



**ETUDE TECHNIQUE D'UN BÂTIMENT A USAGE  
COMMERCIAL «RDC+4 » EN BETON ARME**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
**MASTER GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE**  
**SPECIALITE : BATIMENT**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le 16 janvier 2020 par

**Habiboulaye HAMADOU SALEY ALI (20140423)**

**Directeur de mémoire : Pr Adamah MESSAN Chef du laboratoire Génie Civil et  
Hydraulique**

Maître de stage : N'gollé Adji Kori , Ingénieur Génie Civil et Directeur Général

BECEXPI/BTP

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Decroly DJOUBISSIE

Membres et correcteurs : Dr. Omar SORE

Dr. Christian RAMADJI

Promotion [2019/2020]

## **DEDICACE**

Je dédie ce travail :

**A mes parents,**

Ce travail est le vôtre. Puisiez trouver le fruit de la rigoureuse éducation que nous avons bénéficiée.

**A mes frères et sœurs,**

Par votre soutien et votre attachement, vous avez contribué à forger la personne que je suis.

Veillez bien trouver ici l'expression de mes sentiments fraternels.

## REMERCIEMENTS

Nous avons été honorés durant toute notre formation et au cours du stage de ce mémoire, du soutien d'innombrables personnes à qui nous ne pouvons manquer d'exprimer notre sincère reconnaissance. À cet effet nous témoignons toute notre gratitude :

Nous remercions, en premier lieu, Allah qui nous a donné la force pour effectuer le présent travail.

En second lieu, nous tenons à remercier :

- L'ensemble du corps professoral de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE) pour tous les efforts consentis à faire de nous un produit utile pour la société d'aujourd'hui et de demain.
- Pr Adamah MESSAN, Enseignant chercheur au Département GCH Directeur de mémoire,
- Tout le personnel enseignant et administratif de la Fondation 2iE,
- Directeur Général de BECEXPI/BTP Mr Adjil Kori N'gollé pour m'avoir encadré et accepté comme stagiaire dans sa structure ;
- Directeur Technique de BECEXPI/BTP Mr Hadi MAHAMAN pour m'avoir encadré,
- Mon père et ma mère pour d'innombrables sacrifices consentis depuis si longtemps et sur les bancs,
- Mes frères et sœurs,
- Toute la famille pour son soutien
- Tout le personnel de BECEXPI/BTP,
- Nos amis et parents auxquels nous réitérons nos remerciements pour leur soutien,
- Tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la rédaction de ce présent rapport ;
- À tous les camarades de 2IE GCH 2014-2019.

## **RESUME**

L'étude qui nous a été confiée dans le cadre de notre mémoire est un Bâtiment R+4 à usage commercial. Cette étude a été faite par BECEXPI/BTP.

La structure porteuse est en BA constituée d'un système poteau-poutre reposant sur un ensemble de semelles isolées.

Nous avons eu pour objectif premier de faire une étude manuelle de quelques éléments du bâtiment. Nous nous sommes référés aux règles BAEL 91 révisées 99, les DTU et les normes françaises.

Ce qui nous a permis de confronter le résultat manuel au résultat du logiciel pour en tirer une conclusion.

Nous avons mené d'autres études qui participent à la bonne utilisation du bâtiment tel que : l'assainissement, l'électricité et la sécurité incendie.

MOTS CLES :

---

- 1-béton armé**
- 2- étude manuelle**
- 3- logiciel**
- 4- assainissement**
- 5- R+4**

## **ABSTRACT**

The study that was given to us as part of our brief is an R + 4 building for commercial use. This study was done by BECEXPI / BTP.

The supporting structure is in BA consisting of a post-beam system resting on a set of insulated soles.

Our primary goal was to do a manual study of some element of the building. We have referred to the rules BAEL 91 revised 99, DTU and French standards.

This allowed us to compare the manual result with the result of the software to draw a conclusion.

We conducted another study that contributes to the proper use of the building such as: sanitation, electricity and fire safety.

### **KEYWORDS:**

---

- 1- CONCRETE**
- 2- MANUAL STUDY**
- 3- SOFTWARE**
- 4- SANITATION**
- 5- R + 4**

## **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

BECEXPI : Bureau d'Etude de Contrôle et d'Expertise Immobilière

cm<sup>2</sup>: centimètre carré

CYPE : Software pour l'Architecture et l'Ingénierie de la construction

d : Hauteur utile.

DTU : Documents Techniques Unifiés

e : épaisseur

ELS : Etat Limite de Service

ELU : Etat Limite Ultime

f<sub>cj</sub> : Résistance caractéristique à la compression du béton âgé de j jours

f<sub>tj</sub> : Résistance caractéristique à la traction du béton âgé de j jours

G : Charge permanente.

H : Hauteur

I : Moment d'inertie.

KN : kilo Newton

l : La distance entre nus d'appuis (sens des poutres principales).

L : Longueur ou portée.

l<sub>f</sub>: Longueur de flambement

m : mètre

M : Moment de flexion le plus souvent.

m<sup>2</sup>: mètre carré

m<sup>3</sup> : mètre cube

MPA : Méga Pascal

Mser : Moment de calcul a' l'état limite de service.

Mu : Moment a' l'état limite ultime.

N : Effort normal.

NF : Norme Française

PH : Plancher Haut

Q : Surcharge d'exploitation.

R+1 :Rez-de-chaussée plus un niveau

R+2 :Rez-de-chaussée plus deux niveaux

R+3 : Rez-de-chaussée plus trois niveaux

R+4 : Rez-de-chaussée plus quatre niveaux

RDC : Rez De Chaussé

S : Section

T:Effort tranchant.

.

---

## SOMMAIRE

DEDICACE .....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
RESUME .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS .....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES .....	x
INTRODUCTION .....	1
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET.....</b>	<b>2</b>
<b>I.    PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....</b>	<b>2</b>
<b>II.   PRESENTATION DU PROJET.....</b>	<b>4</b>
<b>1.   DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>4</b>
<b>2.   LES DIMENSIONS ARCHITECTURALES .....</b>	<b>6</b>
<b>3.   LES BASES DE CALCUL.....</b>	<b>7</b>
<b>CHAPITRE II : METHODOLOGIE DE CONCEPTION ET D'ETUDE .....</b>	<b>10</b>
<b>I.    LA METHODOLOGIE DE CONCEPTION .....</b>	<b>10</b>
<b>II.   LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE .....</b>	<b>11</b>
<b>1.   PROCEDURE DE DIMENSIONNEMENT AVEC LE LOGICIEL CYPE .</b>	<b>12</b>
<b>2.   PROCEDURE DE DIMENSIONNEMENT MANUEL .....</b>	<b>12</b>
<b>3.   LA TECHNIQUE D'ANALYSE.....</b>	<b>14</b>
<b>CHAPITRE III : ETUDE TECHNIQUE DES ELEMENTS DE STRUCTURE .....</b>	<b>15</b>
<b>I.    L'ETUDE MANUELLE.....</b>	<b>15</b>
<b>1.   ETUDE D'UN PLANCHER A CORPS CREUX .....</b>	<b>15</b>
<b>2.   ETUDE D'UNE POUTRE .....</b>	<b>18</b>
<b>3.   ETUDE D'UN POTEAU.....</b>	<b>23</b>
<b>4.   ETUDE D'UNE SEMELLE .....</b>	<b>25</b>
<b>5.   ETUDE D'UN ESCALIER.....</b>	<b>27</b>
<b>6.   ETUDE D'UNE CAGE D'ASCENSEUR.....</b>	<b>29</b>
<b>7.   ETUDE D'UN BALCON .....</b>	<b>32</b>
<b>8.   ETUDE LA POUTRE P19.....</b>	<b>32</b>

---

<b>II.</b>	<b>ETUDE AU LOGICIEL CYPE</b> .....	<b>37</b>
<b>III.</b>	<b>ANALYSE DES RÉSULTATS ET SUGGESTIONS</b> .....	<b>37</b>
<b>1.</b>	<b>PRÉSENTATION DES RÉSULTATS</b> .....	<b>37</b>
<b>2.</b>	<b>ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS</b> .....	<b>38</b>
<b>3.</b>	<b>LES LIMITES DE L'ÉTUDE MANUELLE</b> .....	<b>39</b>
	<b>CHAPITRE VI : ETUDES DES ELEMENTS SECONAIDRES</b> .....	<b>41</b>
<b>I.</b>	<b>ÉLECTRICITÉ</b> .....	<b>41</b>
<b>II.</b>	<b>ASSAINISSEMENT</b> .....	<b>41</b>
<b>III.</b>	<b>SECURITE-INCENDIE</b> .....	<b>42</b>
<b>IV.</b>	<b>DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF</b> .....	<b>43</b>
	<b>RECOMMANDATIONS</b> .....	<b>44</b>
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>45</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>46</b>
	<b>ANNEXE I : PLANS ARCHITECTURAUX</b> .....	<b>48</b>
	<b>ANNEXE II : DESCENTE DE CHARGE SUR LA NERVUE</b> .....	<b>53</b>
	<b>ANNEXE III : L'ÉVALUATION DES MOMENTS A L'ELU</b> .....	<b>54</b>
	<b>ANNEXE IV : DESCENTE DE CHARGE SUR LE POTEAU P50</b> .....	<b>57</b>
	<b>ANNEXE V: PLAN DE FERRAILLAGE DE L'ESCALIER</b> .....	<b>58</b>
	<b>ANNEXE VI : LONGUEUR DE FLAMBEMENT</b> .....	<b>59</b>
	<b>ANNEXE VII : PLAN DE FERRAILLAGE DU VOILE</b> .....	<b>60</b>
	<b>ANNEXE VIII : NOTE DE CALCUL DE L'ÉLECTRICITÉ</b> .....	<b>61</b>
	<b>ANNEXE IX : NOTE DE CALCUL DE L'ASSAINISSEMENT</b> .....	<b>64</b>
	<b>ANNEXE X : SECURITE-INCENDIE</b> .....	<b>69</b>
	<b>ANNEXE XI : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF</b> .....	<b>70</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste du personnel de la mission.....	4
Tableau 2 : Liste des matériels à affecter sur le chantier.....	4
Tableau 3 : Les pièces de l'ouvrage.....	5
Tableau 4 : Poids des matériaux.....	9
Tableau 5 : Les tâches à effectuer pour chaque objectif spécifique correspondant .....	11
Tableau 6 : Calcul d'armature de la nervure.....	17
Tableau 7: Descente de charge sur la poutre.....	19
Tableau 8 : Récapitulatif des moments maximaux à l'ELU .....	20
Tableau 9 : Calcul des sections d'aciers de la poutre .....	20
Tableau 10 : Descente de charge sur une volée .....	28
Tableau 11 : Calcul de section d'armature.....	29
Tableau 12 : Descente de charge sur le voile .....	30
Tableau 13 : Descente de charge sur 1 m de balcon .....	32
Tableau 14 : Calcul de section d'armature.....	32
Tableau 15: Descente de charge sur la poutre P19 .....	33
Tableau 16 : Calcul de section d'armature.....	34
Tableau 17 : Comparaison des résultats.....	37

---

**LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 1 : Organigramme de la structure d'accueil .....</b>	<b>3</b>
<b>Figure 2 : Emplacement du site encadré en rouge.....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 3 : Modélisation de l'ossature du bâtiment (CYPE).....</b>	<b>11</b>
<b>Figure 4 : Organigramme de calcul .....</b>	<b>13</b>
<b>Figure 5: Identifications des éléments.....</b>	<b>15</b>
<b>Figure 6 : Coupe d'une nervure .....</b>	<b>16</b>
<b>Figure 7 : Coupe transversale du plancher .....</b>	<b>17</b>
<b>Figure 8 : Schéma statique de la poutre.....</b>	<b>18</b>
<b>Figure 9 : Le diagramme des moments maximaux à l'ELU .....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 10 : Coupe transversale de la travée la plus chargé P20.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure 11 : Plan de reprise de planchers en tête de poteau.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure 12 : Plan de ferrailage poteau.....</b>	<b>25</b>
<b>Figure 13 : Plan de ferrailage semelle.....</b>	<b>27</b>
<b>Figure 14 : Schéma mécanique de calcul .....</b>	<b>28</b>
<b>Figure 15 : Schéma de l'étude.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 16: Schéma de l'étude .....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 17 : Coupe transversale de la poutre P19 .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 18: Schéma de l'étude .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 19 : Plan de ferrailage du balcon et la poutre P19 .....</b>	<b>36</b>

## **INTRODUCTION**

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

Dans le but de préserver la sécurité des vies humaines et des biens matériels, les ingénieurs en génie civil sont appelés à concevoir des structures dotées d'une bonne rigidité et d'une résistance, tout en tenant compte des aspects structuraux, fonctionnels, économiques, esthétiques et la viabilité de l'ouvrage.

Afin de mettre en application les connaissances acquises durant notre formation, on se propose dans le présent projet d'étudier un bâtiment R+4 en béton armé.

Le travail sera structuré en chapitre. C'est ainsi que nous procéderons dans le premier chapitre par la présentation de la structure d'accueil et du projet, les dimensions architecturales et les bases de calculs. Une méthodologie de conception structurale et d'étude sera faite au deuxième chapitre. Le troisième chapitre concernera l'étude des éléments de structure tels que les planchers, les poteaux, les poutres, les escaliers. La dernière partie sera l'étude des éléments secondaires (électricité, assainissement, sécurité-incendie).

## **CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET**

### **I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL**

Le Bureau d'Etudes de Contrôle et d'Expertise Immobilière (BECEXPI/BTP). C'est une entreprise individuelle pilotée par :

N'gollé Adji Kori : Ingénieur Génie Civil et Directeur Général de BECEXPI

Secondé par

Harou Mahaman Hadi : Ingénieur Génie Civil et Directeur Technique de la société. En dehors de ces personnels clés l'Entreprise dispose d'un nombre important des ingénieurs, des techniciens supérieurs, des techniciens adjoints, des dessinateurs, des topographes et autres plombiers et électriciens suffisamment outillés en quantité comme en qualité dont la liste est annexée à cette présentation.

BECEXPI a été créé en juillet 2008, dans le but de répondre aux multiples défis qu'assailent le monde du BTP au Niger.

Nous sommes situés actuellement au rondpoint BALAFON au deuxième Niveau de l'immeuble DIBBO KOIRA.

Boîte postale : 2020

*E-mail : [becexpibureau@yahoo.fr](mailto:becexpibureau@yahoo.fr)*

*Cel : 00227/96974006, 90974006, 94 440203*

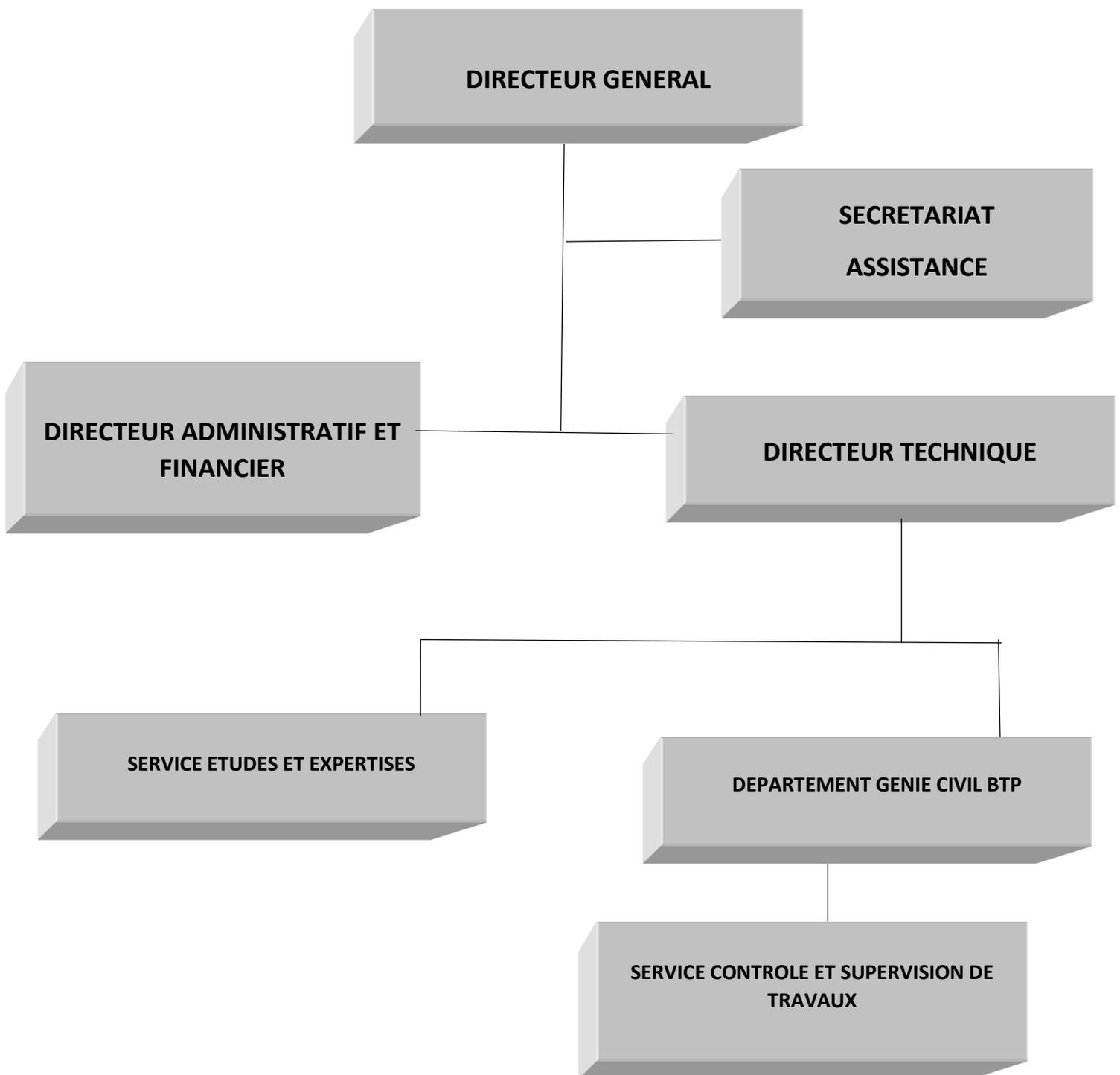


Figure 1 : Organigramme de la structure d'accueil

## 1. REFERENCES TECHNIQUES

Le Bureau d'Etudes BECEXPI a acquis beaucoup d'expériences dans le domaine du terrassement et du contrôle des travaux des pistes en terres.

