,00	0,00	15,51	0,00
2,18	0,00	-246,01		0,00	-96,36	0,00	0,00	20,07	0,00
2,42	0,00	-259,47		0,00	-103,69	0,00	0,00	0,00	21,68
2,65	0,00	-259,47		0,00	-103,69	0,00	0,00	0,00	21,68

2.6.2 P2 : Travée de 2,95 à 9,25 (m)

Abscisse min. (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.				
	M max. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (cm2)	M min. (cm2)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M max. (kN*m)	M (kN*m)
2,95	0,00	-259,47	9,14	-103,69	0,00	0,00	0,00	0,00	21,68
3,58	34,47	-196,66	75,05	-65,83	0,00	0,00	0,00	14,93	26,67
4,21	122,14	-55,50	154,39	-0,00	0,00	0,00	10,09	31,59	10,09
4,84	208,38	-0,00	209,23	-0,00	0,00	0,00	17,13	38,21	17,13
5,47	262,15	-0,00	240,12	-0,00	0,00	0,00	20,07	44,15	20,07
6,10	283,45	-0,00	248,21	-0,00	0,00	0,00	20,53	46,46	20,53
6,73	286,90	-0,00	247,57	-0,00	0,00	0,00	20,23	46,70	20,23
7,36	278,50	-0,00	237,05	-0,00	0,00	0,00	18,11	46,11	18,11
7,99	243,62	-0,00	202,61	-0,00	0,00	0,00	12,51	41,94	12,51
8,62	176,28	-25,36	144,23	-18,69	0,00	0,00	3,09	35,19	3,09
9,25	76,46	-39,95	61,91	-29,43	0,00	0,00	2,60	28,15	0,00

2.7 Ferrailage :

2.7.1 P1 : Travée de 0,30 à 2,65 (m)

Ferrailage longitudinal :

- Aciers inférieurs
6 HA 12,0 l = 1,89 de 0,03 à 1,72
- Aciers de montage (haut)
6 HA 8,0 l = 2,75 de 0,03 à 2,78
- Aciers de montage (bas)
6 HA 8,0 l = 1,30 de 1,48 à 2,78
- Chapeaux
6 HA 12,0 l = 1,77 de 0,20 à 1,97
6 HA 12,0 l = 1,22 de 0,85 à 2,07

Ferrailage transversal :

- 7 Cad HA 6,0 l = 1,52
 $e = 1*0,20 + 2*0,40 + 1*0,35 + 2*0,30 + 1*0,25$ (m)
- 14 Cad HA 6,0 l = 1,17
 $e = 1*0,20 + 2*0,40 + 1*0,35 + 2*0,30 + 1*0,25$ (m)

2.7.2 P2 : Travée de 2,95 à 9,25 (m)

Ferrailage longitudinal :

- Aciers inférieurs
6 HA 20,0 l = 7,74 de 2,13 à 9,53
6 HA 20,0 l = 7,07 de 2,75 à 9,48
6 HA 20,0 l = 4,01 de 4,60 à 8,61
- Aciers de montage (haut)
6 HA 8,0 l = 6,70 de 2,83 à 9,53
- Chapeaux
6 HA 16,0 l = 5,79 de 0,97 à 6,76
6 HA 16,0 l = 5,35 de 1,51 à 6,86
6 HA 16,0 l = 3,95 de 5,44 à 9,39
6 HA 16,0 l = 2,81 de 5,34 à 8,15

Ferrailage transversal :

- 34 Cad HA 6,0 l = 1,52
 $e = 1*0,07 + 5*0,13 + 3*0,16 + 9*0,20 + 1*0,18 + 15*0,20$ (m)
- 68 Cad HA 6,0 l = 1,17
 $e = 1*0,07 + 5*0,13 + 3*0,16 + 9*0,20 + 1*0,18 + 15*0,20$ (m)

3 Quantitatif :

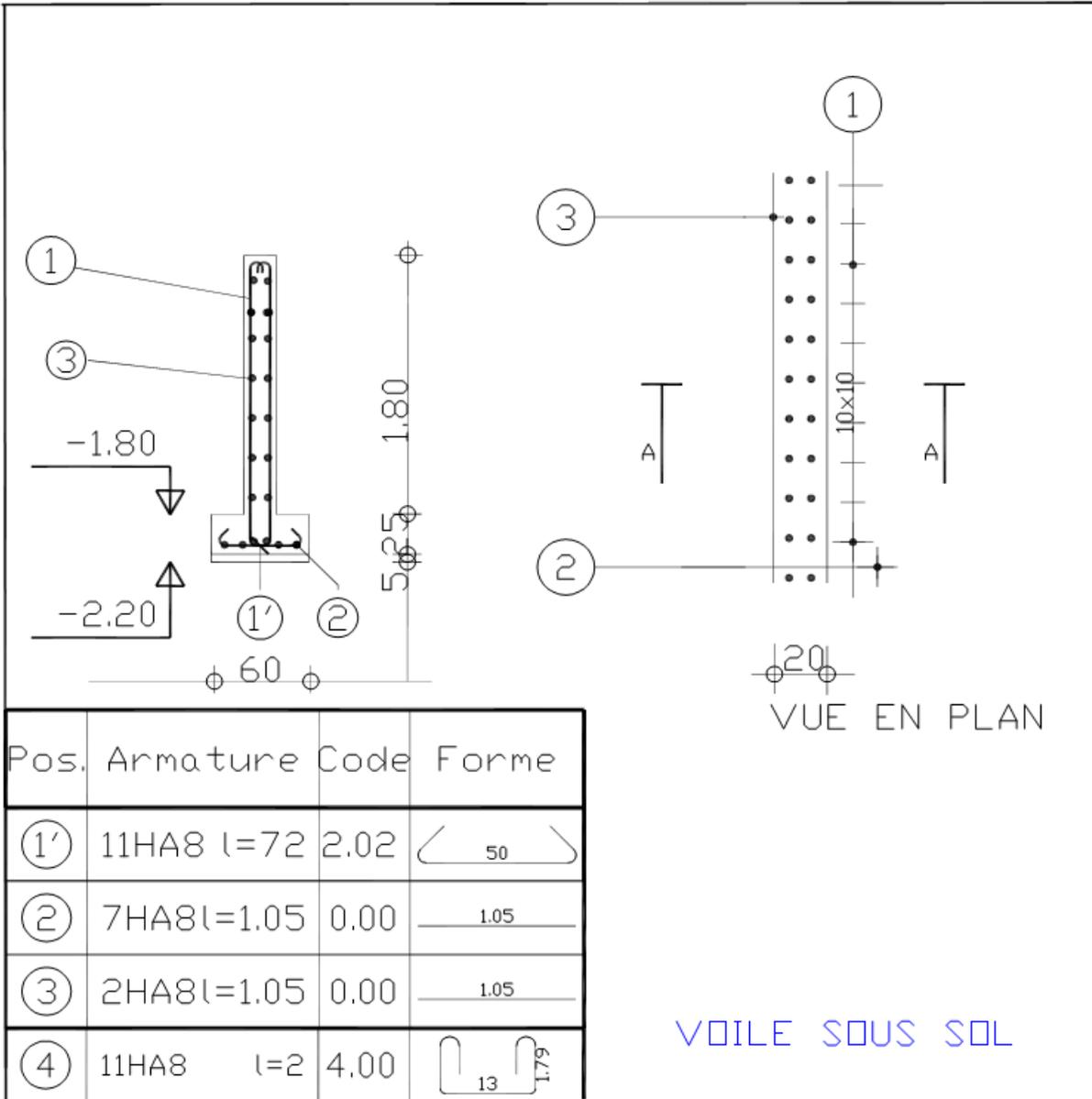
- Volume de Béton = 1,43 (m³)
- Surface de Coffrage = 12,45 (m²)

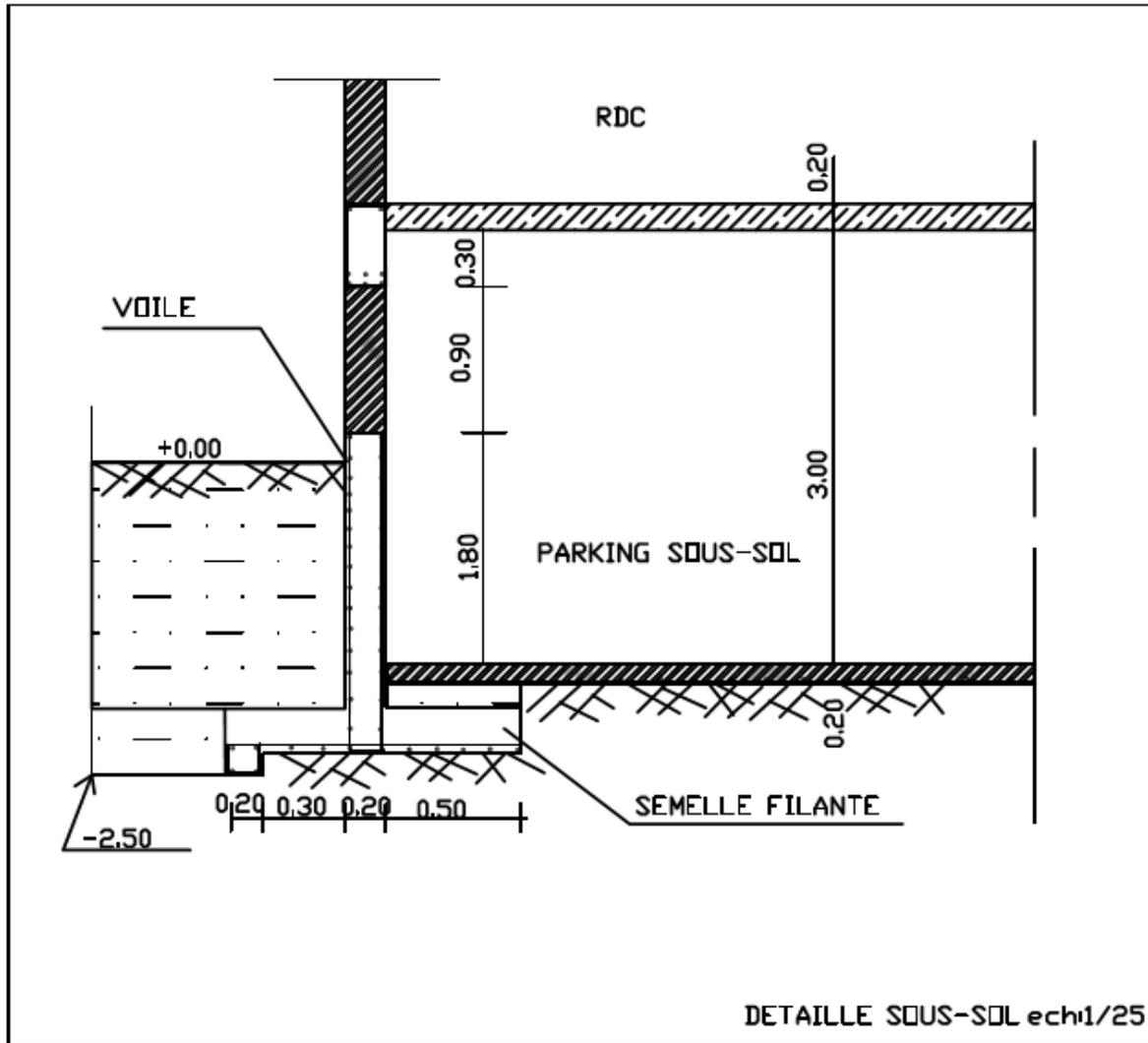
- Acier HA
 - Poids total = 534,46 (kG)
 - Densité = 373,10 (kG/m³)
 - Diamètre moyen = 12,3 (mm)
 - Liste par diamètres :

**Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte
du foyer de charité**

Diamètre	Longueur (m)	Poids (kG)
6,0	157,69	35,01
8,0	64,50	25,46
12,0	29,24	25,97
16,0	107,38	169,53
20,0	112,89	278,50

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité





ANNEX IV ELECTRICITE

Tableau récapitulatif des appareils

Niveau	Local	Type d'appareil	Nombre
sous-sol	parking	Spots de 36 W	20
		Prises (2P+T)	8
	Chapelle	Spots de 36 W	6
		Brasseur d'air	6
		Prises (2P+T)	4
	librairie	Tubes fluorescents F36	6

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

RDC		Brasseur d'air	4
		Prises (2P+T)	4
		Climatiseur (split système)	1
	comptabilité	Tubes fluorescents F36	2
		Brasseur d'air	1
		Prises (2P+T)	2
		Climatiseur (split système)	1
	magasin	Tubes fluorescents F36	3
		Prises (2P+T)	2
	lingerie	Tubes fluorescents F36	4
		Prises (2P+T)	4
	accueil	Tubes fluorescents F 36	2
		Brasseur d'air	1
		Prises (2P+T)	4
	hall d'accueil	Applique plafonnière	4
	Cage escalier	Tubes fluorescents F18	4
	terrasse	Tubes fluorescents F18	4
	toilette	Tubes fluorescents F18	8
	Hall	Tubes fluorescents F18	10
patio	Globes	4	
Grande Salle de conférence	Grande Salle de conférence	Spots de 36 W	40
		Brasseur d'air	28
		Climatiseur (split système)	8
		Prises (2P+T)	20
	petite Salle de conférence	Spots de 36 W	6
		Brasseur d'air	6
		Prises (2P+T)	4
		Climatiseur (split système)	2
		Tubes fluorescents F36	4

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

R+1	Salle informatique	Prises informatique	4
		Brasseur d'air	2
		Prises (2P+T)	6
		Climatiseur (split système)	2
	secrétariat	Tubes fluorescents F36	2
		Brasseur d'air	2
		Prises (2P+T)	2
	4 Bureaux	Tubes fluorescents F36	4
		Brasseur d'air	4
		Climatiseur (split système)	4
		Prises (2P+T)	8
	cafeteria	Tubes fluorescents F36	2
		Brasseur d'air	2
		Prises (2P+T)	4
	Cage escalier	Tubes fluorescents F18	4
	Balcon	Tubes fluorescents F18	4
	toilette	Tubes fluorescents F18	8
	Hall	Tubes fluorescents F18	10
	patio	Applique murale étanche	4
Restaurant	Spots de 36 W	18	
		Brasseur d'air	10
		Climatiseur (split système)	4
		Prises (2P+T)	8
	Cuisine	Tubes fluorescents F36	6
		Aspirateur d'air	6
		Prises (2P+T)	4
	Salon	Tubes fluorescents F36	2
		Brasseur d'air	2
		Prises (2P+T)	6

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

R+2		Prises de TV	2
		Climatiseur (split système)	1
	Réserve	Tubes fluorescents F36	2
		Prises (2P+T)	3
	magasin	Tubes fluorescents F36	4
		Prises (2P+T)	4
	Chambre froide	Applique murale étanche	4
		Système de refroidissement	1
	Cage escalier	Tubes fluorescents F18	4
	Balcon	Tubes fluorescents F18	4
	toilette	Tubes fluorescents F18	8
	Hall	Tubes fluorescents F18	10
	patio	Applique murale étanche	4
R+3 et R+4	Chambres	Tubes fluorescents F36	1
		Brasseur d'air	1
		Climatiseur (split système)	1
		Applique murale	2
		Prises (2P+T)	2
		Prise de TV	20
	Cage escalier	Tubes fluorescents F18	4
	Balcon	Tubes fluorescents F18	4
	toilettes	Tubes fluorescents F18	8
	Hall	Tubes fluorescents F18	10
	patio	Applique murale étanche	4