La liste du personnel de la mission pour la surveillance et le contrôle des travaux est détaillée dans le tableau.

ETUDE TECHNIQUE D'UN BÂTIMENT A USAGE COMMERCIAL «RDC+4 » EN  
BETON ARME

Tableau 1 : Liste du personnel de la mission

NOM	QUALIFICATION	FONCTION	ANNEES D'EXPERIENCE
Issaka Adamou	Architecte	Chef de mission	19 ans
Adji kori N'gollé	Ingénieur Génie Civil	Ingénieur structure/ métallique	19ans
Mahaman Hadi Harou	Ingénieur Génie Civil	Ingénieur structure	18ans
Ayouba Alfari	Ingénieur Génie électrique	Electricien	18 ans
Issa Adji	Expert Environnementaliste	Expert Environnementaliste	12 ans
Adossi Abel	Technicien Supérieur	Contrôleur permanent	16 ans
Lassane Tassebedo	Technicien supérieur	Contrôleur permanent	22 ans
Talatou Nassirou	Ingénieur	Hydraulicien	9 ans
Boubacar Soumana	Dessinateur	Technicien supérieur	7ans

Tableau 2 : Liste des matériels à affecter sur le chantier

Ref	Désignation	Marque	Etat	Statut	Quantité
1	Véhicule V8 4x4	Toyota	Bon état	Personnel	1
2	Véhicule V6 Prado	Toyota 3611 RN	Neuf	Personnel	1
3	Mota	Royal 0776 AF	Neuf	Personnel	1
4	Moto	TOYOTA	Neuf	Personnel	1
5	Lot Topo		Neuf	Personnel	2
6	Ordinateur Bureau		Neuf	Personnel	2
7	Ordinateur portable		Neuf	Personnel	3
8	Camera		Neuf	Personnel	1
9	Lot d'échafaudages		Neuf	Personnel	2
10	Divers petits matériels		Neuf	Personnel	ens

## II. PRESENTATION DU PROJET

### 1. DESCRIPTION DU PROJET

Notre étude sera portée sur un bâtiment R+4 à usage commercial (bureau et galerie). Cette partie sera consacrée à la description de l'ouvrage et des hypothèses de calcul du projet.

ETUDE TECHNIQUE D'UN BÂTIMENT A USAGE COMMERCIAL «RDC+4 » EN  
BETON ARME

La présente description concerne l'ensemble des pièces que comportent le bâtiment et leurs superficies.

Tableau 3 : Les pièces de l'ouvrage

DÉSIGNATION DES PIÈCES	DES NOMBRES	SUPERFICIE TOTALE DES PIÈCES (m <sup>2</sup> )
<b>RDC</b>		
Archive	1	390,1 m <sup>2</sup>
Bureaux	4	
Cage d'ascenseur	1	
Couloirs	2	
Escalier	1	
Galerie commerciale	1	
Guérite	1	
Guichet Automatique	1	
Guichets	2	
Réfectoire	1	
Salle d'accueil/réception	1	
Salle forte	2	
Stockages	2	
Toilettes	4	
<b>R+1</b>		
Archive	1	397,21 m <sup>2</sup>
Bureau	1	
Case d'ascenseur	1	
Couloir	1	
Escalier	1	
Réfectoire	1	
Salle de réunion	1	
Terrasse	1	
Toilettes	4	
<b>R+2;R+3</b>		
Archive	1 (pour chaque niveau)	397,21
Bureaux	2 (pour chaque niveau)	
Case d'ascenseur	1 (pour chaque niveau)	
Couloir	1 (pour chaque niveau)	
Escalier	1 (pour chaque niveau)	
Réceptions	2 (pour chaque niveau)	
Réfectoire	1 (pour chaque niveau)	
Salle de réunion	1 (pour chaque niveau)	

ETUDE TECHNIQUE D'UN BÂTIMENT A USAGE COMMERCIAL «RDC+4 » EN  
BETON ARME

DÉSIGNATION DES PIÈCES	NOMBRES	SUPERFICIE TOTALE DES PIÈCES (m <sup>2</sup> )
Terrasse	1 (pour chaque niveau)	
Toilettes	5 (pour chaque niveau)	
R+4		
Archive	1	331 m <sup>2</sup>
Bureaux	2	
Case d'ascenseur	1	
Couloir	1	
Escalier	1	
Réception	1	
Réfectoire	1	
Salle de réunion	1	
Toilettes	5	

## 2. LES DIMENSIONS ARCHITECTURALES

Nous tenons à signaler qu'il s'agit d'un bâtiment de forme trapézoïdale. Les niveaux R+1, R+2, R+3 et sont identiques. Les dimensions du bâtiment sont les suivantes:

- ❖ la longueur totale de 21,56m ;
- ❖ la largeur est de 19,53m. Ce qui donne une superficie totale d'environ 425m<sup>2</sup> ;
- ❖ Il faut noter que l'emprise du site d'implantation du bâtiment est de 600m<sup>2</sup> ;
- ❖ Il est situé dans le quartier Bobiel à 500m sur la gauche après le village d'enfants SOS en partant au marché de DERSALAM de coordonnées géographiques L : 13.550431, 1 : 2.104035.



Figure 2 : Emplacement du site encadré en rouge

### 3. LES BASES DE CALCUL

#### a) Règlements

Dans le souci d'assurer une bonne sécurité des ouvrages en béton armé l'étude sera effectuée suivant le règlement BAEL 91 modifiée 99, les DTU et les normes NF P.

#### b) Les hypothèses générales de calcul

Les caractéristiques générales de ce projet se présentent comme suit :

- ❖ la hauteur sous plancher entre les différents niveaux du bâtiment est de 3,64 m ;
- ❖ la durée d'application des charges est supérieure à 24 heures soit  $\theta=1$ ;
- ❖ les poutres et les nervures seront calculées en flexion simple et les poteaux et voiles en compression simple;
- ❖ plus de la moitié des charges est appliquée après 90 jours.

Notons que les éléments porteurs seront dimensionnés aux états limites ultimes (l'ELU) sauf les semelles qui seront dimensionnées à l'ELS pour la simple raison qu'elles sont situées dans un milieu agressif (en dessous du terrain naturel).

#### c) Caractéristiques des matériaux

L'objectif de ce point est de présenter les principales caractéristiques des matériaux utilisés en béton armé et les modèles adoptés pour les calculs réglementaires.

☞ Le béton :

Le béton est un mélange en proportion convenable de liant, d'agréats et de l'eau. Les informations le concernant pour ce projet sont les suivantes :

- ❖ La résistance à la compression à 28 jours d'âge est :  $f_{c28}=25\text{MPa}$  et la résistance à la traction du béton à 28 jours d'âge est :  $f_{t28}=2,10\text{MPa}$ . Cette valeur est obtenue à base de la formule suivante :  $f_{tj}=0.6+0.06F_{c28}$
- ❖ Le coefficient partiel de sécurité pour le béton  $\gamma_b=1,5$
- ❖ La résistance du béton à l'ELU  $f_{bu}=\frac{0.85*f_{c28}}{\theta*\gamma_b}=14,37\text{MPa}$
- ❖ Le diamètre maximal des granulats  $C_g=20\text{ mm}$
- ❖ Le poids volumique du béton  $=25\text{kN/m}^3$
- ❖ Le dosage du béton sera :
  - 150kg/m<sup>3</sup> pour le béton de propreté
  - 350kg/m<sup>3</sup> pour les éléments porteurs
  - Le type de ciment à utiliser est le CMII

☞ Les aciers :

❖ Fondation

Les caractéristiques des aciers utilisés sont les suivantes :

- Des aciers de Haute Adhérence (HA) et de nuance  $f_{eE}=400\text{MPa}$
- La contrainte de calcul de l'acier à l'ELU est :  $f_{ed}=f_e/\gamma_s$ , avec  $\gamma_s=1.15$  soit  $f_{ed}=347.82\text{MPa}$
- Tenue au feu: 0 heure
- Fissuration préjudiciable
- Enrobage des aciers  $e=5$  cm pour les semelles (milieu agressif) et de 3 cm pour les poteaux en fondation

☞ Elévations

- ❖ Armatures longitudinales et transversales
- ❖ Nature des aciers utilisés sont : des aciers de Haute Adhérence (HA) et de nuance  $f_{eE}=400\text{MPa}$ .
- ❖ Tenue au feu : 1 heure
- ❖ Fissuration peu préjudiciable
- ❖ Enrobage des aciers :  $e=2,5$  cm

☞ Le sol de fondation :

Selon le rapport du Laboratoire national du bâtiment et des travaux publics, le sol du site d'implantation du bâtiment se caractérise comme suite :

- ❖ La contrainte admissible du sol pour le projet :  $\sigma_{sol}=0.46\text{MPa}$  ;
- ❖ Le niveau d'assise des fondations est :  $-1.20\text{m/TN}$  ;
- ❖ Le type de fondation : fondation superficielle en semelles isolées ;

#### d) Hypothèses de descentes de charges

Les éléments sont résumés dans le tableau ci-dessous. Pour un bâtiment à usage commercial (bureau et galerie), le BAEL prévoit les charges permanentes et d'exploitation ci-après.

ETUDE TECHNIQUE D'UN BÂTIMENT A USAGE COMMERCIAL «RDC+4 » EN  
BETON ARME

Tableau 4 : Poids des matériaux

N°	IDENTIFICATION	Épaisseur	Poids	Poids
		m	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>2</sup>
<b>A</b>	<b>CHARGES PERMANENTES G</b>			
<b>A-1</b>	<b>TOITURES TERRASSES</b>			
<b>A-1-1</b>	<b>Dalle pleine (ép = 20cm)</b>			
<b>A-1-1-1</b>	Étanchéité multicouche	-	-	0,26
<b>A-1-1-2</b>	Forme de pente	0,03	22,00	0,66
<b>A-1-1-3</b>	Dalle pleine	0,15	25,00	5,00
<b>A-1-1-4</b>	<b>TOTAL G</b>			<b>6,24</b>
<b>A-1-2</b>	<b>CORPS CREUX 16+4</b>			
<b>A-1-2-1</b>	Étanchéité multicouche	-	-	0,26
<b>A-1-2-2</b>	Forme de pente	0,03	22,00	0,66
<b>A-1-2-3</b>	Hourdis 16+4	-	-	2,85
<b>A-1-2-4</b>	Faux plafond staff y compris lattis en bois	0,02	12,75	0,26
<b>A-1-2-5</b>	<b>TOTAL G</b>			<b>4.03</b>
<b>A-2</b>	<b>PLANCHER COURANT-TERRASSE</b>			
<b>A-2-1</b>	<b>DALLE PLEINE (ép.=20cm)</b>			
<b>A-2-1-1</b>	Cloisons légères de distribution	-	-	1,00
<b>A-2-1-2</b>	Revêtement carrelé y compris mortier de pose	0.02	22	0,44
<b>A-2-1-3</b>	Forme de pente	0,03	22,00	0,66
<b>A-2-1-4</b>	Dalle pleine	0,2	25,00	5,00
<b>A-2-1-5</b>	Faux plafond staff y	0,02	12,75	0,26
<b>A-2-1-6</b>	<b>TOTAL G</b>			<b>7,36</b>
<b>A-2-2</b>	<b>CORPS CREUX 16+4</b>			
<b>A-2-2-1</b>	Revêtement carrelé y compris mortier de pose	0.02	22	0,44
<b>A-2-2-2</b>	Forme de pente	0,03	22,00	0,66
<b>A-2-2-3</b>	Hourdis 16+4	-	-	2,85
<b>A-2-2-4</b>	Faux plafond staff y	0,02	12,75	0,26
<b>A-2-2-5</b>	<b>TOTAL G</b>			<b>4,21</b>
<b>A-3</b>	<b>VOILE 20 CM</b>			
<b>A-3-1</b>	Poids propre	0.2	25	5,00
<b>A-3-2</b>	Enduit	0.02	22	0,44
<b>A-3-3</b>	<b>TOTAL G</b>			<b>5,44</b>
<b>B</b>	<b>CHARGES D'EXPLOITATION Q</b>			
<b>B-1</b>	Toiture-terrasse inaccessible			<b>1,00</b>
<b>B-2</b>	Bureau			<b>2,50</b>
<b>B-3</b>	Balcon			<b>3,50</b>
<b>B-4</b>	Circulations			<b>2,50</b>
<b>B-5</b>	Escaliers			<b>2,50</b>
<b>B-6</b>	Salle de réunion			<b>3,50</b>
<b>C</b>	<b>CHARGES LINÉIQUES</b>			
<b>C-1</b>	Parpaings creux de 15 cm non porteurs y compris			<b>7,81</b>
<b>C-2</b>	Parpaings creux de 10cm non porteurs y compris			<b>1,77</b>

---

## CHAPITRE II : METHODOLOGIE DE CONCEPTION ET D'ETUDE

### I. LA METHODOLOGIE DE CONCEPTION

La conception structurale est l'étude d'une ossature de bâtiment en béton armé. Elle est considérée comme étant la phase la plus importante puisque le dimensionnement des éléments de structure est en relation avec le coût et les délais d'exécution. C'est dans ce sens, J-A Calvaro disait à juste titre «qu'une structure doit être bien conçue et exécutée de telle sorte à ce qu'elle ne soit pas endommagée par des événements tels qu'une explosion, un choc et les erreurs humaines de façon disproportionnée par rapport à la cause initiale»<sup>1</sup>.

En ce sens, elle doit être conduite en respectant les règles de l'art de la construction et en satisfaisant au mieux les contraintes architecturales et celles du site. Pour choisir un système porteur, plusieurs facteurs doivent être pris en compte à savoir les charges permanentes, les charges d'exploitation, l'interaction sol-structure, les actions climatiques et les charges dynamiques. Le choix du système porteur dépend aussi de l'usage du bâtiment. Une fois la conception est faite on procède au pré-dimensionnement des éléments. Chaque élément porteur doit être dimensionné, vis-à-vis des conditions de résistance et de la déformation. Le dimensionnement conduit à optimiser les sections afin de réduire les couts .Les différents éléments structuraux de l'ouvrage doivent permettre son utilisation dans des conditions normales et en toute sécurité. Nous allons utiliser deux méthodes de calcul : le calcul au logiciel et le calcul manuel.

Notre projet porte sur un bâtiment R+4 à usage commercial. Il s'agit pour nous d'étudier au moins un exemple pour chaque élément de structure. Ainsi, nous pouvons tirer une conclusion générale pour toutes les études des ouvrages en béton armé. Tous les autres plans architecturaux étant consignés dans **l'annexe I**.

---

<sup>1</sup> Les Eurocodes : Conception des bâtiments et les ouvrages de Génie Civil, page 37, Jean-Armand CALVARO,

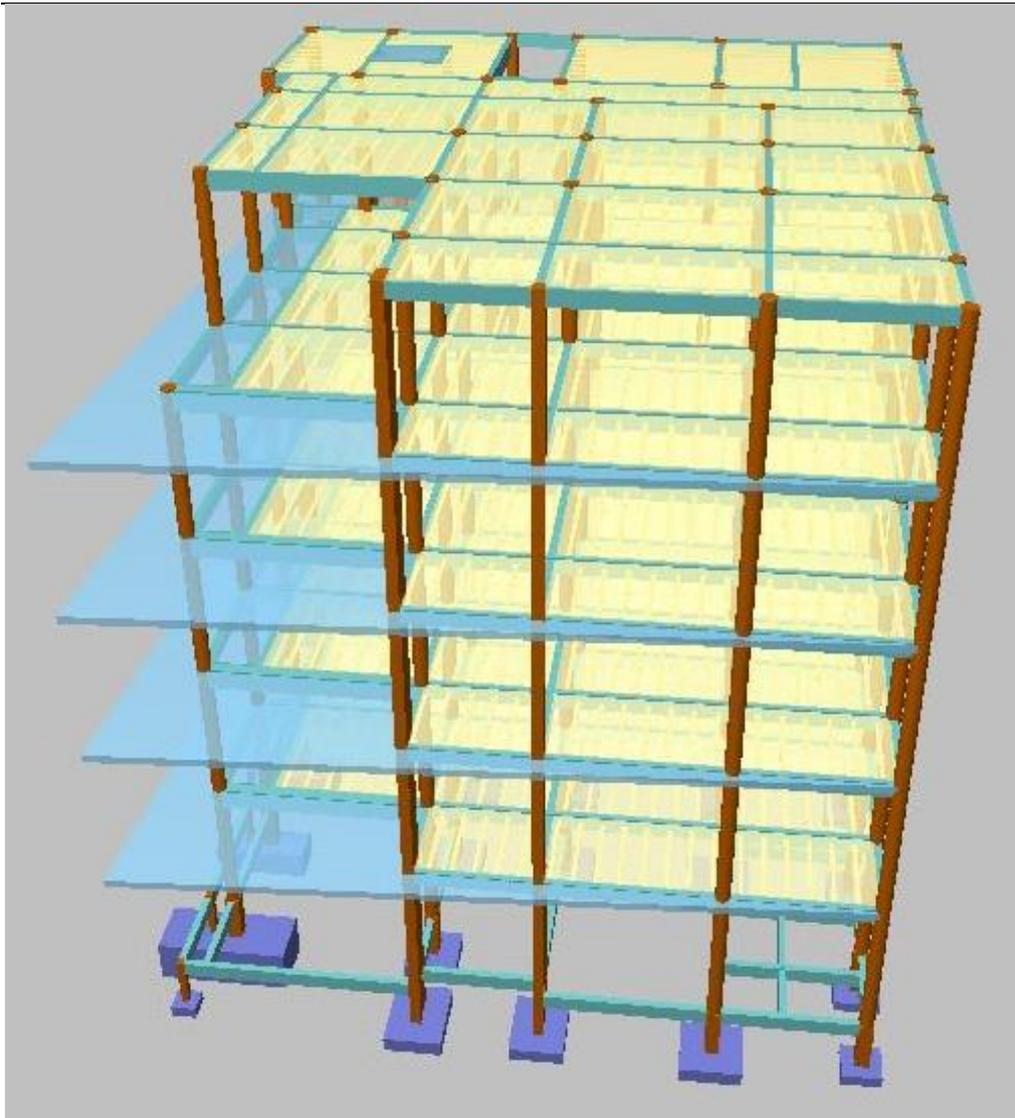


Figure 3 : Modélisation de l'ossature du bâtiment (CYPE)

## II. LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Il s'agit ici, pour nous, d'élaborer une méthodologie d'étude manuelle et au logiciel des éléments de structures en béton armé. Au préalable, il convient de dresser un tableau synthétique présentant pour chaque objectif spécifique élaboré, le travail à effectuer.