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

Tableau 30 : calcul de puissance

Récepteurs	Puissance unitaire (W)	Nombre	Puissance cumulée (W)
Tubes fluorescents F18	18	124	2232
Tubes fluorescents F36	36	184	6624
Spots de 18 W	18	24	432
Spots de 36 W	36	170	6120
Eclairage public	150	5	750
Brasseurs d'air	50	122	6100
Ordinateur	175	15	2625
Ascenseur	7800	1	7800
Climatiseurs de 2CV	4400	64	281600
Puissance totale en W			314283

ANNEXE VI : DEVIS ESTIMATIF

DEVIS ESTIMATIF R+4 AVEC SOUS-SOL					
N°	Désignation des Ouvrages	U	Qté	Prix U	P.total
I	TERRASSEMENT				
1	Décapage et nivellement	m ²	1225	700	857 500
2	Implantation de l'ouvrage	FF	1	300000	300 000
3	Excavation pour sous-sol	m ³	1300	3500	4 550 000
4	Fouille pour semelles isolées	m ³	192	4000	768 000
	Fouille pour semelles filantes	m ³	24	3000	72 000
5	Remblais provenant des fouilles	m ³	1516	2500	3 790 000
	sous-total terrassements				10 337 500
II	INFRASTRUCTURES				
1	Béton de propreté de 5cm d'épaisseur	m ³	5,8	75 000	435 000
2	Béton armé dosé à 350 kg/m ³ pour semelles isolées y compris coffrages (forme de glacis)	m ³	79,7	150 000	11 955 000
3	Béton armé dosé à 350 kg/m ³ pour semelles filantes	m ³	24	150 000	3 600 000
4	Béton armé dosé à 350 kg/m ³ pour poteau amorce	m ³	7,167	150 000	1 075 050
5	Béton armé dosé à 350 kg/m ³ pour longrines	m ³	25,56	150 000	3 834 000

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

6	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour socle d'escaliers	m ³	0,9	150 000	135 000
7	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour dallage	m ³	86,7	150 000	13 005 000
8	Maçonneries d'agglomérés pleins de 20x20x40 pour soubassement	m ²	68,4	10 000	684 000
sous-total infrastructures					34723050
TOTAL FONDATION					45 060 550
SOUS-SOL					
I	GROS ŒUVRE				
1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour poteaux	m ³	16,8	150 000	2 520 000
2	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour voiles	m ³	48	150 000	7 200 000
3	Béton armé pour poutre	m ³	24,68	150 000	3 702 000
4	Plancher corps creux	m ²	520	17 500	9 100 000
5	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour dalle pleine	m ³	8,4	150 000	1 260 000
6	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour escaliers	m ³	12,31	150 000	1 846 800
sous-total gros œuvre					25 628 800
II ELECTRICITE					
1	Cablage, filerie générale, mise à la terre.	ens	1	200 000	200 000
2	Prise courant 2P+T	U	4	3 000	12 000
3	Réglette de 1,20 m	U	5	7 500	37 500
4	Réglette de 0,6 m	U	2	5 000	10 000
5	Aplique mural etanche	U	5	7 500	37 500
6	Alarmes sonores	U	2	15 000	30 000
7	Extincteurs	U	3	100 000	300 000
8	Détecteurs incendie	U	5	250 000	1 250 000
sous-total electricité					1 877 000
III PEINTURES					
1	Enduit plastique type marmorex sur toutes les surfaces en béton armé	m ²	1560	4 000	6 240 000
2	Peinture glycéro sur menuiseries	m ²	105	3 500	367 500
sous-total peintures					6 607 500
TOTAL SOUS-SOL					34 113 300
RDC					
I	GROS ŒUVRE				
1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour poteaux	m ³	15,53	150 000	2 329 500
2	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour voiles	m ³	6,65	150 000	997 500
3	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour dalle pleine	m ³	22,19	150 000	3 328 500

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

4	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour chainage	m ³	6,16	150 000	924 000
5	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour poutres	m ³	25,9	150 000	3 885 000
6	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour escaliers	m ³	12,31	150 000	1 846 800
7	Maçonnerie en agglos creux de 15*20*40	m ²	573,6	6500	3728400
8	Maçonnerie en agglos creux de 10*20*40	m ²	28	5000	140000
9	plancher corps creux	m ²	437	17 500	7 647 500
	sous-total gros œuvre				24 827 200
II REVETEMENT ENDUITS ET PEINTURES					
1	Enduit sous plancher	m2	520	2500	1300000
2	Enduit sur mur	m ²	1568	2000	3136000
3	Enduit plastique type marmorex sur toutes les surfaces en béton armé	m ²	1568	5 000	7 840 000
4	Peinture glycéro sur menuiseries	m ²	105	3 500	367 500
5	Revêtement en carraux	m ²	565	7500	899160
6	Plinthe	m ²	24,8	2500	62000
7	Carreaux en faïence pour toilette	m ²	28	7000	196000
	Sous total II				13800660
III MENUISERIE METALLIQUE ET BOIS					
1	Portes métallique vitrées de 120*220	U	12	150000	1800000
2	Portes métallique vitrées de 80*220	U	8	90000	720000
3	Portes isoplans de 70*220	U	5	55000	275000
4	Fenêtres métalliques vitrées de 160*120	U	2	90000	180000
5	Fenêtres métalliques vitrées de 120*120	U	18	80000	1440000
6	Fenêtres métalliques vitrées de 100*180	U	2	75000	150000
7	Fenêtres métalliques vitrées de 60*60	U	5	60000	300000
	Sous total III				4865000
IV ELECTRICITE					
1	Sujection et branchement	ens.		450000	450000
2	Ensemble boitiers pour divers appareils	ens.		170000	170000
3	Ensemble tubes à gorges PVC pour divers foureautes	ens.	1	150000	150000
4	Ensemble filerie cadres alimentation de divers app.	ens.	1	140000	140000
5	Lampes néons de 120	U	17	8000	136000
6	Plafonnier	U	11	9000	99000
7	Applique murale	U	7	9500	66500
8	Lampes néons de 60	U	28	4500	126000
9	Prises de courant simple	U	15	3000	45000

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

10	Prise de télévision	U	3	3500	10500
11	Prises de téléphone	U	6	3500	21000
12	Interupteur simple allumage	U	16	3000	48000
13	Interupteur double allumage	U	18	3500	63000
14	Interrupteur vas et vient	U	9	3500	31500
15	Climatiseur 2cv	U	3	220000	660000
16	Brasseur d'air muni de réhostat	U	12	55000	660000
17	Mise en terre (toutes sujctions)	ens.		70000	70000
18	detecteur incendie	U	3	250 000	750 000
19	Alarmes sonores	U	3	15 000	45 000
20	Extincteurs	U	6	100 000	600 000
	Sous total IV				4341500
V	PLOMBERIE SANITAIRE				
1	W.C à l'anglaise	U	5	90000	450000
2	Lavabos de 50*65	U	5	65000	325000
3	Evier de 60*150	U	4	75000	300000
4	Glace pour lavabos	U	5	15000	75000
5	Porte serviette	U	2	6000	12000
6	Porte papier hygiénique	U	2	7000	14000
7	Ensemble fosse septiques	U	2	400000	800000
8	Ensemble tuyauterie	ens	1	60000	60000
	Sous total V				2036000
	TOTAL RDC				49 870 360
R+1					
I	GROS ŒUVRE				
1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour poteaux	m ³	15,85	200 000	3 170 000
2	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour voiles	m ³	6,65	200 000	1 330 000
3	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour dalle pleine	m ³	22,19	200 000	4 438 000
4	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour chainage	m ³	6,56	200 000	1 312 000
5	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour poutres	m ³	25,54	200 000	5 108 000
6	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour escaliers	m ³	12,31	200 000	2 462 400
7	Béton armé pour plancher	m ³	27,22	200 000	5444000
8	Maçonnerie en agglos creux de 15*20*40	m ²	619,5	6500	4026750
9	Maçonnerie en agglos creux de 10*20*40	m ²	28	5000	140000
10	plancher corps creux	m ²	432	17 500	7 560 000
	sous-total gros œuvre				34 991 150
II	REVETEMENT ENDUITS ET PEINTURES				

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

1	Enduit sous plancher	m2	459,3	2500	1148250
2	Enduit sur mur	m ²	918,6	2000	1837200
3	Enduit plastique type marmorex sur toutes les surfaces en béton armé	m ²	918,6	5 000	4 593 000
4	Peinture glycéro sur menuiseries	m ²	105	3 500	367 500
5	Revêtement en carreaux	m ²	580	7500	899160
6	Plinthe	m ²	29,8	2500	74500
7	Carreaux en faïence pour toilette	m ²	28	7000	196000
	Sous total II				9115610
III	MENUISERIE METALLIQUE ET BOIS				
1	Portes métallique vitrées de 120*220	U	9	150000	1350000
2	Portes métallique vitrées de 80*220	U	4	90000	360000
3	Portes isoplans de 70*220	U	5	55000	275000
4	Fenêtres métalliques vitrées de 160*120	U	2	90000	180000
5	Fenêtres métalliques vitrées de 120*120	U	20	80000	1600000
6	Fenêtres métalliques vitrées de 100*180	U	2	75000	150000
7	Fenêtres métalliques vitrées de 60*60	U	5	60000	300000
	Sous total III				4215000
IV	ELECTRICITE				
1	Sujection et branchement	ens.		450000	450000
2	Ensemble boitiers pour divers appareils	ens.		170000	170000
3	Ensemble tubes à gorges PVC pour divers foureaotages	ens.	1	150000	150000
4	Ensemble filerie cadres alimentation de divers app.	ens.	1	140000	140000
5	Lampes néons de 120	U	26	8000	208000
6	Plafonnier	U	11	9000	99000
7	Applique murale	U	7	9500	66500
8	Lampes néons de 60	U	25	4500	112500
9	Prises de courant simple	U	22	3000	66000
10	Prise de télévision	U	3	3500	10500
11	Prises de téléphone	U	4	3500	14000
12	Interupteur simple allumage	U	16	3000	48000
13	Interupteur double allumage	U	15	3500	52500
14	Interrupteur vas et vient	U	8	3500	28000
15	Climatiseur 2cv	U	16	220000	3520000
16	Brasseur d'air muni de réhostat	U	44	55000	2420000
17	Mise en terre (toutes sujctions)	ens.		70000	70000
18	detecteur incendie	U	3	250 000	750 000
19	Alarmes sonores	U	3	15 000	45 000
20	Extincteurs	U	6	100 000	600 000

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

	Sous total IV				9020000
V	PLOMBERIE SANITAIRE				
1	W.C à l'anglaise	U	6	90000	540000
2	Lavabos de 50*65	U	6	65000	390000
3	Evier de 60*150	U	1	75000	75000
4	Glace pour lavabos	U	4	15000	60000
5	Porte serviette	U	3	6000	18000
6	Porte papier hygiénique	U	3	7000	21000
8	Ensemble tuyauterie	0	1	60000	60000
	Sous total V				1164000
	TOTAL R+1				58 505 760
R+2					
I	GROS ŒUVRE				
1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour poteaux	m ³	26,64	250 000	6 660 000
2	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour voiles	m ³	6,65	250 000	1 662 500
3	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour dalle pleine	m ³	27	250 000	6 750 000
4	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour chainage	m ³	9,53	250 000	2 382 500
5	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour poutres	m ³	26,45	250 000	6 612 500
6	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour escaliers	m ³	12,31	250 000	3 078 000
7	Maçonnerie en agglos creux de 15*20*40	m ²	630,5	6500	4098250
8	Maçonnerie en agglos creux de 10*20*40	m ²	28	5000	140000
9	plancher corps creux	m ²	432	17 500	7 560 000
	sous-total gros œuvre				38 943 750
II	REVETEMENT ENDUITS ET PEINTURES				
1	Enduit sous plancher	m ²	565	2500	1412500
2	Enduit sur mur	m ²	1334	2000	2668000
3	Enduit plastique type marmorex sur toutes les surfaces en béton armé	m ²	1334	5 000	6 670 000
4	Peinture glycéro sur menuiseries	m ²	105	3 500	367 500
5	Revêtement en carreaux	m ²	585	7500	899160
6	Plinthe	m ²	22,5	2500	56250
7	Carreaux en faïence pour toilette	m ²	28	7000	196000
	Sous total II				12269410
III	MENUISERIE METALLIQUE ET BOIS				

**Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte
du foyer de charité**

1	Portes métallique vitrées de 120*220	U	12	150000	1800000
2	Portes métallique vitrées de 80*220	U	7	90000	630000
3	Portes isoplanes de 70*220	U	5	55000	275000
4	Fenêtres métalliques vitrées de 160*120	U	2	90000	180000
5	Fenêtres métalliques vitrées de 120*120	U	20	80000	1600000
6	Fenêtres métalliques vitrées de 100*180	U	2	75000	150000
7	Fenêtres métalliques vitrées de 60*60	U	5	60000	300000
	Sous total III				4935000
IV	ELECTRICITE				
1	Sujection et branchement	ens.		450000	450000
2	Ensemble boîtiers pour divers appareils	ens.		170000	170000
3	Ensemble tubes à gorges PVC pour divers foureaudages	ens.	1	150000	150000
4	Ensemble filerie cadres alimentation de divers app.	ens.	1	140000	140000
5	Lampes néons de 120	U	26	8000	208000
6	Système de chambre froide	U	1	1500000	1500000
7	Applique murale	U	7	9500	66500
8	Lampes néons de 60	U	25	4500	112500
9	Prises de courant simple	U	20	3000	60000
10	Prise de télévision	U	5	3500	17500
11	Prises de téléphone	U	6	3500	21000
12	Interrupteur simple allumage	U	16	3000	48000
13	Interrupteur double allumage	U	15	3500	52500
14	Interrupteur vas et vient	U	20	3500	70000
15	Climatiseur 2cv	U	5	220000	1100000
16	Brasseur d'air muni de réhostat	U	12	55000	660000
17	Mise en terre (toutes sujctions)	ens.		70000	70000
18	detecteur incendie	U	3	250 000	750 000
19	Alarmes sonores	U	3	15 000	45 000
20	Extincteurs	U	6	100 000	600 000
	Sous total IV				6291000
V	PLOMBERIE SANITAIRE				
1	W.C à l'anglaise	U	6	90000	540000
2	Lavabos de 50*65	U	6	65000	390000
3	Evier de 60*150	U	1	75000	75000
4	Glace pour lavabos	U	4	15000	60000
5	Porte serviette	U	3	6000	18000
6	Porte papier hygiénique	U	3	7000	21000
8	Ensemble tuyauterie	0	1	60000	60000
	Sous total V				1164000