Tableau 5 : Les tâches à effectuer pour chaque objectif spécifique correspondant

Objectifs spécifiques	Travail à effectuer
Faire une étude technique manuelle et au logiciel CYPE des éléments structurels	Conception et dimensionnement des éléments structurels (sections des éléments porteur et sections d'aciers)
Faire une appréciation des résultats de ces deux méthodes de calcul et proposer des solutions.	Comparaison des résultats du logiciel et les résultats du calcul manuel et proposition des solutions

## **1. PROCEDURE DE DIMENSIONNEMENT AVEC LE LOGICIEL CYPE**

Le logiciel en question est le CYPE CAD. C'est un logiciel de calcul destiné à modéliser et à dimensionner les différents types de structures. L'une des caractéristiques les plus importantes du logiciel est la rapidité du moteur de calcul et la précision des résultats générés. Ces deux facteurs déterminent en grande partie la fonctionnalité du logiciel. En fonction du type de problème étudié, le logiciel détermine automatiquement la méthode optimale en fonction de la vitesse et de la précision des calculs sans négliger les ressources du système disponible (mémoire vive et espace disque adéquate). Il permet la création rapide d'une documentation pour la structure dimensionnée.

L'étude d'un projet à l'aide du logiciel CYPE CAD doit obéir aux étapes ci-dessous.

❖ L'étape préliminaire est consacrée:

- Au paramétrage du logiciel (le choix des unités de mesure ; l'enregistrement de l'épaisseur de la dalle dans la bibliothèque dalle) ;
- A l'introduction des hypothèses de calcul relatives au projet (la résistance du béton à 28 jours, la contrainte du sol et la densité du béton);

❖ L'étape suivante consiste à :

- Modéliser le bâtiment. En effet, les poteaux sont placés en première position, ensuite les poutres, et enfin la dalle;
- Définir les charges et les introduire (charges permanentes et les charges d'exploitation et bien d'autres charges selon le projet) ;
- Lancer le calcul de la descente de charge ;

❖ La troisième et la dernière étape consistent à :

- Exporter les plans d'exécutions (plan de fondation, plan de coffrage et de ferrailage) de CYPE CAD à AUTOCAD pour d'éventuelles modifications.

## **2. PROCEDURE DE DIMENSIONNEMENT MANUEL**

Le dimensionnement manuel est l'opération qui consiste à calculer les sections d'acier des ouvrages en béton armé sans l'utilisation d'un outil informatique. Il est effectué sur la base des méthodes et les règles définies dans le BAEL91 modifiées 99. Cette méthode est pratiquée avant l'avènement de la technologie et les logiciels de calcul. Pour l'étude manuelle, l'organigramme suivant sera respecté pour tous les éléments porteurs.

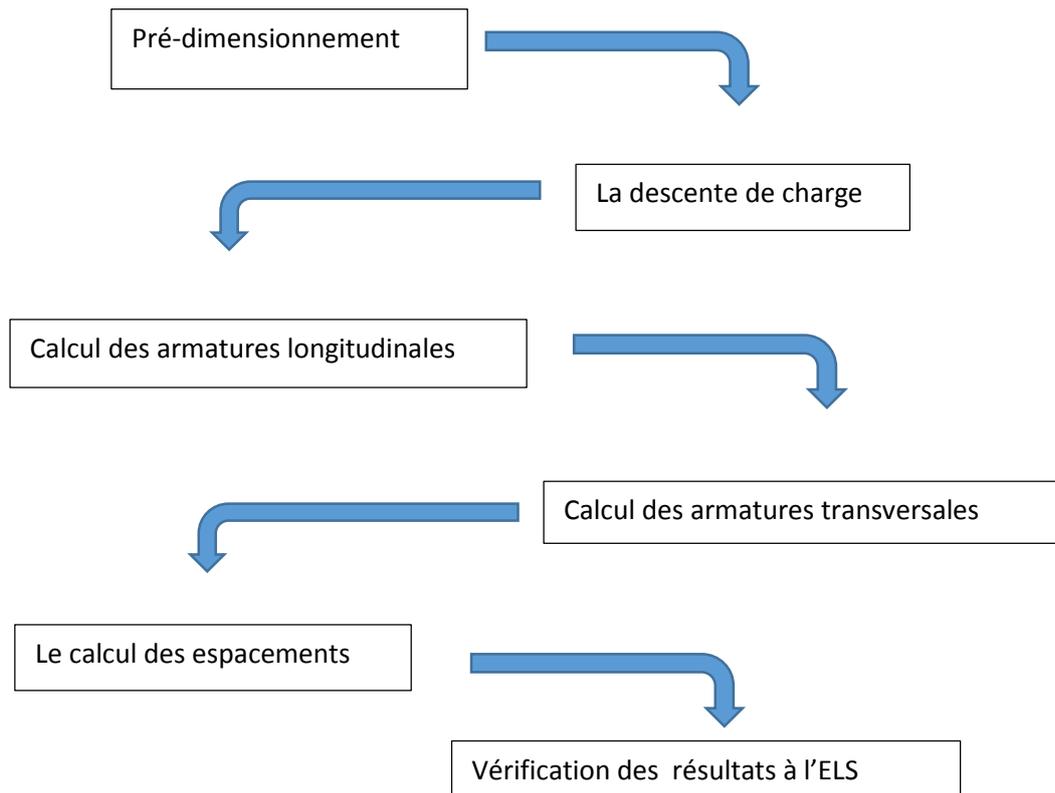


Figure 4 : Organigramme de calcul

Il faut noter qu'après le pré-dimensionnement et/ou la descente de charge, suit l'identification de la méthode de calcul dans le cas des poutres. Il y a au total deux méthodes de calcul : la méthode forfaitaire et la méthode de Caquot.

☞ Le principe :

La méthode forfaitaire est applicable si et seulement si toutes les quatre conditions sont vérifiées :

- ❖ Condition1 : La construction doit faire partie de la catégorie des constructions courantes, dont la charge d'exploitation,  $Q \leq 2G$  où  $5 \text{ kN/m}$ ;
- ❖ Condition2 : Les moments d'inertie des sections transversales sont les mêmes dans les différentes travées de continuité ;
- ❖ Condition 3 : Les portées successives sont dans un rapport qui est compris entre 0.8 et 1.25.
- ❖ Condition4 : La fissuration ne compromet pas la tenue du béton armé ni celle du revêtement. Donc elle doit être peu préjudiciable.

Au cas où l'une des quatre conditions n'est pas effective, on ne peut appliquer que la méthode de Caquot minoré.

Il faut noter que toutes ces étapes respectent les règles et les normes du BAEL 91 modifié 99.

### **3. LA TECHNIQUE D'ANALYSE**

La technique d'analyse adoptée dans cette étude est celle de l'analyse et de comparaison des résultats des deux méthodes d'études. En effet, nous allons comparer les résultats des deux méthodes d'étude puis énumérer les limites que présente chacune des deux méthodes afin d'en tirer une conclusion.

### CHAPITRE III : ETUDE TECHNIQUE DES ELEMENTS DE STRUCTURE

Cette partie sera consacrée à l'étude technique manuelle et au logiciel CYPE CAD de quelques éléments de notre structure. Nous allons indiquer sur le plan du plancher haut RDC les éléments choisis pour faire notre étude.

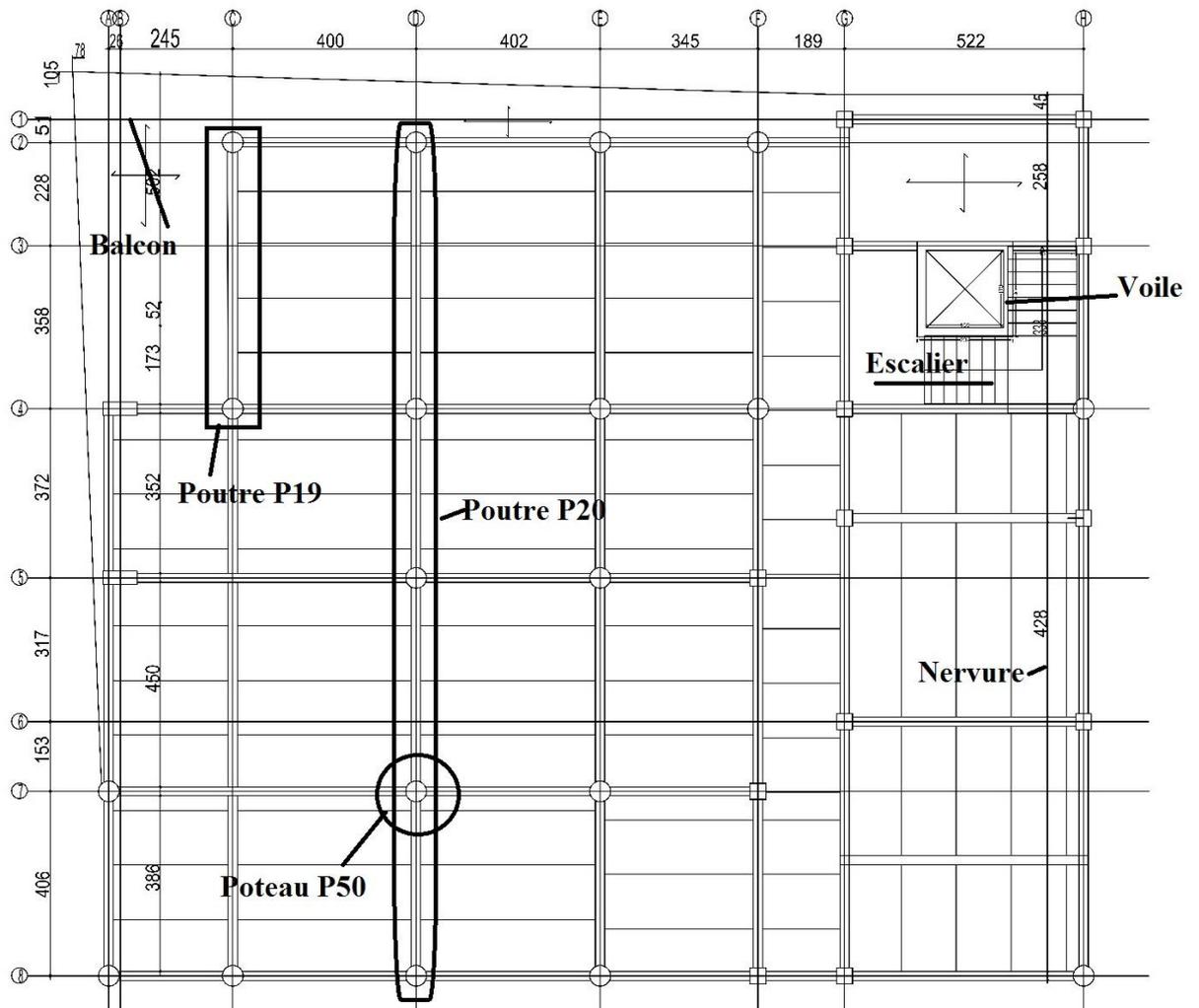


Figure 5: Identifications des éléments

## I. L'ETUDE MANUELLE

### 1. ETUDE D'UN PLANCHER A CORPS CREUX

La nervure que nous allons dimensionner dans les lignes suivantes est la nervure la plus chargée et qui possède la plus grande portée. Elle est l'une des nervures du plancher de la salle de stockage. Nous allons d'abord procéder par son pré-dimensionnement qui consiste à déterminer l'épaisseur du plancher creux (l'épaisseur de la table de compression  $h_0$ , la largeur

Le et la hauteur des entrevous  $H_{en}$  ainsi que la base ( $b_0$ ) de la nervure et la distance ( $b$ ) entre axes de la nervure.

**a. Détermination de l'épaisseur du plancher et calcul de nervure**

$$h_v \geq \frac{L}{22,5} \Rightarrow h_v \geq \frac{4,28}{22,5} \Rightarrow h_v \geq 0,19 \quad \text{Prenons } h_v = 20 \text{ cm}$$

L est la plus grande portée de la dalle.

❖ Détermination de l'épaisseur de la table de compression.

$h_0 \geq Le/25$ , avec Le, la largeur des entrevous considérés.

**Convenons d'utiliser  $Le=60\text{cm}$ .**

$$h_0 \geq 60/25 \Rightarrow h_0 \geq 2,4 \text{ cm.}$$

**Prenons  $h_0=4\text{cm}$**

❖ La hauteur des entrevous :  $H_{en}=h-h_0=20-4 \Rightarrow H_{en}=16\text{cm}$

❖ Détermination de la base ( $b_0$ ) de la nervure N1.

$b_0 \geq 0,4d$  avec  $d=0,9h \Rightarrow b_0 \geq 7,2\text{cm}$ . **Convenons d'utiliser  $b_0=12\text{cm}$**

❖ Détermination de la table( $b$ ).

$$b=2a+b_0 \text{ avec } a=\min\left\{\frac{L_i}{10}, \frac{L_0}{2}\right\} = \min\left\{\frac{380}{10}, \frac{(60-12)}{2}\right\} \text{ D'où } b=2 * 24 + 12 \Rightarrow b=60\text{cm} \text{ Avec } L_0 :$$

la largeur de la partie creuse que supporte la nervure.

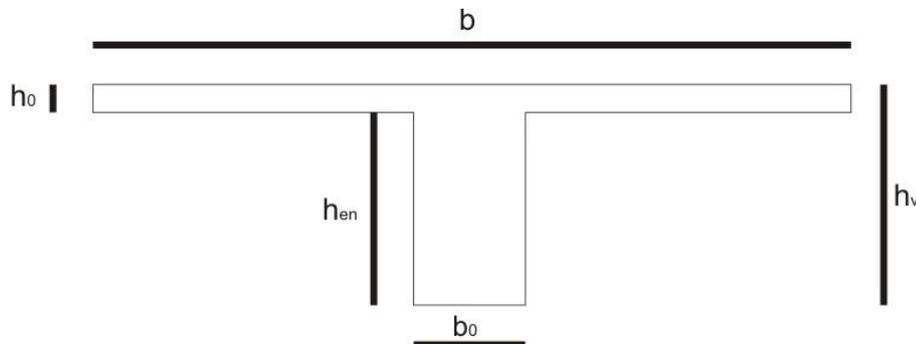


Figure 6 : Coupe d'une nervure

**b. Combinaisons de charges à l'ELU**

Après la descente de charge sur la nervure nous obtenons les chargements suivants :  
 $G=2,53 \text{ kN/m}$  et  $Q= 2,10 \text{ kN/m}$ .

**Détails de la descente de charge présentée en annexe n°II.**

-  $P_U=1,35G+1,5Q=1,35 * 2,53 + 1,5 * 2.1 \Rightarrow P_U=6,56 \text{ kN/m}$

**c. Calcul des moments et efforts à l'ELU**

- $M_f = \frac{P_U * l^2}{8} = 6,56 * \frac{4,28^2}{8} \Rightarrow M_f = 15,02 \text{ kN.m}$
- $T = P_U * \frac{l}{2} = 6,56 * \frac{4,28}{2} \Rightarrow T = 14,04 \text{ kN}$
- $M_{TU} = b * h_o * f_{bu} * \left[ d - \frac{h_o}{2} \right] = 0,6 * 0,04 * 14167 \left[ 0,18 - \frac{0,04}{2} \right] \Rightarrow M_{TU} = 54,40 \text{ kN.m}$
- Comparaisons de  $M_{TU}$  et  $M_f$   
 $M_f = 15,02 \text{ kN.m} < M_{TU} = 54,40 \text{ kN.m}$

**Conclusion :** le dimensionnement de la nervure se fera comme une poutre à section rectangulaire de  $b \times h_v (60 * 24)$ .

**d. Calcul des armatures**

Tableau 6 : Calcul d'armature de la nervure

Symboles	Formules	Armature
$\mu_u$	$\mu_u = \frac{M_i}{b * d^2 * f_{bu}}$	<b>0,054</b>
<b>A</b>	$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_u})$	<b>0,069</b>
<b>Z</b>	$Z = d(1 - 0,4\alpha)$	<b>0,175</b>
<b>Ast</b>	$A_{st2} = \frac{M_i}{Z * \sigma_{st}}$	<b>2,46 cm<sup>2</sup></b>
<b>Choix des aciers</b>		<b>3HA12 totalisant une section de 3.39 cm<sup>2</sup>.</b>

❖ Vérification de la condition de non-fragilité.