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

	TOTAL R+2				63 603 160
R+3					
I	GROS ŒUVRE				
1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour poteaux	m ³	23,3	300 000	6 990 000
2	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour voiles	m ³	6,65	300 000	1 995 000
4	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour chaînage	m ³	9,94	300 000	2 982 000
5	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour poutres	m ³	26,52	300 000	7 956 000
6	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour escaliers	m ³	12,31	300 000	3 693 600
8	Maçonnerie en agglos creux de 15*20*40	m ²	928,5	6500	6035250
9	Maçonnerie en agglos creux de 10*20*40	m ²	150	5000	750000
10	plancher corps creux	m ²	570	17 500	9 975 000
	sous-total gros œuvre				40 376 850
II REVETEMENT ENDUITS ET PEINTURES					
1	Enduit sous plancher	m ²	585	2500	1462500
2	Enduit sur mur	m ²	1925	2000	3850000
3	Enduit plastique type marmorex sur toutes les surfaces en béton armé	m ²	1925	5 000	9 625 000
4	Peinture glycéro sur menuiseries	m ²	205	3 500	717 500
5	Revêtement en carreaux	m ²	585	7500	899160
6	Plinthe	m ²	33,3	2500	83250
7	Carreaux en faïence pour toilette	m ²	28	7000	196000
	Sous total II				16833410
	sous-total peintures				16 833 410
III MENUISERIE METALLIQUE ET BOIS					
1	Portes métallique vitrées de 120*220	U	2	150000	300000
2	Portes métallique vitrées de 80*220	U	18	90000	1620000
3	Portes isoplanes de 70*220	U	21	55000	1155000
4	Fenêtres métalliques vitrées de 160*120	U	2	90000	180000
5	Fenêtres métalliques vitrées de 120*120	U	24	80000	1920000
6	Fenêtres métalliques vitrées de 100*180	U	2	75000	150000
7	Fenêtres métalliques vitrées de 60*60	U	22	60000	1320000
	Sous total III				6645000
IV ELECTRICITE					
1	Sujection et branchement	ens.		450000	450000
2	Ensemble boitiers pour divers appareils	ens.		170000	170000
3	Ensemble tubes à gorges PVC pour divers foureautes	ens.	1	150000	150000

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

4	Ensemble filerie cadres alimentation de divers app.	ens.	1	140000	140000
5	Lampes néons de 120	U	22	8000	176000
6	Plafonnier	U	10	9000	90000
7	Applique murale	U	35	9500	332500
8	Lampes néons de 60	U	22	4500	99000
9	Prises de courant simple	U	48	3000	144000
10	Prise de télévision	U	10	3500	35000
11	Prises de téléphone	U	21	3500	73500
12	Interrupteur simple allumage	U	25	3000	75000
13	Interrupteur double allumage	U	15	3500	52500
14	Interrupteur vas et vient	U	21	3500	73500
15	Climatiseur 2cv	U	20	220000	4400000
16	Brasseur d'air muni de réostat	U	21	55000	1155000
17	Mise en terre (toutes sujctions)	ens.		70000	70000
18	detecteur incendie	U	3	250 000	750 000
19	Alarmes sonores	U	3	15 000	45 000
20	Extincteurs	U	6	100 000	600 000
	Sous total IV				9081000
V	PLOMBERIE SANITAIRE				
1	W.C à l'anglaise	U	21	90000	1890000
2	Lavabos de 50*65	U	21	65000	1365000
4	Glace pour lavabos	U	21	15000	315000
5	Porte serviette	U	21	6000	126000
6	Porte papier hygiénique	U	21	7000	147000
8	Ensemble tuyauterie	0	1	60000	60000
	Sous total V				3903000
	TOTAL R+3				76 839 260
R+4					
I	GROS ŒUVRE				
1	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour poteaux	m ³	23,3	350 000	8 155 000
2	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour voiles	m ³	6,65	350 000	2 327 500
4	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour chainage	m ³	9,94	350 000	3 479 000
5	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour poutres	m ³	25,52	350 000	8 932 000
6	Beton arme dosé à 350 kg/m3 pour escaliers	m ³	12,31	350 000	4 309 200
7	Béton armé pour plancher toiture terrasse	m3	85,5	350 000	29925000
8	Maçonnerie en agglos creux de 15*20*40	m ²	928,5	6500	6035250
9	Maçonnerie en agglos creux de 10*20*40	m ²	150	5000	750000
	sous-total gros œuvre				63 912 950

Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte du foyer de charité

II REVETEMENT ENDUITS ET PEINTURES					
1	Enduit sous plancher	m2	585	2500	1462500
2	Enduit sur mur	m ²	1925	2000	3850000
3	Enduit plastique type marmorex sur toutes les surfaces en béton armé	m ²	1925	5 000	9 625 000
4	Peinture glycéro sur menuiseries	m ²	205	3 500	717 500
5	Revêtement en carraux	m ²	585	7500	899160
6	Plinthe	m ²	33,3	2500	83250
7	Carreaux en faïence pour toilette	m ²	28	7000	196000
	Sous total II				16833410
III MENUISERIE METALLIQUE ET BOIS					
1	Portes métallique vitrées de 120*220	U	2	150000	300000
2	Portes métallique vitrées de 80*220	U	18	90000	1620000
3	Portes isoplanes de 70*220	U	21	55000	1155000
4	Fenêtres métalliques vitrées de 160*120	U	2	90000	180000
5	Fenêtres métalliques vitrées de 120*120	U	24	80000	1920000
6	Fenêtres métalliques vitrées de 100*180	U	2	75000	150000
7	Fenêtres métalliques vitrées de 60*60	U	22	60000	1320000
	Sous total III				6645000
IV ELECTRICITE					
1	Sujection et branchement	ens.		450000	450000
2	Ensemble boitiers pour divers appareils	ens.		170000	170000
3	Ensemble tubes à gorges PVC pour divers foureaotages	ens.	1	150000	150000
4	Ensemble filerie cadres alimentation de divers app.	ens.	1	140000	140000
5	Lampes néons de 120	U	22	8000	176000
6	Plafonnier	U	10	9000	90000
7	Applique murale	U	35	9500	332500
8	Lampes néons de 60	U	22	4500	99000
9	Prises de courant simple	U	48	3000	144000
10	Prise de télévision	U	10	3500	35000
11	Prises de téléphone	U	21	3500	73500
12	Interupteur simple allumage	U	25	3000	75000
13	Interupteur double allumage	U	15	3500	52500
14	Interrupteur vas et vient	U	21	3500	73500
15	Climatiseur 2cv	U	20	220000	4400000
16	Brasseur d'air muni de réhostat	U	21	55000	1155000
17	Mise en terre (toutes sujctions)	ens.		70000	70000
18	detecteur incendie	U	3	200 000	600 000
19	Alarmes sonores	U	3	15 000	45 000

**Etude d'ingénierie d'un bâtiment R+4 avec sous-sol à usage polyvalent pour le compte
du foyer de charité**

20	Extincteurs	U	6	100 000	600 000
	Sous total IV				8931000
V	PLOMBERIE SANITAIRE				
1	W.C à l'anglaise	U	21	90000	1890000
2	Lavabos de 50*65	U	21	65000	1365000
4	Glace pour lavabos	U	21	15000	315000
5	Porte serviette	U	21	6000	126000
6	Porte papier hygiénique	U	21	7000	147000
8	Ensemble tuyauterie	0	1	60000	60000
	Sous total V				3903000
	TOTAL R+4				100 225 360
	Groupe électrogène				10 000 000
	ASCENSEUR				45 000 000
	RESERVE D'EAU 10m3				13 000 000
	TOTAL GENERAL				496 217 750
	ETUDE D'IMPACTE ENVIRONNEMENTAL		1%		7 443 266,25
	TOTAL HORS TAXE				503 661 016
	TVA = 18% PHT				90658982,93
	TOTAL GENERAL				594 319 999

ANNEXE :V. ETUDE DE SECURITE ET PROTECTION INCENDIE

(Annexe A)

a. Dispositions constructives

Pour la construction de ce bâtiment polyvalent, nous allons tenir compte des règles en matière de sécurité incendie s'appliquant aux ERP.

L'ossature du bâtiment est en béton armé qui est un matériau de classe M0 et incombustible, et qui présente une stabilité ainsi qu'une résistance mécanique suffisante, tandis que les murs de remplissage sont en parpaing creux qui sont moins résistants que le béton.

Les planchers séparatifs sont résistants au feu et coupe-feu d'un degré d'une heure et demie. Les murs de remplissages sont coupe-feu d'un degré d'une heure.

Le plancher en dalle pleine, d'épaisseur 15 cm, sera de durée coupe-feu de 3 h, tandis que les planchers à corps creux de 20cm (16+ 4) seront de durée de 2 h.

Les deux escaliers sont protégés par des sas, ventilés par légère surpression en permanence et les portes coupe-feu ayant un degré de résistance au feu de 30 minutes.

Installation électrique

Dans le cas de l'électricité, nous utiliserons des câbles électriques de type CR1 pour l'alimentation des appareils électriques tels que l'éclairage de sécurité, le désenfumage, l'ascenseur etc.... et pour les gaines et conduits de gaz combustible au niveau des cuisines, nous utiliserons des câbles C1, (non propagateur d'incendie) définis par la norme C32.070.

Disposition de sécurité

Ventilation et désenfumage

Les installations de ventilation et de désenfumage permettent l'évacuation des fumées et des gaz chauds en cas d'incendie. Nous avons deux types de ventilation :

- la ventilation naturelle

- la ventilation mécanique.

Alimentation de secours

Une alimentation de remplacement, indépendante de l'alimentation normale, doit être installée pour permettre l'alimentation automatique, en moins de quinze secondes, des installations assurant simultanément. Cette alimentation de remplacement doit avoir une autonomie de 1 h au moins.

Mesures de sécurité

Ascenseur

La cabine d'ascenseur doit être ramenée automatiquement et restée bloquée au rez de chaussée en cas d'incendie ou de panne d'électricité.

Chemins d'évacuation et escaliers

Deux escaliers principaux sont à chaque niveau du bâtiment pour une meilleure évacuation avec un dégagement de 1.2 m.

(Annexe V.B)

POUR LES GROS MATERIELS, NOUS AVONS :

*** Les colonnes sèches :**

Il s'agit d'une conduite rigide parcourant le bâtiment dont le but est de faire gagner du temps aux pompiers pour éteindre un sinistre. Les immeubles de hauteur inférieure ou égale à 50 mètres doivent être équipés sur toute leur hauteur de colonnes sèches (normes françaises). Elles sont dites sèches car elles sont mises en eau uniquement au moment de l'intervention. Elles permettent d'éviter de dérouler des tuyaux avec des cheminements compliqués.

Les moyens de surveillance

- Des détecteurs optiques de fumée ;
- Des avertisseurs sonores ;
- Manuelle d'alerte (NF EN 54- certifiés CE DFC)...

*** Un ou plusieurs Poteaux d'incendie**

Un poteau d'incendie est une prise d'eau en forme de petite colonne, branchée sur une canalisation publique au-dessus du niveau du sol, à laquelle sont raccordés les flexibles de lutte contre l'incendie. On utilisera donc des poteaux d'incendie de 100 mm de diamètre, branchés sur une canalisation d'un diamètre au moins égal et implantés au plus à 60 m d'un accès du bâtiment.



Figure : Poteaux d'incendie

ANNEXE VII DESCRIPTION DES TRAVAUX

VII.3. DESCRIPTION DES MATERIAUX

1) : Les sables

Le **sable moyen** utilisé devra être un sable de rivière et le **sable fin** de granulométrie comprise entre **0,08 mm** et **2,5 mm** pour les chapes ; et entre **0,16mm** et **5 mm** pour les ouvrages en béton.

Ils devront être exempts d'impuretés (oxydes, matières organiques d'origine animale ou végétale, etc.). Pour cela, ils devront être tamisés avant toute utilisation. Ainsi on aura donc pour l'essai d'équivalent de sable les valeurs suivantes :

- **Es > 70**, pour les sables grossiers
- **Es > 60**, pour les sables fins

2) : Les graviers

Les graviers destinés à la confection des bétons seront des matériaux homogènes courant naturels ou concassés issus des carrières et suffisamment calibrés ; ils seront débarrassés de leur film de poussière. Leur utilisation sera répartie de la manière suivante:

- Le **béton de propreté** : tout venant 0/25
- Les **bétons et les bétons armé**: 5/15 et 15/25

Le coefficient volumétrique sera supérieur à 0,15 pour les graviers et gravillons ; et pour les cailloux il doit être supérieur à 0,11.

3) : L'eau de gâchage

L'eau de gâchage a pour rôle de permettre la réaction d'hydratation du ciment et de rendre le béton maniable. Au vue de cela, les eaux utilisées dans la confection des mortiers et bétons seront dépourvues d'impuretés, des sels dissous et des détergents. Il sera préférable d'utiliser de l'eau qui répond aux critères cités ci-dessus.

L'Entrepreneur veillera à protéger les réservoirs et bacs à eau contre les élévations de température. L'ingénieur pourra arrêter la fabrication des mortiers et bétons s'il juge que la température de l'eau est trop élevée (température supérieure à 35°).

4) : Les ciments

Les ciments utilisés pour les bétons et mortiers répondront à la réglementation en vigueur. Pour le carrelage des sols et murs des toilettes, on utilisera le ciment colle de couleur grise ou blanche en fonction de la couleur des carreaux et des faïences.

Le stockage doit se faire dans des locaux à l'abri de l'humidité et bien ventilés sur des planchers en bois sec à au moins 10 cm au-dessus du sol. Le stockage des sacs doit être systématiquement organisé de manière à ce que la durée de stockage n'excède pas les trois mois.

Les ciments ne pourront être utilisés qu'après avoir été jugés de bonne qualité par l'Ingénieur chargé de la qualité.

5) : Les aciers pour béton

Les aciers utilisés pour les bétons armés seront conformes aux prescriptions des règles BAEL 91 modifié 99 :

- Les Hautes Adhérences (HA) pour les aciers transversaux avec une nuance FeE400
- Les Hautes Adhérences (HA) ou TOR pour les aciers longitudinaux avec une nuance FeE400

Ils ne devront présenter aucun signe de rouille, de peinture ni de graisse. Ils seront façonnés et mis en œuvre conformément aux règles de l'art et suivant le plan de ferrailage. Leur stockage se fera sur les supports en bois suffisamment renforcés. Il faudra éviter tout contact de l'acier avec le sol nu dans le but d'empêcher l'attaque de l'acier par la rouille.

6): Coffrage

Les coffrages devront supporter sans déformation le poids et la poussée du béton, les effets de la vibration et le poids des hommes employés lors sa mise en œuvre.

Les formes et les moules seront faites selon le plan de coffrage et devront être suffisamment étanches pour éviter les pertes de laitances. Le coffrage sera réalisé avec du bois raboté et dressé à la machine pour le souci d'exactitude des angles et de la forme attendue.

Le délai minimal de décoffrage des ouvrages coulés devra être respecté :

- **Faces verticales** : deux (2) jours
- **Faces horizontales** : vingt un (21) jours

7) : Bois

Les essences suivantes devront être utilisées :

- Le **bois blanc** pour le **coffrage et les chaises d'implantation** ;
- L'eucalyptus (bois sauvage) pour l'étayage des coffrages ;

DESCRIPTION DES TRAVAUX

I. TRAVAUX PRELIMINAIRES

8) : Installation du chantier

L'installation du chantier comprendra :

- La création des voies d'accès qui permettront une bonne circulation au chantier
- La construction des baraques et des bureaux de chantier
- La clôture et les panneaux de signalisation pour sécuriser le chantier
- L'aménagement des aires de stockage des matériaux (agrégats, ciment, acier, agglomérés, etc.) et du parc automobile (engins...)
- L'installation des bétonnières
- Les raccordements aux services publics : eau, électricité, téléphone
- La création des toilettes provisoire de chantier.
- La mise en place d'une bache à eau pour servir de réserve d'eau dans le chantier et ceci dans le but de palier à l'interruption du travail en cas de coupure d'eau par le concessionnaire.