Le principe consiste à comparer les sections d'aciers trouvés avec la section minimale d'acier que peut contenir la nervure.

$$A_{Smin} = \frac{0,23 * b * d}{400} * f_{t28} \Rightarrow A_{Smin} = \frac{0,23 * 0,6 * 0,18 * 2,1}{400} = 1,3 \text{ cm}^2 < 2,84 \text{ cm}^2 \dots \dots \text{Vérifiée}$$

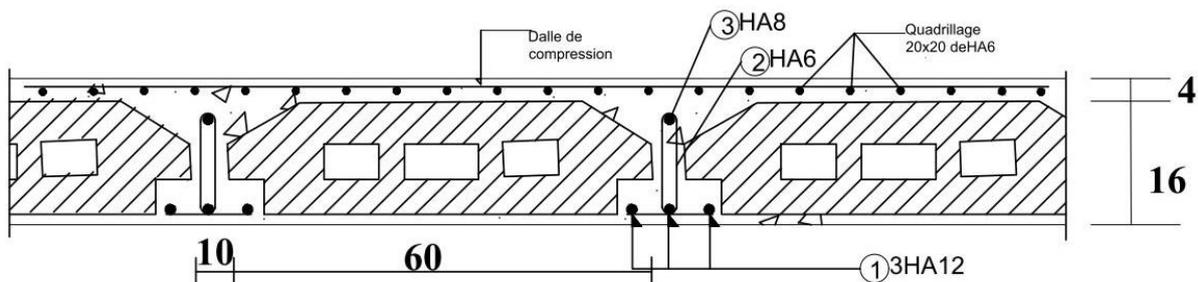


Figure 7 : Coupe transversale du plancher

## 2. ETUDE D'UNE POUTRE

La poutre P20 est la poutre du PH-RDC que nous allons dimensionner dans les lignes suivantes. Il s'agit de la poutre la plus chargées du plancher comportant quatre travées de distances variables et possédant la plus grande surface d'influence.

### a. Pré-dimensionnement

- ❖ La hauteur de la poutre :  $\frac{L_{max}}{20} \leq h_p \leq \frac{L_{max}}{16}$  avec  $L_1=4,06$  cm ;  $L_2=4,70$  cm ;  $L_3=3,73$  cm ;  $L_4=5,86$  cm

Nous allons considérer la porte la plus défavorable pour son pré-dimensionnement qui est L4

$$\frac{5,86}{20} \leq h_p \leq \frac{5,86}{16} \rightarrow 0,30 \leq h_p \leq 0,40 \quad \text{Soit } h_p=40\text{cm}$$

- ❖ La base de la poutre :  $0,3 \cdot h_p \leq b \leq h_p$  soit  $b=20\text{cm}$

**Nous adoptons une section de poutre 20x40.**

Calculons  $d$  :  $d=0,9h \Rightarrow d = 0,36$  cm

### b. Identification de la méthode d'étude

Ce point permet d'identifier la méthode applicable dans le dimensionnement de la poutre. À cet effet, nous avons deux méthodes : la méthode forfaitaire et la méthode de Caquot. Si l'une des quatre conditions préalablement décrites en première partie ne vérifie pas, la méthode forfaitaire n'est pas utilisable. Ce qui impose l'utilisation de la méthode de Caquot.

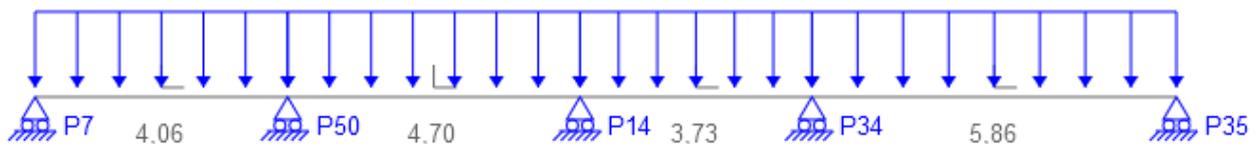


Figure 8 : Schéma statique de la poutre.

- ❖ Condition 1 : La charge d'exploitation  $Q \leq 2G$  où 5..... **Vérifiée**
- ❖ Condition 2: Les moments d'inertie des sections transversales sont les mêmes dans les différentes travées de continuité..... **Vérifiée**
- ❖ Condition 3 :  $0,8 \leq \frac{l_i}{l_{i+1}} \leq 1,25$  or  $\frac{l_i}{l_{i+1}} = \frac{4,70}{3,73} = 1,26\text{m} \dots$  **Non vérifiée**
- ❖ Condition 4 : La fissuration ne compromet pas la tenue du béton armé ni celle du revêtement, car elle est peu préjudiciable..... **Vérifiée**

**Conclusion** : La condition3 n'est pas vérifiée ; par conséquent, la méthode forfaitaire n'est pas applicable. Appliquons la méthode de Caquot.

Le tableau ci-dessous représente la descente de charge sur la poutre 20. Notons que la largeur d'influence de la poutre est de 3,81 m pour toutes les travées.

Tableau 7: Descente de charge sur la poutre.

N	DÉSIGNATION	CALCUL	UNITE	POIDS	
				G	Q
1	Plancher 16+4	4,21* 3,81	kN/m	16,04	
2	Poutre 20x50	25 * 0,20 * 0,40	kN/m	2	
3	Chainage	0,2*0,15*25	kN/m	0,75	
4	Bureau	2,50*3,81	kN/m		9,53
5	Salle de réunion	3,5*3,81	kN/m		13,34

- Charge permanente :  $G=18,79\text{KN/m}$
- Charges d'exploitation :  $Q_1=13,34\text{ KN/m}$  et  $Q_2=9,53\text{ KN/m}$ 
  - ❖ Combinaisons des charges à l'ELU
- $P_{U1}=1,35*G+ 1,5*Q_1 =1,35*18,79+1,5*13,34 \Rightarrow P_{U1}=45,38\text{KN/m}$
- $P_{U2}=1,35*G+1,5*Q_2=1,35*18,79 + 1,5*9,53 \Rightarrow P_{U2}=39,66\text{ KN/m}$
- $P_{U3}=1,35*G=1,35*18,79 \Rightarrow P_{U3}=25,37\text{ KN/m}$

### c. Calcul des armatures longitudinales en travée et aux appuis

- ❖ Calcul des portées fictives

La méthode de Caquot définit des portées fictives permettant la détermination des moments. Les portées de rive sont égales aux portées fictives de rives. Pour les portées intermédiaires fictives, on multiplie la portée réelle par 0,8.

$$L_1=L_1'= 4,06\text{m}$$

$$L_2'=0,8*4,70=3,76\text{m}$$

$$L_3'=0,8*3,73=2,98\text{m}$$

$$L_4=L_4'= 5,86\text{m}$$

- ❖ Le choix des moments les plus élevés

Après le calcul des moments avec différents cas de chargement. Nous faisons un récapitulatif des moments maximaux obtenus.

**Détails de calcul présenté en annexe III.**

Tableau 8 : Récapitulatif des moments maximaux à l'ELU

	M <sub>P7</sub>	M <sub>t1</sub>	M <sub>P50</sub>	M <sub>t2</sub>	M <sub>P14</sub>	M <sub>t3</sub>	M <sub>P34</sub>	M <sub>t4</sub>	M <sub>P35</sub>
M <sub>max</sub>	14,02	-129,61	81,98	-139,67	63,07	-111,25	122,19	-118,15	25,54

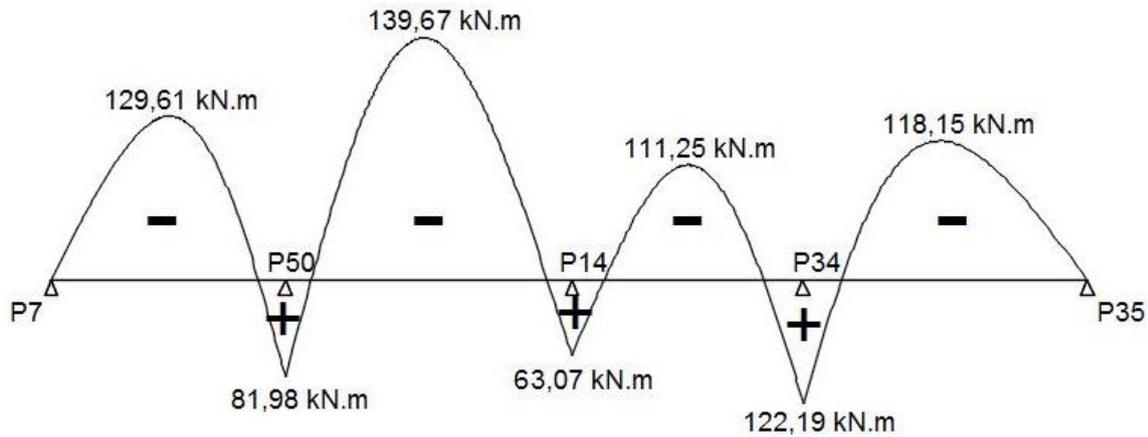


Figure 9 : Le diagramme des moments maximaux à l'ELU

Tableau 9 : Calcul des sections d'aciers de la poutre

Symboles	$\mu u$	A	Z	A <sub>st</sub>	Choix des aciers
Formules	$\frac{M_i}{b * d^2 * f_{bu}}$	$1,25(1 - \sqrt{(1 - 2\mu u)})$	d (1-0,4a)	$\frac{M_i}{Z * \sigma_{st}}$	
Appuis P7	0,038	0,049	0,35	1,14	3HA10 soit 2,36cm <sup>2</sup>
Travée Mt <sub>1</sub>	0,353	0,572	0,28	13,42	9HA14 soit 13,85cm <sup>2</sup>
Appuis P50	0,223	0,320	0,31	7,51	5HA14 soit 7,70cm <sup>2</sup>
Travée Mt <sub>2</sub>	0,380	0,639	0,27	14,98	9HA14+2HA10 soit 15,42cm <sup>2</sup>
Appuis P14	0,172	0,237	0,33	5,56	5HA12 soit 5,65cm <sup>2</sup>
Travée Mt <sub>3</sub>	0,303	0,465	0,29	10,92	9HA12+2HA10 soit 11,75cm <sup>2</sup>
Appuis P34	0,333	0,527	0,28	12,37	9HA14 Soit 13,85cm <sup>2</sup>
Travée Mt <sub>4</sub>	0,322	0,504	0,29	11,82	8HA14 soit 12,32cm <sup>2</sup>

Symboles	$\mu u$	A	Z	Ast	Choix des aciers
Formules	$\frac{M_i}{b * d^2 * f_{bu}}$	$1,25(1 - \sqrt{(1 - 2\mu u)})$	$d (1 - 0,4\alpha)$	$\frac{M_i}{Z * \sigma_{st}}$	
Appuis 35	0,070	0,090	0,35	2,12	<b>2HA12</b> soit <b>2,26cm<sup>2</sup></b>

**d. Calcul des efforts tranchants et des contraintes tangentielles  $\tau$**

❖ Travée N°1

$$T_1 = \frac{PU1 * l_1}{2} + \frac{MP7 - MP50}{l_1} \Rightarrow \frac{45,38 * 4,06}{2} + \frac{0 - 81,98}{4,06} = \mathbf{71,93 \text{ kN}}$$

$$\tau_{u1} = T_1 / b * d \Rightarrow 71,93 * 10^{-3} / (0,2 * 0,36) = \mathbf{1 \text{ MPa}}$$

❖ Travée N°2

$$T_2 = \frac{PU1 * l_2}{2} + \frac{MP50 - MP14}{l_2} \Rightarrow \frac{45,38 * 4,7}{2} + \frac{81,98 - 63,07}{4,7} = \mathbf{110,66 \text{ kN}}$$

$$\tau_{u2} = T_2 / b * d \Rightarrow 110,66 * 10^{-3} / (0,2 * 0,36) = \mathbf{1,54 \text{ MPa}}$$

❖ Travée N°3

$$T_3 = \frac{PU1 * l_3}{2} + \frac{MP14 - MP34}{l_3} \Rightarrow \frac{45,38 * 3,73}{2} + \frac{63,07 - 122,19}{3,73} = \mathbf{68,78 \text{ kN}}$$

$$\tau_{u3} = T_3 / b * d \Rightarrow 68,78 * 10^{-3} / (0,2 * 0,36) = \mathbf{0,95 \text{ MPa}}$$

❖ Travée N°4

$$T_4 = -\frac{PU2 * l_4}{2} + \frac{MP34 - MP35}{l_4} \Rightarrow -\frac{39,66 * 5,86}{2} + \frac{122,19 - 0}{5,86} = \mathbf{-95,35 \text{ kN}}$$

$$\tau_{u4} = T_4 / b * d \Rightarrow 95,35 * 10^{-3} / (0,2 * 0,36) = \mathbf{1,32 \text{ MPa}}$$

❖ Vérification avec les contraintes limites  $\tau_{u\text{lim}}$

$$\tau_{u\text{Lim}} \leq \text{Min} [(0,2F_{c28})/\gamma_s ; 5\text{MPa}] \Rightarrow \tau_{u\text{Lim}} \leq [(0,2 * 25 / 1,15) ; 5\text{MPa}]$$

$$\tau_{u\text{Lim}} = 4,35\text{MP} \Rightarrow \tau_{u1-4} < \tau_{u\text{Lim}} \dots \dots \mathbf{Vérifiée}$$

**e. Choix des aciers transversaux**

❖ Le diamètre des armatures transversales  $\Phi_t$

$$\Phi_t \leq \text{min} \{ \Phi_{\text{min}} ; h/35 ; b/10 \} \Rightarrow \Phi_t \leq \text{min} \{ 8\text{mm} ; 500/35 ; 200/10 \}$$

**Prenons  $\Phi_t = 6\text{mm}$**

❖ Calcul de la section d'armatures transversales

$A_t = n * \Phi t$  avec n le nombre de coupure des armatures transversales

$A_t = 2 * 0,28 \Rightarrow A_t = 0,56 \text{ cm}^2$

❖ Calculons l'espacement St

-  $St_1 \leq \frac{0,9 * Fe * At}{b * \gamma_s * (\tau_u - 0,3K * ft_j)} \Rightarrow St_1 \leq \frac{0,9 * 400 * 0,56 * 10^{-4}}{0,20 * 1,15 * (1 - 0,3 * 2,1)} \Rightarrow St_1 \leq 24 \text{ cm}$  **Nous adoptons un espacement  $St_1 = 20 \text{ cm}$**

-  $St_2 \leq \frac{0,9 * Fe * At}{b * \gamma_s * (\tau_u - 0,3K * ft_j)} \Rightarrow St_2 \leq \frac{0,9 * 400 * 0,56 * 10^{-4}}{0,2 * 1,15 * (1,54 - 0,3 * 2,1)} \Rightarrow St_2 \leq 10 \text{ cm}$  **Nous adoptons un espacement  $St_2 = 10 \text{ cm}$**

-  $St_3 \leq \frac{0,9 * Fe * At}{b * \gamma_s * (\tau_u - 0,3K * ft_j)} \Rightarrow St_3 \leq \frac{0,9 * 400 * 0,56 * 10^{-4}}{0,2 * 1,15 * (0,95 - 0,3 * 2,1)} \Rightarrow St_3 \leq 27,40 \text{ cm}$  **Nous adoptons un espacement  $St_3 = 25 \text{ cm}$**

-  $St_4 \leq \frac{0,9 * Fe * At}{b * \gamma_s * (\tau_u - 0,3K * ft_j)} \Rightarrow St_4 \leq \frac{0,9 * 400 * 0,56 * 10^{-4}}{0,2 * 1,15 * (1,32 * 10^{-2} - 0,3 * 2,1)} \Rightarrow St_4 \leq 12,70 \text{ cm}$  **Nous adoptons un espacement  $St_4 = 10 \text{ cm}$**

❖ Espacement des armatures transversales

$St \leq \min(0,9d ; 40) \Rightarrow St \leq 36 \dots \dots \text{Vérifiée}$

❖ Section minimale des armatures transversales

$\frac{At * Fe}{b * St} \geq 0,4 \text{ MPa} \Rightarrow \frac{0,56 * 10^{-4} * 400}{0,2 * 0,1} \Rightarrow 1,12 > 0,4 \dots \dots \text{Vérifiée}$

❖ Disposition d'armature

-  $e_h \geq \max[\emptyset; a; 1,5C_g]$  avec  $C_g = 20 \text{ mm}$

$e_h \geq \max[14; 14; 30] \Rightarrow e_h \geq 30 \text{ mm}$

$e_h = 75 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \dots \dots \text{Vérifiée}$

-  $e_v \geq \max[\emptyset; a; C_g]$

$e_h \geq \max[14; 14; 20] \Rightarrow e_v \geq 20 \text{ mm}$

$e_v = 40 \text{ mm} > 20 \text{ mm} \dots \dots \text{Vérifiée}$

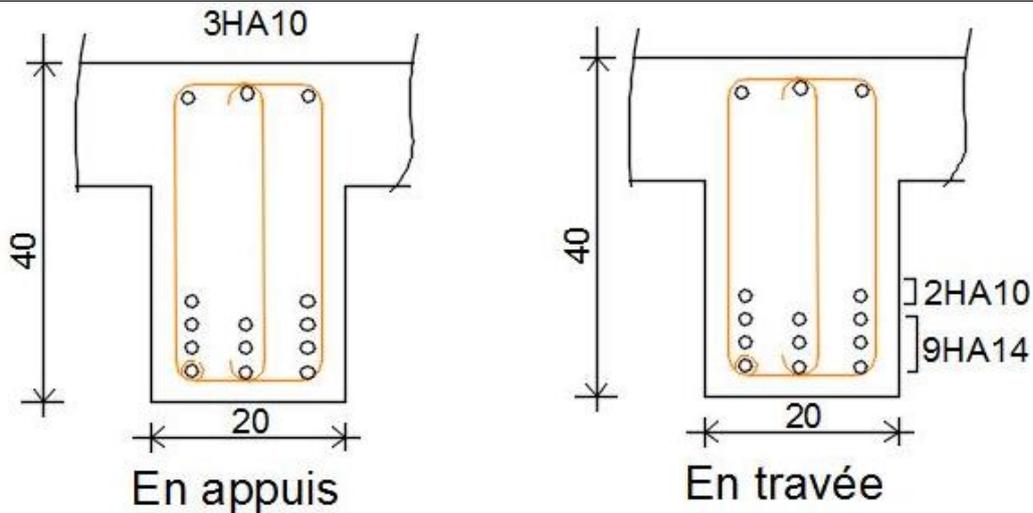


Figure 10 : Coupe transversale de la travée la plus chargé P20

### 3. ETUDE D'UN POTEAU

Après la descente de charge au niveau du logiciel, nous nous sommes rendus compte que le poteau P50 est plus sollicité.

#### a. La surface de reprise

La superficie totale du plancher supportée par le poteau =  $3,16 * 4,18 \Rightarrow S = 13,21m^2$

Considérons un poteau de diamètre 30 cm. En effet, cette section permettra d'intégrer le poids propre du poteau dans la descente de charge en vue d'obtenir sa section réelle.

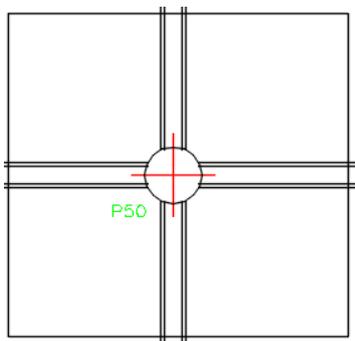


Figure 11 : Plan de reprise de planchers en tête de poteau

#### ❖ Calcul de la charge linéaire $P_u$ :

Après la descente de charge en tête du poteau P50 nous obtenons les chargements suivants :  
 $G = 591,38 \text{ kN}$  et  $Q = 293,74 \text{ kN}$ .

D'après la norme NF P 06-001, quand la charge d'exploitation est la même à tous les niveaux sauf le toit on réduit la charge de 10% à tous les niveaux.

$$P_u = 1,35 * 591,38 + 1,5 * (19,58 + 0,6 * 274,16) \Rightarrow P_u = 1074,48 \text{ kN}$$

Pour un poteau intermédiaire dont nous avons plus de trois travées, la valeur de la charge linéaire doit être majorée de 10%.

Calculons :  $N_u = 1,1 * P_u \Rightarrow N_u = 1074,48 * 1,10 \Rightarrow N_u = 1181,98 \text{ kN}$

**Détails de la descente de charge présentée en annexe n°IV.**

**b. Pré-dimensionnement de la section du poteau**

- ❖ Le diamètre (D) :  $D \geq (4 * L_f) / \lambda$  avec  $l_0 = 3,84 \text{ m}$  et  $\lambda = 35$  et  $L_f = 0,7 * 3,84 = 2,69 \text{ m}$  avec  $L_f$ , la longueur de flambement

$D \geq (4 * 2,69) / 35 \geq 0,31$  , soit **D=0,35**

- ❖ Calcul de la vraie valeur de  $\lambda$ :  $\lambda = \frac{4 * L_f}{D} \Rightarrow \lambda = \frac{4 * 2,69}{0,35} \Leftrightarrow \lambda = 30,74$

Avec  $\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} \Rightarrow \alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \left(\frac{30,74}{35}\right)^2} \Rightarrow \alpha = 0,74$

**Nous adoptons une section circulaire de diamètre 35 cm**

**c. Calcul des armatures du poteau**

- ❖ Calcul de la section d'armature longitudinale

$$A_s \geq \left[ \frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r * f_c * 28}{1,35} \right] * \frac{Y_s}{f_e}$$

$$B_r = \text{PI} * (D - 0,02)^2 / 4 \Rightarrow B_r = 3,14 * (0,35 - 0,02)^2 / 4 \Rightarrow B_r = 0,085 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq \left[ \frac{1181,98 * 10^{-3}}{0,74} - \frac{0,085 * 25}{1,35} \right] * \frac{1,15}{400} \Rightarrow A_s \geq 0,67 * 10^{-4} \text{ m}^2 = \mathbf{0,67 \text{ cm}^2}$$

- ❖ Calcul de la section minimale:  $A_{s_{\min}} = \max [4U ; 0,2 * B / 100]$

$$\Rightarrow A_{s_{\min}} = \max [4 * 0,35 * \text{PI} ; 0,2 * 0,096 / 100] \Rightarrow A_{s_{\min}} = 4,40 \text{ cm}^2$$

**Nous optons pour 6HA10 soit 4,71 cm<sup>2</sup>.**

- ❖ Calcul des sections d'armatures transversales

$$\Phi_t \geq 1/3 \Phi_{L_{\min}} \Rightarrow \Phi_t \geq 1/3 * 12 = 4 \text{ mm. Nous adoptons HA6}$$

- ❖ Calcul de l'espacement

L'espacement des armatures transversales dans les zones courantes

$$St \leq \min [15\Phi_l ; 40 \text{ cm} ; a + 10 \text{ cm}] \Rightarrow St \leq \min [18 ; 40 \text{ cm} ; 40]$$

**Nous adoptons St=15 cm**

- ❖ Calcul de la longueur de recouvrement :  $L_r = 24 \Phi_l \Rightarrow L_r = 24 * 1,2 \Rightarrow L_r = 29 \text{ cm}$

Calcul de l'espacement des armatures transversales en zone de recouvrement

$$Str = \frac{Lr-4}{2} \Rightarrow Str = \frac{29-4}{2} = 12,5 \text{ Soit } \mathbf{Str=10cm}$$

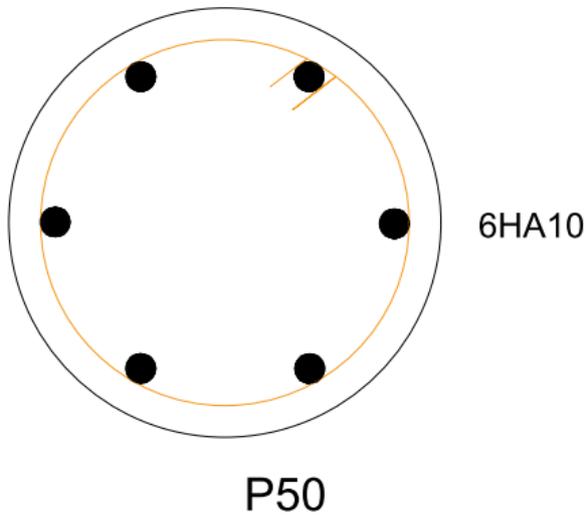


Figure 12 : Plan de ferrailage poteau

#### 4. ETUDE D'UNE SEMELLE

Nous allons étudier la semelle en dessous du poteau P50.

##### ❖ Calcul de la charge ponctuelle

La charge obtenue en tête de poteau sera considérée pour le calcul de la semelle.

$$P_u = 1,10 * [1,35 * 591,38 + 1,5 * (19,58 + 0,6 * 274,16)] \Rightarrow \mathbf{P_u = N_u = 1181,98kN}$$

$$P_{ser} = 1,10 * [591,38 + 184,08] \Rightarrow \mathbf{N_{ser} = P_{ser} = 852,96kN}$$

##### a. Pré-dimensionnement

Nous choisirons une semelle carrée

##### ❖ Calcul de la contrainte de rupture :

- À l'ELU :  $q_u = 1,35 * 0,46 \Rightarrow \mathbf{q_u = 0,62MPa}$
- À l'ELS :  $\mathbf{q_{ser} = 0,46MPa}$

##### ❖ Détermination des sections A et B de la semelle S1

$$\hat{A} = B \geq \max \left\{ \sqrt{\frac{N_u}{q_u}} ; \sqrt{\frac{N_{ser}}{q_{ser}}} \right\} \Rightarrow A = B \geq \max \left\{ \sqrt{\frac{1181,98 * 10^{-3}}{0,62}} ; \sqrt{\frac{852,96 * 10^{-3}}{0,46}} \right\}$$

$$\Leftrightarrow \hat{A} = B \geq \max \{1,38m; 1,36m\}. \text{ Nous adoptons } A = B = 1,7m$$

**Nous adoptons une section de 1,70x1,70 m<sup>2</sup>.**

❖ Calculons la Hauteur de la semelle

$$\frac{B-d}{4} \leq h \leq B-d \Rightarrow \frac{2-0,35}{4} \leq h \leq 2-0,35 \Rightarrow 0,34 \leq h \leq 1,35$$

Nous adoptons une hauteur utile de 0,55m

Calculons la hauteur totale H :  $H=0,55+0,05 \Rightarrow H=0,60m$

❖ Calculons les contraintes réelles  $Nu_2$

- Le poids propre de la semelle

$$P_s = H * A * B * \ell_{BA} \Rightarrow P_s = 0,6 * 1,7^2 * 25 \Rightarrow P_s = 43,35kN$$

- Le poids du remblai

$$P_r = h * \ell_s * S_t \Rightarrow P_r = 0,6 * 18 * (1,7^2 - 0,096) \Rightarrow P_r = 30,17kN$$

- Le poids du potelet

$$P_{p'} = a * b * \ell_{BA} * h \Rightarrow P_{p'} = 0,096 * 25 * 1 \Rightarrow P_{p'} = 2,40kN$$

❖ Calcul du poids de la Longrine

$$P_{Lg} = \ell_{ba} * b * h * L \Rightarrow P_{Lg} = 25 * 0,2 * 0,4 * 5,36 \Rightarrow P_{Lg} = 10,72kN$$

$$Nu_2 = P_s + P_r + P_{Lg} + P_{p'} \Rightarrow Nu_2 = (43,35 + 30,17 + 2,40 + 10,72) * 1,35 + Nu_1$$

$$Nu_2 = 116,96 + 1181,98 \Rightarrow Nu_2 = 1298,94kN$$

$$N_{SER2} = 43,35 + 30,17 + 2,40 + 10,72 + 852,96 \Rightarrow N_{SER2} = 939,6kN$$

$$\sigma_{sol} \geq \frac{Nu_2}{S_{semelle}} \Rightarrow \sigma_{sol} > \frac{1298,94 * 10^{-3}}{1,7 * 1,7} \Rightarrow \sigma_{sol} > 0,44MPa \Rightarrow 0,62 > 0,44MPa \dots \dots \text{Vérfiée}$$

$$\sigma_{sol} \geq \frac{N_{ser}}{S_{semelle}} \Rightarrow \sigma_{sol} > \frac{939,6 * 10^{-3}}{1,7 * 1,7} \Rightarrow \sigma_{sol} > 0,32MPa \Rightarrow 0,46 > 0,32MPa \dots \dots \text{Vérfiée}$$

**b. Détermination des armatures de la semelle**

$$A_{Sx} = A_{Sy} = \frac{Nu_1(A-D)}{8 * d * \sigma_{st}} \text{ or } d = 0,9 * 0,60 \Rightarrow d = 0,54m$$

Selon le BEAL A.4.5,33,  $\sigma_{st} = \zeta(\text{déta}) = \min \{ 2f_e/3 ; \max[0,5f_e ; 110\sqrt{\eta f_t j}] \}$

$$\Rightarrow \sigma_{st} = \zeta(\text{déta}) = \min \{ 2 * 400/3 ; \max[0,5 * 400 ; 110\sqrt{1,6 * 2,1}] \} \Rightarrow \underline{\sigma_{st} = 200MPa}$$

$$A_{Sx} = A_{Sy} = \frac{1298,94 * 10^{-3} (1,7 - 0,35)}{8 * 0,54 * 200}$$

$$\Leftrightarrow A_{Sx} = A_{Sy} = 2,03 * 10^{-3} m = 20,30cm^2$$

**Nous optons pour 11HA16 soit 22,12cm<sup>2</sup> dans les deux sens.**

$$- \text{ Calculons l'espacement : } St = \frac{L}{NB-1} \Rightarrow St = \frac{1,7 - 0,05 * 2}{11 - 1} \Rightarrow St = 16cm$$

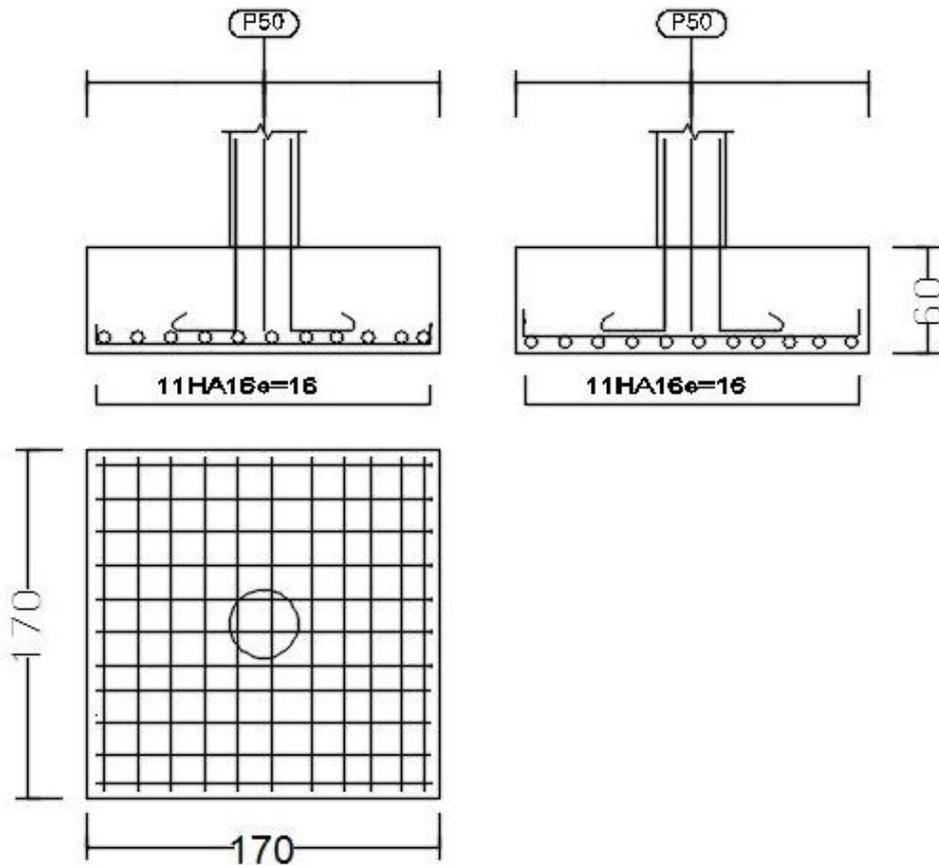


Figure 13 : Plan de ferrailage semelle

## 5. ETUDE D'UN ESCALIER

L'escalier est un élément qui sert à relier les différents niveaux d'un bâtiment. Dans notre projet, on a un seul type d'escalier qui est un escalier droit à quartier tournant avec deux paliers de repos en béton armé.

### a. Pré-dimensionnement

Pour déterminer les dimensions des marches et des contres marche <g et h>, nous utiliserons la relation de BLONDEL :  $59 \leq 2h+g \leq 64$  cm Or  $G = \frac{L_o}{n-1}$  et  $h = \frac{H}{n}$

$H=1,28$ m ;  $L_o=1,96$ m ;  $\alpha=33,15^\circ$  Soit  **$h=0,16$ m**

$G=64-2*16=32$  on penons  **$g=28$ cm**

❖ Épaisseur de la paillasse

$$L = 1,28 + \frac{1,28}{\sin 33,15} = 3,62 \text{m}$$

$$\frac{1}{30} \leq e \leq \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{362}{30} \leq e \leq \frac{362}{20} \Rightarrow 12,06 \leq e \leq 18,1 \text{ On prend } \mathbf{e=15 \text{cm}}$$

❖ Épaisseur des paliers de repos

Les paliers de repos seront dimensionnés comme une dalle pleine sur un appui.

$e \geq \frac{L}{20}$ , L : Longueur de la console L=150 cm

$e \geq \frac{150}{20} \Rightarrow e \geq 7,5\text{cm}$  **On prend e=15cm**

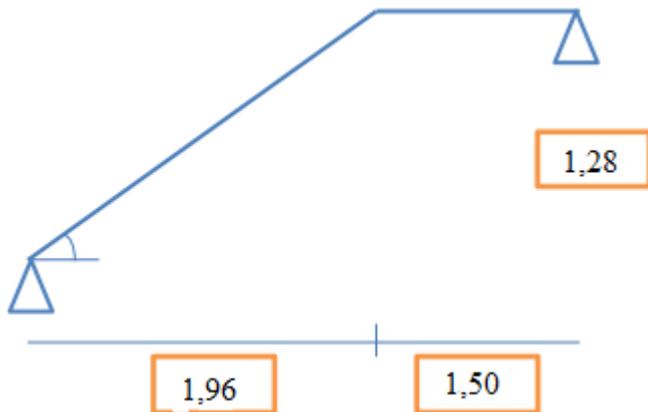


Figure 14 : Schéma mécanique de calcul

Nous allons effectuer le calcul sur une bande de 1 m de projection horizontale de la volée. En considérant une poutre simplement appuyée en flexion simple.