II. TERRASSEMENT

9) : Décapage de la terre végétale

Un décapage de 20 Cm de profondeur sera fait sur tout le site du projet avant de fouiller le sous-sol et la terre végétale en vue d'une réutilisation.

10) : Implantation du bâtiment

L'implantation sera conforme aux indications du plan de fondation. Elle s'effectuera à l'aide d'une chaise en bois blanc (lattes) solidement fixée dans le sol, bien verticale et parfaitement horizontale. Les chaises seront disposées à une distance de 1.00 m par rapport aux bords extérieurs de la fouille pour faciliter les déplacements des ouvriers. Les axes seront matérialisés à l'aide des pointes 60 mm, les bords de maçonneries avec les 80 mm et les bords des fouilles avec les pointes de 90 mm.

11) : Fouilles

Pour ce qui concerne les **fouilles en puits sous semelles isolées**, leurs dimensions seront proportionnelles aux dimensions des semelles qu'elles devront contenir suivant le plan de fondation joint au présent dossier.

Des **fouilles en rigole** de 50 cm de largeur et de 40 cm de profondeur seront réalisées sous les voiles du sous-sol pour la fondation. Les terres issues de ces fouilles seront entassées dans l'emprise du bâtiment pour usage ultérieur (remblais) et l'excédent sera versé et remblayé dans la cour.

12) : Remblais

Le remblai aux alentours des murs de soubassement et des zones des semelles se fera à l'aide d'une dame sauteuse.

Le nivellement du sol sous dallage d'une couche d'environ 20 cm dans l'emprise du bâtiment sera effectué manuellement et son compactage se fera à l'aide d'un petit compacteur à rouleau vibrant afin de stabiliser le sol et lui permettre de supporter sans faille les charges imposées par le dallage.

III. FONDATIONS

La profondeur de fouille des semelles sera de **1m à 1,20 m** en fonction du type de semelle, tel qu'indiqué sur les plans de fondation.

13): Le béton de propreté

Le béton de propreté dosé à **150 Kg /m³** de sac de ciment CPA 45 de 50Kg ou tout autre ciment répondant aux normes africaines ; il sera coulé en pleine fouille sur une épaisseur de **5**

cm avant la réalisation de toute partie de l'ouvrage en contact avec le sol. 1 brouettée = 60 litres

14) : Le soubassement

Il sera effectué en agglomérés **de 20x20x40** cm bourrés d'un béton ordinaire dosé à $300\text{kg}/\text{m}^3$ (2 brouettées de gravier, 1 brouettée de sable de rivière, 1/2 brouettée de sable fin et 1 sac de ciment CPA 45 ou tout autre ciment répondant aux normes). Il sera effectué sous toutes les longrines du bâtiment.

Le mortier des joints sera dosé à $350\text{kg}/\text{m}^3$ (1.5 brouettée de sable de rivière, 1.5 brouettée de sable fin et 1 sac de ciment CPA 45 ou tout autre ciment répondant aux normes).

15) : Béton Armé

Toutes les parties de la fondation en béton armé seront coulées par un béton dosé à **350 kg/m³** (1 brouettée de sable, 2 brouettées de gravier 5/15+15/25 pour un sac de ciment CPA 45 de 50Kg ou tout autre ciment répondant aux normes). Pour l'utilisation de tout autre ciment répondant aux normes il faudra faire une formulation de béton et faire valider par l'Ingénieur chargé de la qualité.

Le béton sera **courant et plastique** et son affaissement au cône d'Abrams doit être égal à 7 cm, d'où la nécessité d'utiliser un **vibreur**.

Vu l'importance de l'ouvrage, la qualité de béton attendue et le respect des caractéristiques du béton telles que prévues dans notre note de calcul de structure ; le malaxage du béton se fera par une bétonnière ; au cas où l'on le fera à la main, il devra être fait sur un sol préalablement dallé pour éviter de salir le béton.

16) : Dallage au sol

Il sera désolidarisé de la fondation et coulé en béton faiblement armé (quadrillage de **20x20 Cm²** en fer à béton **HA8**) d'épaisseur **15 cm** dosé à $300\text{kg}/\text{m}^3$ (2,5 brouettes de gravier, 1 brouette de sable de rivière, 0.5 brouettes de sable fin et un sac de ciment CPA 45) ou tout autre ciment répondant aux normes. Il devra être posé sur un support (sol) suffisamment compacté et bien nivelé recouvert d'une couche de sable de 5 Cm d'épaisseur et d'un film polyane.

IV. MAÇONNERIES ET ÉLÉVATIONS

17): Les murs en élévation

Les murs seront en agglomérés creux de $15 \times 20 \times 40$ et en agglomérés creux de $10 \times 20 \times 40$ pour les toilettes ect... Tous ces murs seront montés avec un mortier de ciment dosé à 350 kg/m^3 (1.5 brouettes de sable fin, 1.5 brouettes de sable de rivière et un sac de ciment CPA 45 de 50Kg) ayant un affaissement de 6 cm. Les joints de pose auront une épaisseur régulière de 2 cm.

18) : Les enduits

Ils seront appliqués sur toutes les parties maçonnées. Piqueter les zones lisses pour les rendre rugueuses. Ces enduits seront constitués de trois couches successives suivantes :

- **Couche d'accrochage ou gobetis de 0,5 cm d'épaisseur**, composé d'un mortier dosé à 450 kg/m^3 (2 brouettes de sable de rivière et un sac de ciment CPA 45, avec un affaissement = 12 cm)
- **Le corps de l'enduit de 10 mm d'épaisseur**, composé d'un mortier dosé à 350 kg/m^3 (1.5 brouettes de sable de rivière, 1.5 brouettes de sable fin et un sac de ciment CPA 45, avec un affaissement = 6 cm) appliqué trois jours au minimum après le gobetis.
- **Couche de finition de 5 mm d'épaisseur**, composé d'un mortier dosé à 400 kg/m^3 (2.5 brouette de sable fin et un sac de ciment CPA 45) appliqué huit jours au minimum après le corps d'enduit.

Ils devront être suffisamment plats ; pour cela, ils s'effectueront avec des taquets et des trainés. Leur planéité sera effectuée à l'aide d'une règle en bois.

19) : Béton Armé

Toutes les parties de l'ouvrage en béton armé en élévation (poteaux, linteaux, poutres, chaînage...) seront coulées par un béton dosé à **350 kg/m^3** (1 brouettée de sable, 2 brouettées de gravier 5/15+15/25 pour un sac de ciment CPA 45 de 50Kg).

Le béton sera **courant et plastique** et son affaissement au cône d'Abrams doit être égale à 7 cm, d'où la nécessité d'utiliser un **vibreur**.

Tous les éléments en béton armé auront une résistance caractéristique à 28 jours de 30 MPa.

20) : Baies portes et fenêtres

✓ **Baies portes**

Toutes les baies portes des pièces pratiquées dans les maçonneries ont une largeur qui varie entre 1,80m et 90cm et une hauteur de 220cm. En ce qui concerne celles de toilettes, elles auront une largeur de 80 cm et une hauteur de 220 cm. Pour plus de précision il faudra se conformer aux dimensions telles que indiquées sur les plans de distribution.

✓ **Baies fenêtres**

Les baies fenêtres auront les dimensions telles que indiquées sur les plans de distribution.

✓ **Aération des escaliers**

En ce qui concerne l'aération elle sera assurée par des murs en claustras.