Tableau 10 : Descente de charge sur une volée

N	DÉSIGNATION	CALCUL	UNITE	POIDS	
				G	Q
1	Poids des marches	$22 \cdot 1,50 \cdot 0,16/2$	kN/m	2,64	
2	Poids de la volée	$25 \cdot 1,5 \cdot 0,15 / \cos(33,15)$	kN/m	6,72	
3	Poids de revêtement	$1,24 \cdot 1,50$	kN/m	1,86	
4	Poids du palier	$25 \cdot 0,15 \cdot 1,50$	kN/m	5,62	
5	exploitation	$2,5 \cdot 1,5$	kN/m		3,75
<b>Total</b>			<b>kN/m</b>	<b>16,84</b>	<b>3,75</b>

**b. Combinaisons des actions à l'ELU**

- La volée :  $q_{u1} = 1,35 \cdot 11,22 + 1,5 \cdot 3,75 = 20,77 \text{ kN/m}$
- Le palier :  $q_{u2} = 1,35 \cdot 5,62 + 1,5 \cdot 3,75 = 13,21 \text{ kN/m}$
- $Q_{ueq} = \frac{20,77 \cdot 1,96 + 13,21 \cdot 1,5}{1,96 + 1,5} = 17,49 \text{ kN/m}$

**c. Calcul de moment à l'ELU**

- $M_0 = \frac{q_u \cdot L^2}{8} = \frac{17,49 \cdot 3,46^2}{8} = 26,17 \text{ kN.m}$
- $M_i = 0,85 \cdot M_0 = 0,85 \cdot 26,17 = 22,25 \text{ kN.m}$
- $M_a = 0,3 \cdot M_0 = 0,3 \cdot 26,17 = 7,85 \text{ kN.m}$

**d. Calcul d'armature**

Tableau 11 : Calcul de section d'armature

Symboles	Formules	Appuis	Travée
$\mu_u$	$\mu_u = \frac{M_i}{b \cdot d^2 \cdot f_{bu}}$	0,030	0,086
$\alpha$	$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_u})$	0,039	0,113
$Z$	$Z = d(1 - 0,4\alpha)$	0,13	0,13
$A_{st}$	$A_{st} = \frac{M_i}{Z \cdot \sigma_{st}}$	1,70 cm <sup>2</sup>	4,96
Choix des aciers		<b>5HA8 soit 2,51cm<sup>2</sup> et A<sub>rep</sub>=4HA8 soit 2,01 cm<sup>2</sup> avec S<sub>t</sub>=20cm</b>	<b>5HA12 soit 5,65cm<sup>2</sup> et A<sub>rep</sub>=4HA8 soit 2,01 cm<sup>2</sup> avec S<sub>t</sub>=20cm</b>

**Plan de ferrailage de l'escalier en annexe V**

**6. ETUDE D'UNE CAGE D'ASCENSEUR**

L'ascenseur est un appareil servant à déplacer verticalement des personnes ou des charges vers l'ensemble des étages de l'immeuble. C'est souvent un matériel muni de dispositifs de sécurité. Il est constitué d'une plateforme ou d'une cabine qui se déplace le long de glissière verticale dans une cage, appelée cage d'ascenseur (ou gaine d'ascenseur). La machinerie et le local dans lequel se trouve l'ensemble des organes moteurs assurant le mouvement et l'arrêt de l'ascenseur, en général, se trouvent au-dessus de la gaine. Dans ce cas le plancher est calculé pour supporter la charge amenée par les organes moteurs, la cabine le contrepoids, les câbles et les divers accessoires.

Nous allons faire l'étude des voiles des cages d'ascenseur de personne. Pour son calcul il peut être intégré dans le mode de calculs des murs banchés qui sont des porteurs.

❖ Condition d'utilisation

- La longueur du voile est au moins égale à 5 fois son épaisseur.
- L'épaisseur du voile est moins égale à 10 cm.
- L'élançement mécanique est au plus égale à 80.
- La résistance caractéristique du béton est au plus égale à 40 MPa.

❖ **Longueur de flambement (détails en annexe VI)**

**a. Pré-dimensionnement**

Nous allons pré-dimensionner le voile selon les relations suivantes :

- $e \geq \frac{he}{20}$  et  $l \geq 4e$  avec  $he=3,84$  m comme hauteur libre
- $e \geq \frac{3,84}{20} \geq 0,192$  m soit l'épaisseur **a=20cm**
- $l \geq 4*20 \geq 80$  cm la longueur du voile **b=1,96m**

❖ **Vérification**

- $B=1,96 > 5*0.2=1$ m
- $a=20\text{cm} > 10\text{cm}$
- $Fc28=25\text{MPa} < 40\text{MPa}$

Tableau 12 : Descente de charge sur le voile

N	DÉSIGNATION	CALCUL	UNITE	POIDS	
				G	Q
1	Plancher 16+4	$4,30 * 0,98 * 1,96$	kN	4,21	
2	Poids total du voile	$25 * 0,20 * 1,96 * 3,84 * 5$	kN	188,16	
3	Poids ascenseur	/	kN	7,84	
4	Toiture-terrasse	$1 * 0,98 * 1,96$	kN		0,98
5	Couloir	$2,50 * 1,39 * 1,96 * 4$	kN		13,9
6	Exploitation ascenseur		kN		4
<b>Total</b>			<b>kN</b>	<b>200,21</b>	<b>18,88</b>

**b. Combinaisons des actions à l'ELU**

$$Nu = 1,35 * G + 1,50 * Q = 1,35 * 200,21 + 1,5 * 18,88 \leftrightarrow \mathbf{Nu = 298,60kN}$$

**c. Détermination de la longueur de flambement**

Dans notre étude le voile est intérieur raidi latéralement et encastre en tête et en pied avec un plancher d'un seul côté.

Nous supposons tout d'abord que le mur n'est pas armé.

❖ **Mur vertical**

$$L'f = 0,85 * l_0 = 0,85 * 3,84 = \mathbf{3,26m} > 1,96\text{m}$$

❖ **Mur horizontal**

$$L_f = \frac{l_f}{1+0,5\left(\frac{l_f}{b}\right)^2} \Rightarrow L_f = \frac{l_f}{1+0,5\left(\frac{l_f}{b}\right)^2} = \frac{3,26}{1+0,5\left(\frac{3,26}{1,96}\right)^2} = \mathbf{1,37}$$

❖ **Élancement mécanique**

$$\lambda = \frac{l_f \cdot \sqrt{12}}{a} \Rightarrow \frac{1,37 \cdot \sqrt{12}}{0,2} = \mathbf{23,73} < 50$$

$$\alpha = \frac{0,90}{1+0,2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} \Rightarrow \frac{0,90}{1+0,2\left(\frac{23,73}{35}\right)^2} = \mathbf{0,82}$$

❖ **Effort normal ultime**

$$B_r = b(a-0,02) \Rightarrow B_r = 1,96 \cdot (0,2-0,05) = 0,294 \text{ m}^2$$

$$V_{ulim} = \frac{\alpha}{0,90 \cdot \gamma_b} = \frac{0,82}{0,90 \cdot 1,5} = 0,61$$

$$N_{ulim} = V_{ulim} \cdot B_r \cdot f_{c28} = 0,61 \cdot 0,294 \cdot 25 = 4,48 \text{ MN}$$

On constate que  $N_{ulim} = 4,48 \text{ MN} > N_u = 0,311 \text{ MN}$  donc le mur n'a pas besoin d'être armé d'où la quantité d'acier minimal est suffisante.

**d. Calcul d'armatures**

❖ **Armatures verticales :**

$$\sigma_u = \frac{N_u}{a \cdot d} = \frac{0,29860}{0,2 \cdot 1} = \mathbf{1,49 \text{ MN/m}^2}$$

$$\sigma_{ulim} = \frac{N_{ulim}}{a \cdot d} = \frac{4,48}{0,2 \cdot 1} = \mathbf{22,4 \text{ MN/m}^2}$$

$$\rho_v = \max\left(0,001; 0,0015 \cdot \frac{400 \cdot f_i}{f_e} \cdot \left(\frac{3 \cdot \sigma_u}{\sigma_{ulim}} - 1\right)\right) = 0,001$$

$A_v = \rho_v \cdot a \cdot d = 0,001 \cdot 20 \cdot 100 = 2 \text{ cm}^2/\text{m}$  On opte pour  $A_v = 5\text{HA}10$  totalisant  $3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$  avec espacement  $S_t = \min(2 \cdot a; 33 \text{ cm}) S_t = 20 \text{ cm}$

❖ **Armatures horizontal**

$$\rho_h = \max\left(\frac{2}{3} \cdot \rho_v; 0,001\right) = 0,001$$

$A_h = \rho_h \cdot a \cdot d = 0,001 \cdot 20 \cdot 100 = 2 \text{ cm}^2/\text{m}$  On opte pour  $A_h = 5\text{HA}10$  totalisant  $3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$  avec espacement  $S_t = \min(2 \cdot a; 33 \text{ cm}) S_t = 20 \text{ cm}$

**Plan de ferrailage du voile en annexe VII.**

## 7. ETUDE D'UN BALCON

Notre balcon est constitué d'une dalle pleine faisant suite à la dalle du plancher. Il travaille comme une console encadrée au niveau de la poutre 19 qui est une poutre intermédiaire.

### a. Schéma statique

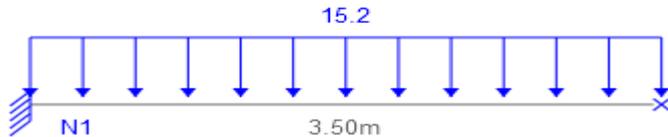


Figure 15 : Schéma de l'étude

Tableau 13 : Descente de charge sur 1 m de balcon

N	DÉSIGNATION	CALCUL	UNITE	POIDS	
				G	Q
1	Cloisons légères de distribution	1*1	kN/m	1	
2	Revêtement carrelé y compris mortier de pose	0,44*1	kN/m	0,44	
3	Forme de pente	0,66*1	kN/m	0,66	
4	Dalle pleine	5*1	kN/m	5	
5	Faux plafond staff y compris lattes en bois	0,26*1	kN/m	0,26	
6	Exploitation balcon	3,5*1	kN/m		3,50
<b>Total</b>			<b>kN/m</b>	<b>7,36</b>	<b>3,50</b>

### b. La combinaison des actions et moment à l'ELU

- $q_u = 1,35 * G + 1,5 * Q = 1,35 * 7,36 + 1,5 * 3,5 = 15,186 \text{ kN/m}$
- $M_u = \frac{q_u * l^2}{2} = \frac{15,186 * 3,50^2}{2} = 93,01 \text{ kN.m}$

### c. Calcul d'armature

Tableau 14 : Calcul de section d'armature

Symboles	Formules	Longitudinales
$\mu_u$	$\mu_u = \frac{M_i}{b * d^2 * f_{bu}}$	0,200
$\alpha$	$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_u})$	0,281
$Z$	$Z = d(1 - 0,4\alpha)$	0,16
$A_{st}$	$A_{st2} = \frac{M_i}{Z * \sigma_{st}}$	16,71 cm <sup>2</sup>
Choix des aciers		11HA14 soit 16,93cm <sup>2</sup> et $A_{rep} = 6HA10$ soit 4,71 cm <sup>2</sup> avec $S_t = 10\text{cm}$ et $S_t = 20\text{cm}$

## 8. ETUDE LA POUTRE P19

Le balcon étant encadré dans la poutre P19. Cependant elle sera soumise à la torsion. Nous allons d'abord faire l'étude à la flexion simple ensuite à la torsion.

a) Etude en flexion simple

❖ Schéma statique

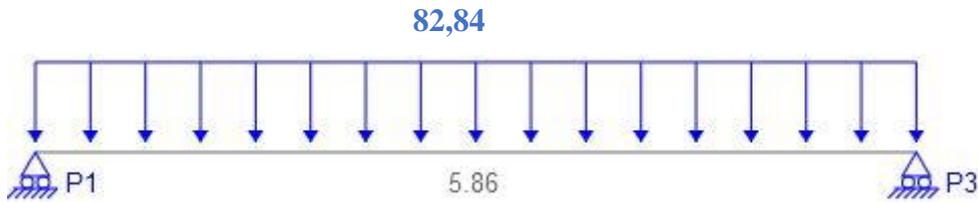


Figure 16: Schéma de l'étude

❖ Pré-dimensionnement de la poutre

- $\frac{L_{max}}{15} \leq h_p \leq \frac{L_{max}}{10}$  avec  $L=5,86m \Rightarrow$  soit  **$h_p=55cm$**
- $0,3 \cdot h_p \leq b \leq h_p$  soit  $b=40cm$

Nous adoptons une poutre de section de 40x55.

- $d=0,9h \Rightarrow d = 0,495m$

❖ Descente de charge sur la poutre P19

Tableau 15: Descente de charge sur la poutre P19

N	DÉSIGNATION	CALCUL	UNITE	POIDS	
				G	Q
1	Poids balcon	7,36*3,5	kN/m	25,76	
2	Poids Plancher corps creux 14+6	4,21*2	kN/m	8,42	
	Poids poutre 40x55	25*0,4*0,55	kN/m	5,5	
3	Exploitation balcon	3,5*3,5	kN/m		12,25
4	Exploitation plancher	3,5*2	kN/m		7
<b>Total</b>			<b>kN/m</b>	<b>39,68</b>	<b>19,25</b>

❖ Combinaisons des charges à l'ELU

- $P_u=1,35 \cdot G+1,5 \cdot Q = 1,35 \cdot 39,68+1,5 \cdot 19,25=82,44kN/m$

❖ Calcul des moments et efforts à l'ELU

- $M_f = \frac{P_u \cdot l^2}{8} = \frac{82,44 \cdot 5,86^2}{8} \Rightarrow M_f = 354,87 \text{ kN.m}$
- $T = \frac{82,44 \cdot 5,86}{2} \Rightarrow T = 241,55 \text{ kN}$

❖ Calcul des armatures

Tableau 16 : Calcul de section d'armature

Symboles	Formules	Longitudinales
$\mu_u$	$\mu_u = \frac{M_i}{b \cdot d^2 \cdot f_{bu}}$	0,256
$\alpha$	$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_u})$	0,376
$Z$	$Z = d(1 - 0,4\alpha)$	0,42
$A_{st}$	$A_{st2} = \frac{M_i}{Z \cdot \sigma_{st}}$	24,26 cm <sup>2</sup>
Choix des aciers		<b>10HA16 +4HA14 soit 26,27cm<sup>2</sup></b>

❖ **Calcul de contrainte tangentielle  $\tau$  et vérification**

Soit  $T_u = 241,55$  kN

- $\tau_u = T_u / b \cdot d \Rightarrow 241,55 \times 10^{-3} / (0,4 \cdot 0,495) = \mathbf{1,22 MPa}$
- $\tau_{uLim} \leq \text{Min} [(0,2F_{c28})/\gamma_s ; 5MPa] \Rightarrow \tau_{uLim} \leq [(0,2 \cdot 25/1,15) ; 5MPa]$

$$\tau_{uLim} = 5MP \Rightarrow \tau_u < \tau_{uLim} \dots\dots \mathbf{Vérifiée}$$

❖ **Le diamètre des armatures transversales  $\Phi_t$  et espacement**

- $\Phi_t \leq \text{min} \{ \Phi_{lmin} ; h/35 ; b/10 \} \Rightarrow \Phi_t \leq \text{min} \{ 8mm ; 550/35 ; 400/10 \} \mathbf{Prenons}$   
 **$\Phi_t = 8mm$**

$$- St_1 \leq \frac{0,9 \cdot Fe \cdot At}{b \cdot \gamma_s \cdot (\tau_u - 0,3K \cdot ft_j)} \Rightarrow St_1 \leq \frac{0,9 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 10^{-4}}{0,40 \cdot 1,15 \cdot (1,22 - 0,3 \cdot 2,1)} \Rightarrow St_1 \leq 10,35 \text{ cm}$$

**Nous adoptons un espacement  $St = 10$  cm**

- $St \leq \text{min} (0,9d ; 40) \Rightarrow St \leq 0,40 \dots\dots \mathbf{Vérifiée}$
- $\frac{At \cdot Fe}{b \cdot St} \geq 0,4MPa \Rightarrow \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot 400}{0,4 \cdot 0,1} \Rightarrow 1 > 0,4 \dots\dots \mathbf{Vérifiée}$

**e. Etude à la torsion**

La poutre P19 supporte en arrière un plancher à corps creux et en avant un balcon. Le balcon est en porte à faux qui est maintenu par la poutre. A cet effet notre poutre est soumise à une torsion. Nous allons calculer les aciers de torsion.

❖ **Schéma de l'étude**

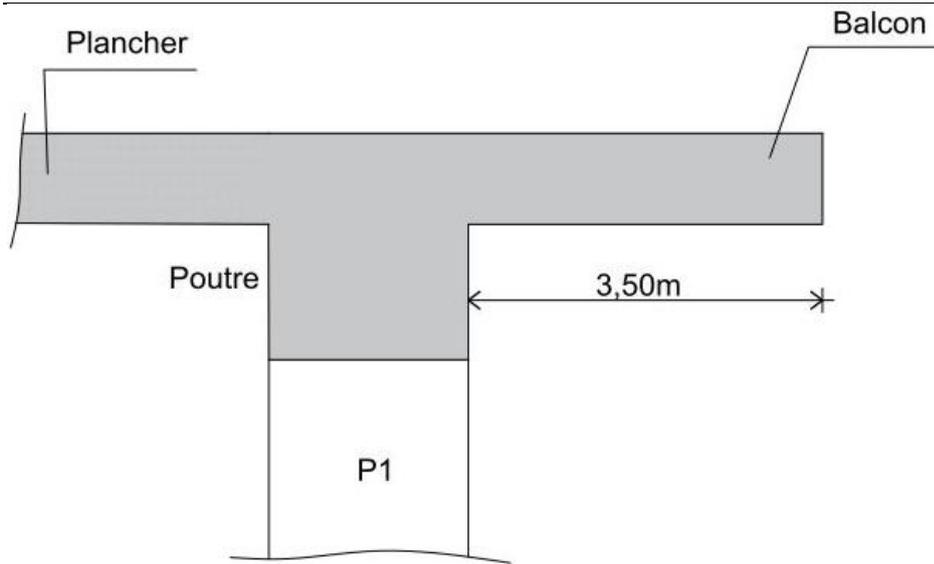


Figure 17 : Coupe transversale de la poutre P19



Figure 18: Schéma de l'étude

❖ Calcul de la contrainte de torsion  $\tau_{uT}$

$$\tau_{uT} = \frac{T_u}{2 \cdot \Omega \cdot b_0} \quad \text{avec} \quad T_u = \frac{P \cdot l}{2} = \frac{53,2 \cdot 3,5}{2} = 93,1 \text{ kN.m ;}$$

$$\Omega = (h-e)(b-e) \Rightarrow (0,55-0,025) \cdot (0,4-0,025) = 0,1968 \text{ m}^2$$

$$b_0 = \frac{a}{6} = \frac{0,4}{6} = 0,0667 \text{ m}$$

$$\tau_{uT} = \frac{93,1}{2 \cdot 0,1968 \cdot 0,0667 \cdot 1000} = 3,54 \text{ MPa}$$

❖ Vérification des contraintes de torsion

$$\tau_{uT}^2 + \tau_u^2 \leq \tau_{uLim}^2$$

$$3,54^2 + 1,26^2 = 14,14 < 5^2 \dots \text{Contrainte vérifiée}$$

❖ Calcul des armatures de torsion

- Armatures longitudinales

$$A_l = \frac{T_u \cdot u \cdot \gamma_s}{2 \cdot \Omega \cdot f_e} \quad \text{avec} \quad U = 2[(h-e) + (b-e)] \Rightarrow 2[(0,55-0,025) + (0,4-0,025)] = 1,8 \text{ m}$$

$$A_l = \frac{93.1 * 1.15 * 1.8}{2 * 0.1968 * 400 * 1000} = 1.22 * 10^{-3} \text{ m}^2 = \mathbf{12.24 \text{ cm}^2}$$

**12,32 cm<sup>2</sup>.**

- Armatures transversales

$$A_t = \frac{T_u * S_t * \gamma_s}{2 * \Omega * f_e} \text{ soit } \mathbf{S_t = 40 \text{ cm}}$$

$$A_t = \frac{93.1 * 1.15 * 0.4}{2 * 0.1968 * 400 * 1000} = 2.72 * 10^{-4} \text{ m}^2 = \mathbf{2.72 \text{ cm}^2}$$

Nous optons pour 4HA12 soit **4,52 cm<sup>2</sup>.**

$$\frac{\Sigma A_t * f_e}{b * S_t} \geq 0.4 \text{ MPa} \Rightarrow \frac{(1 + 2.26) 10^{-4} * 400}{0.4 * 0.15} \Rightarrow 1.565 > 0.4 \dots \dots \mathbf{V\acute{e}rifi\acute{e}e}$$

❖ **Disposition d'armature**

- $e_h \geq \max[\emptyset l; a; 1.5 C_g]$  avec  $C_g = 20 \text{ mm}$   
 $e_h \geq \max[16; 32; 30] \Rightarrow e_h \geq 32 \text{ mm}$   
 $e_h = 85 \text{ mm} > 32 \text{ mm} \dots \mathbf{V\acute{e}rifi\acute{e}e}$
- $e_v \geq \max[\emptyset l; a; C_g]$   
 $e_v \geq \max[16; 32; 20] \Rightarrow e_v \geq 32 \text{ mm}$   
 $e_v = 40 \text{ mm} > 32 \text{ mm} \dots \mathbf{V\acute{e}rifi\acute{e}e}$

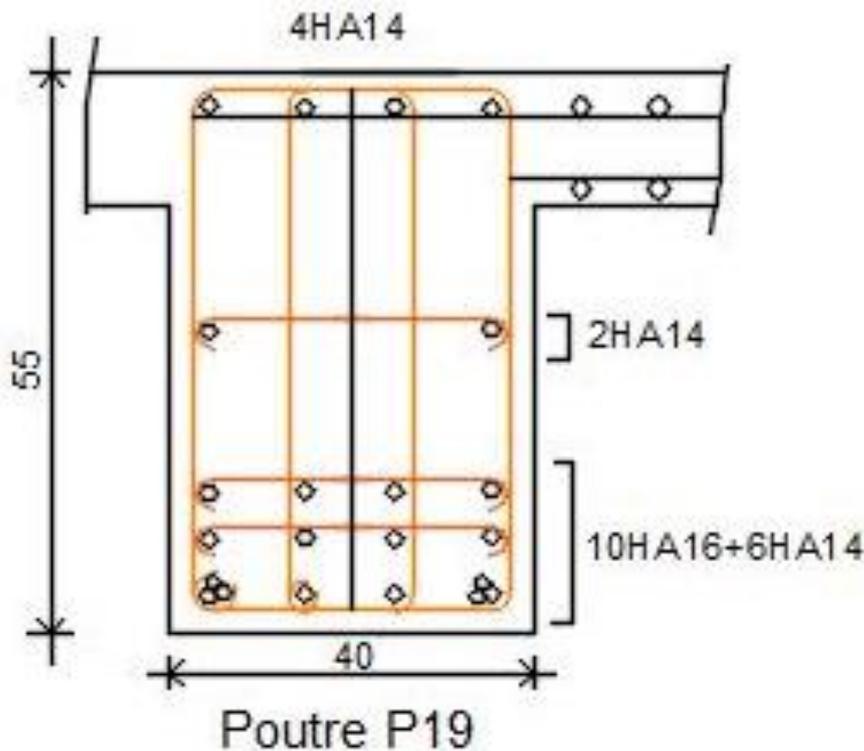


Figure 19 : Plan de ferrailage du balcon et la poutre P19

## II. ETUDE AU LOGICIEL CYPE

Contrairement aux résultats de l'étude manuelle, les résultats de l'étude à l'aide du logiciel CYPE donnent directement des plans de ferrailages. Les étapes de l'étude ont été décrites dans la méthodologie d'étude.

Le troisième point de ce chapitre sera abordé dans les pages suivantes. Il sera question dans ce point de la présentation et la comparaison des deux résultats de l'étude puis leur analyse et interprétation.

## III. ANALYSE DES RÉSULTATS ET SUGGESTIONS

Cette partie est essentiellement organisée autour de deux grands points. Le premier grand point fera l'objet de la présentation des résultats de l'étude et le deuxième sera consacré aux suggestions.

### 1. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Il importe dans la suite de notre travail d'élaborer un tableau comparatif des résultats des deux méthodes d'études dans le but de les analyser et de les interpréter.

Le tableau ci-dessous est un tableau comparatif des résultats de l'étude manuelle et ceux du logiciel.

Tableau 17 : Comparaison des résultats

Les éléments de structures	Résultats manuels	Résultats du logiciel CYPE	L'écart d'acier	
			Logiciel CYPE	L'étude manuelle
Poutrelle				
Poutre	7HA10+16HA12 +40HA14 Sect1=20x40	4HA14+18HA12+12HA10 Sect1=20x55 Sect2=20x45 Sect3=20x60		Ecart de diamètre, de nombre de barres d'acier et section
Poteau	6HA10 D=35	8HA10 D=40	Ecart de section et de nombre de barres d'acier	
Semelle	11HA16 Sect=1,70x1,70x0,60	11HA16+20HA12 Sect=225x225x60	Ecart de diamètre, de section et de nombre d'aciers	
voile	10HA10	10HA12	Ecart de diamètre	

Les éléments de structures	Résultats manuels	Résultats du logiciel CYPE	L'écart d'acier	
	Nombre de barres d'acier	Nombre de barres d'acier	Logiciel CYPE	L'étude manuelle
Escalier	5HA12+5HA8	12HA12	Ecart de diamètre et de nombre	
Balcon	11HA14+6HA10	14HA14		Ecart de diamètre et de nombre
Poutre P19	4HA12+12HA14+10HA16 Sect=40x55	2HA10+4HA12+2HA14 Sect= 20x50		Ecart de diamètre, de section et de nombre d'aciers

Sect : section

## 2. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

### a. La poutre

Nous observons une différence de diamètre dans les résultats des deux études. En effet, les résultats de la comparaison donnent 7HA10+16HA12 +40HA14 pour l'étude manuelle et 4HA14+18HA12+12HA10 pour l'étude à l'aide du logiciel. Ces résultats nous amènent à conclure qu'avec l'étude des manuels on a une quantité d'armatures très importante. Il convient d'utiliser le logiciel CYPE pour les calculs des poutres afin de réduire la durée des études étant donné que l'étude manuelle des poutres est assez longue et que la programmation avec Excel est très compliquée, car il faut programmer pour chaque poutre en fonction de ses travées.

### b. Le poteau

Les résultats obtenus au niveau de l'étude manuelle, dans le cas du poteau donnent également un avantage sur le plan économique. Cependant il serait très économique d'utiliser le programme Excel pour le dimensionnement des poteaux; sa programmation est très facile par rapport aux poutres. En effet, tous les poteaux peuvent être dimensionnés avec un seul exemplaire.

### c. La semelle

Dans le cas de la semelle, les résultats de l'étude manuelle donnent une section de béton inférieur par rapport à l'étude du logiciel CYPE. Ainsi, l'utilisation de la méthode manuelle offre dans le dimensionnement de la semelle offre un avantage sur le plan économique.

**d. Le voile**

Dans le cas du voile, les résultats de l'étude manuelle donnent un nombre réduit d'aciers que l'étude du logiciel CYPE. Ainsi, l'utilisation de la méthode manuelle offre dans le dimensionnement de la semelle offre un avantage sur le plan économique.

**e. L'escalier**

Nous constatons dans le cas de l'escalier, un écart d'acier beaucoup plus élevé entre les résultats des deux études. Cela s'explique tout simplement par le fait que le logiciel dimensionne les escaliers comme des poutres.

**f. Le balcon**

Dans le cas du voile, les résultats de l'étude manuelle donnent une section grande d'aciers plus que l'étude du logiciel CYPE. Ainsi, l'utilisation du logiciel offre dans le dimensionnement du balcon un avantage sur le plan économique.

**g. Poutre P19**

Dans le cas poutre P19, les résultats de l'étude manuelle donnent une section grande d'aciers et une grande section de béton plus que l'étude du logiciel CYPE. Ainsi, l'utilisation du logiciel offre dans le dimensionnement du balcon un avantage sur le plan économique.

**Conclusion**

Au regard de ce qui précède, il ressort que les résultats de l'étude manuelle laissent percevoir un avantage économique que ceux du logiciel. En effet, les aciers ainsi obtenus et la section de béton avec l'étude manuelle permettent d'assurer la réalisation du bâtiment dans la marge sécuritaire et à moindre coût.

**3. LES LIMITES DE L'ÉTUDE MANUELLE**

Le véritable problème de l'étude manuelle est surtout lié au temps. En effet, les procédures du dimensionnement manuel sont complexes et ne favorisent pas une étude rapide des bâtiments.

Quelles solutions pouvons-nous proposer pour pallier ces différents problèmes précédemment énumérés ? Dans la suite, nous proposerons des éléments de réponse à cette interrogation.

**a. La méthode manuelle**

Pour assurer la rapidité dans les études manuelles des projets de bâtiment, nous proposons d'effectuer les calculs avec Excel et cela n'est possible qu'après l'avoir programmé.

La programmation consiste à paramétrer le logiciel Excel à l'aide des formules que nous avons utilisées dans les calculs manuels. Le processus consiste à saisir sur une page vierge d'Excel les données de base ; ces données sont entre autres les hypothèses du projet. Les formules sont ensuite saisies suivant le cheminement manuel préalablement décrit. La programmation couvre toutes les vérifications possibles ainsi que le choix des aciers. Cette programmation varie selon l'étude d'un élément à l'autre.

**b. Suggestion**

D'une manière générale, il convient de proposer à tous les étudiants de bien maîtriser le calcul manuel avant de se lancer dans l'apprentissage des logiciels de dimensionnement. Une bonne maîtrise du calcul manuel serait un avantage pour les ingénieurs dans les études des bâtiments du fait de son rôle dans l'étude qu'est d'assurer la résistance du bâtiment et à moindre coût.

**Conclusion de la partie**

Les logiciels d'une manière générale dans le domaine du Génie Civil facilitent les différentes tâches des concepteurs et des différents acteurs de ce domaine. Cependant, il est très important d'apprendre d'abord à travailler sans le logiciel pour mieux maîtriser le principe de fonctionnement des différents ouvrages. Avec cette démarche, l'utilisation des logiciels deviendra moins compliquée et on appréhende plus facilement le principe de fonctionnement et les différents paramètres du logiciel. CYPE est un logiciel moins complexe; ainsi pour bien l'utiliser il faut maîtriser tout d'abord les règles et normes de conception en vigueur dans le domaine du Génie Civil, ainsi que les principes de fonctionnement des différents ouvrages. Si toute fois l'idée est d'obtenir un résultat fiable et moins coûteux pendant la réalisation de l'ouvrage, il importe de combiner les deux méthodes d'étude.

---

## CHAPITRE VI : ETUDES DES ELEMENTS SECONAIRES

### I. ÉLECTRICITÉ

Une installation électrique doit répondre aux attentes des utilisateurs en termes de sécurité et d'exploitation. Ce volet consiste à l'établissement des plans installations et des plans des schémas électriques. Pour mener à bien cette tâche, l'ingénieur que nous sommes doit prendre en considération plusieurs aspects : protection des équipements, disponibilité de l'installation électrique, respect des réglementations, etc.

Pour le présent projet, nous avons choisi un certain nombre d'équipements électriques pour répondre aux besoins des usagers de ce bâtiment. Concernant l'éclairage nous avons fait le choix de luminaires qui sont réfléchissants et beaucoup plus adaptés pour les besoins de lecture. Des prises de courant, téléphone et télévision ont également été choisies de même que les brasseurs d'air et les climatiseurs pour le confort vis-à-vis du climat. Pour la conception nous allons :

- ❖ Choisir le type d'éclairage en fonction l'usage auquel chaque pièce est destinée ;
- ❖ Déterminer le nombre et la capacité des climatiseurs pour chaque pièce ;
- ❖ Établir le plan archi de l'éclairage, climatisation-ventilation et des prises ;
- ❖ Établir le bilan de puissance des installations ;
- ❖ Déterminer les sections de câbles ;
- ❖ Faire le choix des appareils de protection ;
- ❖ Faire le schéma des tableaux électriques.

**La note de calcul sera présentée en annexe VIII.**

### II. ASSAINISSEMENT

Une installation sanitaire demeure une partie intégrante du bâtiment. Elle doit assurer en tous points d'un bâtiment une évacuation rapide des eaux pluviales (EP) et des eaux usées (EU) chargées de déchets organiques et d'empêcher l'accès de l'air vicié provenant du système d'écoulement ou des égouts d'arriver dans les locaux. L'assainissement a pour but d'assurer la protection de la santé publique.

Pour le présent projet, nous avons choisi un certain nombre d'équipements sanitaires pour répondre aux besoins des usagers de ce bâtiment. Un système séparatif sera étudié pour notre projet en utilisant la norme NF P41-206. Pour la conception nous d'allons :

- ❖ Placer les équipements sanitaires sur les plans archi afin de connaitre leur en placement et connaitre la longueur des conduites ;

- ❖ Calculer les débits des différentes eaux (eau potable, eau usée et eau de pluie) ;
- ❖ Calculer les diamètres des tufeaux en PPR (eau froide) et des collecteurs PVC (eau usée et eau de pluie) ;
- ❖ Calculer la pression de service à chaque sortie de point d'eau ;
- ❖ Faire le choix les diamètres normalisés.

**La note de calcul sera présentée en l'annexe IX.**

### **III. SECURITE-INCENDIE**

Pour un bâtiment administratif qui est censé recevoir un certain nombre de personnes, l'on doit prendre non seulement des dispositions pour la sécurité du personnel, mais aussi de ceux qui réclameront les services de cet ouvrage. Tel est l'idée que doit avoir un concepteur dans la conception d'un bâtiment. Sécuriser un bâtiment contre toute naissance d'incendie a pour but de :

- ❖ La protection des biens et des personnes demeurant dans le bâtiment ;
- ❖ Empêcher la propagation du feu ;
- ❖ Favoriser une évacuation rapide en cas de sinistre ;
- ❖ Faciliter l'intervention des sapeurs-pompiers.

La prévision consiste à prendre des mesures préparatoires dans le but de déceler un risque dès son origine et mesurer avec le maximum de rapidité et efficacité, la mise en œuvre des moyens d'extinction. Son binôme qui est la prévention consiste à assurer la sécurité des personnes, limiter les pertes matérielles, permettre et faciliter l'engagement des secours.

Pour cela nous allons procéder par:

- ❖ Le choix des extincteurs à poudre ;
- ❖ La mise en place des détections optiques de fumée ;
- ❖ La mise en place des BAES et des BAEA ;
- ❖ Formations du personnel à l'utilisation du matériel.

**Le plan sera présenté en annexe X.**

#### IV. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Tableau 17 : Devis quantitatif et estimatif

NO	DESIGNATION	TOTAL(FCFA)
I	TERRASSEMENT	829 500
II	BETON ARME-MACONNERIE	134 523 000
III	MENUISERIE-METALLIQUE-BOIS	41 799 890
IV	ELECTRICITE-CLIMATISATION	33 774 000
V	PLOMBERIE SANITAIRE	5 641 500
VI	CARRELAGE-PEINTURE	33 018 105
VII	PROTECTION INCENDIE	12 580 000
	<b>TOTAL HTVA</b>	<b>262 165 995</b>
	<b>TVA 18%</b>	<b>47 189 879.1</b>
	<b>TOTAL GENERAL TTC</b>	<b>309 355 874</b>

Arrêté le présent devis estimatif à la somme de : trois cent neuf millions trois cent cinquante-cinq mille huit cent soixante-quatorze (309355874) francs toutes taxes comprises.