V. TOITURE TERASSE

21): évacuation des eaux sur la toiture

La collection des eaux pluviales sur la toiture sera assurée par des rigoles encastres dans la dalle et débouchant dans des descentes d'eau en PVC. Ces descentes d'eau sont prévues pour acheminer les eaux de pluie vers les caniveaux ou vers un ouvrage d'assainissement quelconque prévu par les V.R.D.

22) : Revêtement d'étanchéité

Exécuté pour la protection contre les infiltrations des eaux, il sera constitué de deux parties :

- ✓ Une forme de pente exécutée en mortier de ciment muni d'un adjuvant hydrofuge
- ✓ L'étanchéité multicouche.

VI. REVÊTEMENT

23) : La chape

La chape aura une épaisseur de 4 cm exécuté avec du mortier au sable de rivière dosé à 300 Kg de ciment CPA 45 ou tout autre ciment répondant aux normes. Il sera suffisamment consolidé pour éviter le claquement et sera posé sur un support dépourvu de toute poussière ou de tout autre élément pouvant nuire à son adhérence avec le support.

24) : Le carrelage

La pose des carreaux s'effectuera avec de la barbotine composée de 50% du ciment ordinaire (CPA 45 ou tout autre ciment répondant aux normes) et 50% du ciment colle ; et le nettoyage se fera à l'aide de la sciure de bois. Le revêtement de toutes les pièces sauf les toilettes sera réalisé en carreaux grès cérame de dimension 30x 30 cm² sur la chape. Les plinthes seront en grès cérames de hauteur 7,5 cm et de couleur identique à celui des carreaux du sol. Le sol des toilettes sera revêtu en carreaux avec la mosaïque.

VII. MENUISERIE ET VITRERIE

25) : Menuiserie métallique

Les cadres et les châssis des vitrages seront métalliques avec une couleur propre aux fabricants. Les grilles antivols seront montées sur la face extérieure des fenêtres du rez-de-chaussée. Les fers utilisés à cet effet seront les fers forgés.

Tous les éléments métalliques devront être enduits d'antirouilles type CEP Seigneurie avant montage, ensuite ils recevront deux couches de peinture.

26) : Menuiserie aluminium

- **Portes et Fenêtres**

Les portes et fenêtres métalliques vitrées seront placées au niveau de toutes les pièces du bâtiment.

Cadre en menuiserie aluminium teinte naturelle INTEXALU série 80 de 20 microns.

- **Garde-corps**

D'une hauteur de 50 cm ils seront composés des cadres en aluminium et des panneaux de vitre.

Ils resteront solidaires au béton par les vis suffisamment encreées dans les chevilles.

27) : VITRERIE

Les vitres devront être conformes aux normes NFP301 et 401

- **Fenêtres**

Panneaux de Vitres clairs de 5 mm d'épaisseur de marque fiable.

VIII. ELECTRICITE ET CLIMATISATION

28) : Electricité

Les fourreaux

En tube orange de diamètre 11, 13, et 16 mm encastré dans la maçonnerie et en gaine annelée dans le plancher pour sa résistance et sa flexibilité.

Câblerie

Les câbles seront en VGV et en TH. En règle générale on prendra les sections suivantes :

- 1.5 mm² pour les circuits d'éclairage
- 2.5 mm² pour les circuits des prises
- 4 à 6 mm² pour les circuits forts

Chaque circuit comprendra un maximum 8 appareils et sera protégé par des fusibles de 10 A pour les circuits d'éclairage et de 16 A pour les circuits de prises.

Appareils

Les boîtes de dérivation et les boîtiers seront fixés aux endroits spécifiés par le plan d'électricité et avant les travaux d'enduits. Le nombre d'appareil sera déterminé par la note de calcul.

Les prises de courant seront à éclipse pour la sécurité contre les enfants et comprendront 2P+T

Le tableau électrique sera équipé avec commande et protection de chaque circuit par des fusibles de calibre 10A et mise à la terre.

29) : CLIMATISATION

Dans notre projet nous aurons la climatisation dans les salles de conférences, les bureaux et quelques chambres, Ces pièces seront équipées d'un climatiseur Split system. Le nombre de Split est donné dans la note de calcul et sur le plan.

IX. PEINTURE ET VERNIS

30) : Peinture

Avant toute exécution, les surfaces seront préparées par ponçage au papier vert puis bouchage des trous par application de l'enduit tout-prêt, elles recevront également une couche d'imprégnation au Panticoat.

Les antivols recevront deux couches de peinture type email « A » après avoir appliqué une couche d'antirouille. Les murs seront couverts par deux couches de peinture vinylique type Pantex 800 de Seigneurie pour les murs intérieurs et plafond en contre-plaqué et Pantex 1300 de Seigneurie pour les murs extérieurs, suivant les règles de l'art. Concernant le dosage des diluants, se conformer aux fiches techniques de chaque peinture. L'Entreprise doit tenir compte des effets de la rouille sur les pointes du plafond au contact de l'humidité du Pantex 800, il faut y remédier en utilisant du mastic.

31) : Vernis

Pour toute la menuiserie bois intérieure et extérieure, le vernissage se fera au vernis marin de SMALTO en deux couches.

X. PLOMBERIE ET INSTALLATION SANITAIRE

32) : Alimentation

L'alimentation en eau froide sera réalisée en tuyau PVC pression (polychlorure de vinyle pression) qui sera enterré à partir du compteur du concessionnaire à une profondeur de 65 Cm. L'eau chaude proviendra du chauffe-eau installé au niveau toiture. L'assemblage des tuyaux se fera par collage et conformément au DTU 60-31. Des colonnes montantes alimenteront les différents niveaux supérieurs. On utilisera également des conduites en PVC haute pression ou les PPR pour l'alimentation intérieure du bâtiment.

Les compteurs de chaque niveau seront installés dans le local technique situé à ce niveau.

33) : appareils sanitaires et accessoires

Les appareils sanitaires seront en porcelaine vitrifiée de couleur blanche. Le raccordement aux canalisations se fera par des tuyaux en cuivre de diamètre approprié. Ils seront posés après l'exécution du carrelage et selon les indications de plan architectural.

Les têtes de vis seront isolées des carreaux par des rondelles en caoutchouc. On utilisera les vis en métal inoxydables.

Les appareils sanitaires qui équiperont les pièces sont les suivantes :

- WC avec réservoir de chasse

- Lave main
- urinoir

En dehors de la vanne d'arrêt général, chaque branchement aura une vanne d'arrêt et des clapets anti-retour. L'alimentation en eau sera assurée par le réseau de distribution ou tout autre moyen pouvant produire de l'eau potable et en quantité suffisante.

En ce qui concerne les accessoires d'assemblage ils seront constitués de :

- ✓ Des té pour les déviations ;
- ✓ Des coudes pour le changement de direction ;
- ✓ Des cônes de régression ;
- ✓ Des clapets anti-retour ;
- ✓ Des raccords ;
- ✓ Des ceintures pour l'accrochage des conduites verticales.

34) : Protection contre l'incendie

Voir le chapitre intitulé « sécurité incendie » de ce présent document.

35) : l'évacuation des eaux

- **Les eaux usées**

Elles seront recueillies par des colonnes de chutes débouchant aux regards, puis seront acheminées dans les fosses septiques pour subir un traitement.

- **Les eaux pluviales**

Les eaux de précipitations au niveau de la toiture-terrasse et des rampes seront recueillies par des rigoles encastrés dans la dalle et débouchant dans des tuyaux (descentes d'eaux) en PVC.

XI. V R D ET AMMENAGEMENT PAYSAGER

36) : Accès et Circulation

Des voies d'accès pour piétons à l'immeuble seront réalisées.

Les arbres seront plantés dans la cour et autour du bâtiment pour avoir plus d'ombre.

37) : Assainissement autonome

Les eaux usées seront acheminées à