**Devis détaillé présenté en annexe XI.**

## **REC.OMMANDATIONS**

### ❖ TENIR COMPTE DES REALITES DE NOS PAYS DANS L'UTILISATION DES NORMES

Le plus souvent les normes que nous utilisons, viennent des pays extérieurs. Cela ne nous permet pas de construire selon nos réalités. Il existe plusieurs divergences entre notre environnement et celui des pays extérieurs. Par exemple nos climats, nos cultures, nos sols sont très différents alors que l'établissement des normes se base aussi sur de tels facteurs. La création de nos propres normes nous permettront de :

- Optimiser nos calculs ;
- Rendre nos ouvrages plus adaptés ;
- Valoriser nos produits locaux dans la construction ;
- Faciliter l'exécution de nos ouvrages ;
- Développer nos laboratoires de recherche dans le domaine ;
- Optimisation et réorientation nos finances.

### ❖ LE RESPECT DES ETAPES DE LA CONSTRUCTION

Au cours de notre travail notamment dans la partie analyse des résultats il nous a été donné de constater que la définition des charges est très importante. L'écart entre les résultats obtenus pour le calcul manuel et celui du logiciel était considérable et l'une des principales raisons est la charge d'application sur les éléments. En effet les charges ont été prises différemment pour le calcul manuel et celui du logiciel.

Au de l'application des charges sur les éléments sur les éléments porteurs pendant le dimensionnement, nous devons être très vigilant afin d'appliquer les bonnes charges au bon endroit et éviter les conséquences qui peuvent entraîner de de sérieux problèmes.

## CONCLUSION

Je dois avouer que je suis satisfait d'avoir effectué ce stage. D'un point de vue professionnel, l'analyse et le dimensionnement d'un projet dans sa totalité donnent de la responsabilité aux futures Ingénieurs que nous sommes. En Génie Civil, tout ouvrage doit faire avant sa construction, l'objet d'une étude méthodique.

Cette étude doit être abordée comme un problème comportant une ou plusieurs solutions permettant de prendre en compte les circonstances les plus défavorables qui pourront se présenter au cours de la vie de l'ouvrage. Les données sont les dimensions du bâtiment, le terrain dont on dispose et les conditions propres à l'utilisation de la construction.

Avec le présent projet, nous avons acquis des connaissances diverses. En effet, il nous a permis de faire des recherches sur les normes et les méthodes de calcul des ouvrages ; comprendre les procédés de calcul pour aboutir au dimensionnement ; connaître des sites donnant des informations dans le cadre de la construction et bien d'autres domaines.

J'aurais souhaité découvrir tous les aspects du bureau d'études ainsi que travailler sur une affaire complète jusqu'au suivi, mais la durée du stage étant de seize semaines, il n'a pas été possible de traiter une affaire dans son intégralité et procéder à des visites de chantier afin de m'imprégner des difficultés liées à la pratique.

Par ailleurs, le projet de fin d'études nous a également permis de mettre à l'épreuve des aspects fondamentaux de notre profession d'ingénieur: un constat purement technique, car ce sont nos valeurs et capacités de calcul qui ont toujours été exigées.

Nous sommes conscients qu'il nous reste beaucoup à apprendre surtout du côté de la pratique dans nos futures postes de travail, cependant, l'expérience et la recherche de la solution optimale nous fera toujours aboutir.

## **BIBLIOGRAPHIE**

HENRY THONIER : conception et calcul des structures de bâtiment- Presse de l'étude nationale des ponts et chaussée ; tome I-1992, 349 pages

HENRY THONIER : conception et calcul des structures de bâtiment- Presse de l'étude nationale des ponts et chaussée ; tome II-1993,422 pages

HENRY THONIER : conception et calcul des structures de bâtiment- Presse de l'étude nationale des ponts et chaussée ; tome III-1995,506 pages

HENRY THONIER : conception et calcul des structures de bâtiment- Presse de l'étude nationale des ponts et chaussée ; tome IV-1996,366 pages

HENRY THONIER : Le projet de béton armé, 2e 3e et 4e partie ; édition 1986 ; 125 pages

H.RENAUD et J.LAMIRAUD : guide de calcul bâtiment et génie civil ; édition 1993-Foucher ; 135pages

DTU-60.11-DIAMETRES-ET-DEBITS

BETON ARME BAEL 91 MODIF 99

Les Eurocodes : Conception des bâtiments et les ouvrages de Génie Civil, page 37, Jean-Armand CALVARO,

**ANNEXE:**

<b><u>ANNEXE I : PLANS ARCHITECTURAUX</u></b> .....	<b>48</b>
<b><u>ANNEXE II : DESCENTE DE CHARGE SUR LA NERVUE</u></b> .....	<b>53</b>
<b><u>ANNEXE III : L'ÉVALUATION DES MOMENTS A L'ELU</u></b> .....	<b>54</b>
<b><u>ANNEXE IV : DESCENTE DE CHARGE SUR LE POTEAU P50</u></b> .....	<b>57</b>
<b><u>ANNEXE V: PLAN DE FERRAILLAGE DE L'ESCALIER</u></b> .....	<b>58</b>
<b><u>ANNEXE VI : LONGUEUR DE FLAMBEMENT</u></b> .....	<b>59</b>
<b><u>ANNEXE VII : PLAN DE FERRAILLAGE DU VOILE</u></b> .....	<b>60</b>
<b><u>ANNEXE VIII : NOTE DE CALCUL DE L'ÉLECTRICITÉ</u></b> .....	<b>61</b>
<b><u>ANNEXE IX : NOTE DE CALCUL DE L'ASSAINISSEMENT</u></b> .....	<b>64</b>
<b><u>ANNEXE X : SECURITE-INCENDIE</u></b> .....	<b>69</b>
<b><u>ANNEXE XI : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF</u></b> .....	<b>70</b>

ANNEXE I : PLANS ARCHITECTURAUX

ANNEXES I.1 : LES PLANS 3D



PERSPECTIVE FAÇADE PRINCIPALE-GAUCHE

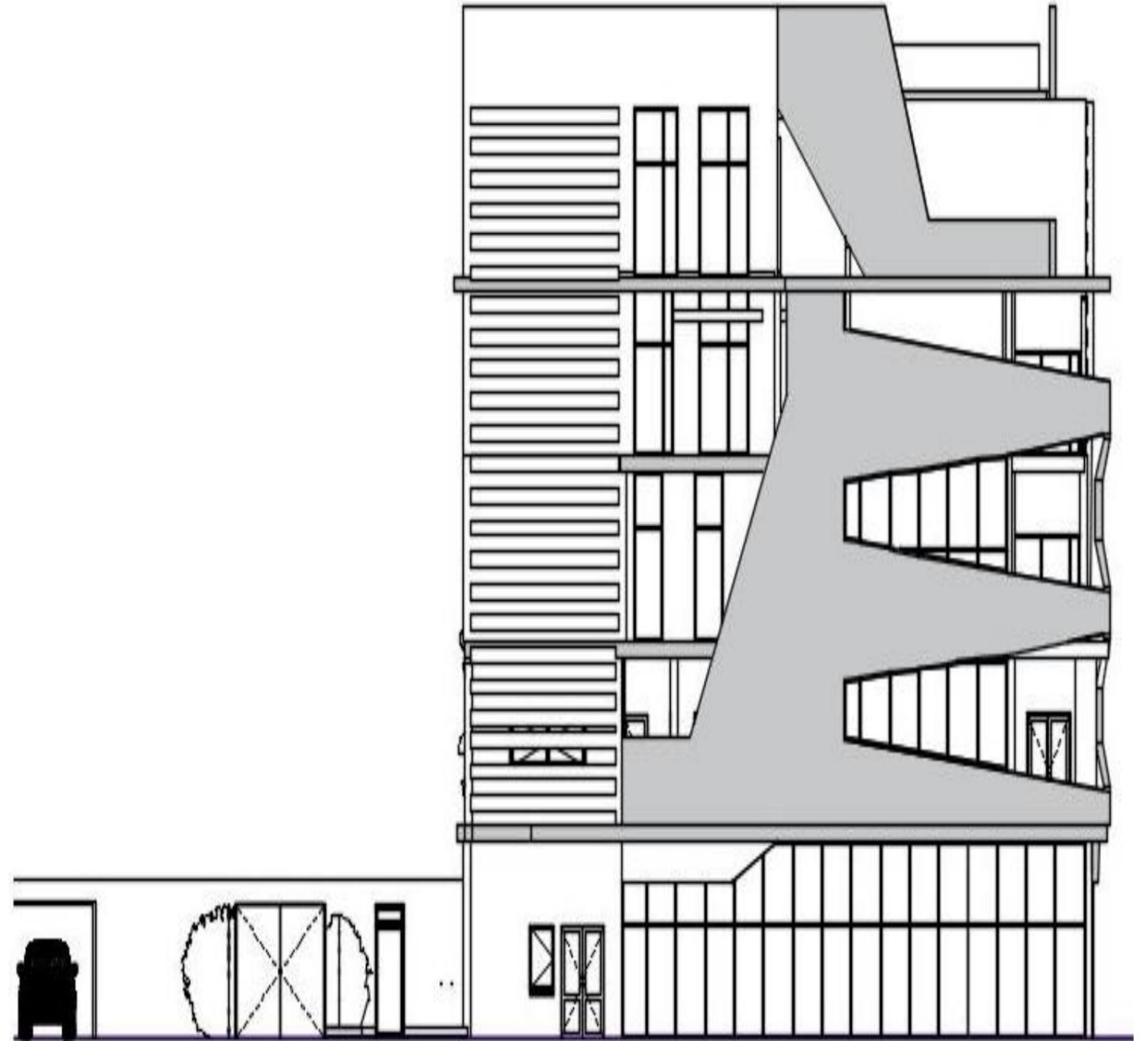


FAÇADE PRINCIPALE

ANNEXE I.2 : VUE DES FAÇADES

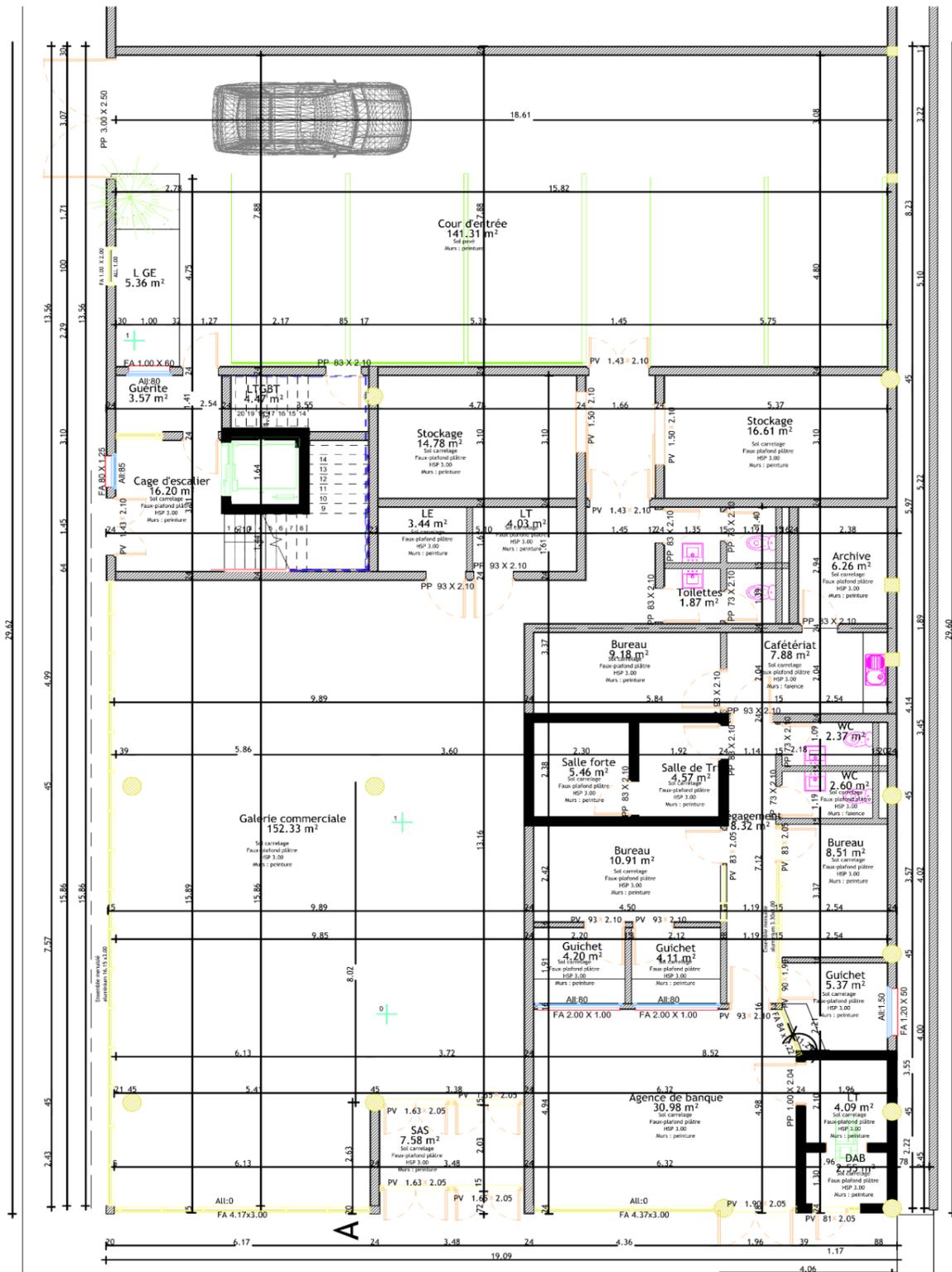


FAÇADE PRINCIPALE

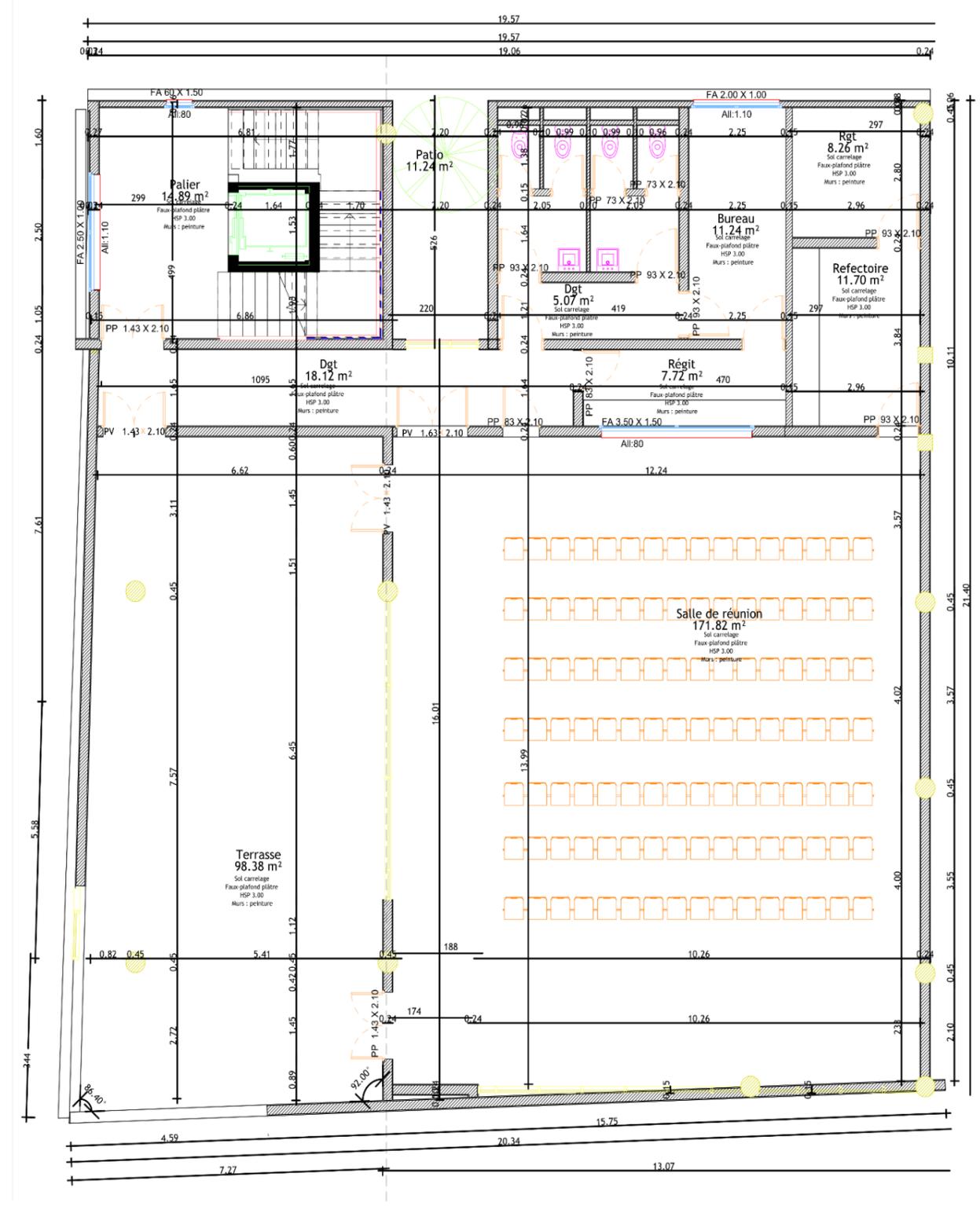


FAÇADE PRINCIPALE GAUCHE

ANNEXE I.3 : VUE EN PLAN DES NIVEAUX



VUE EN PLAN RDC

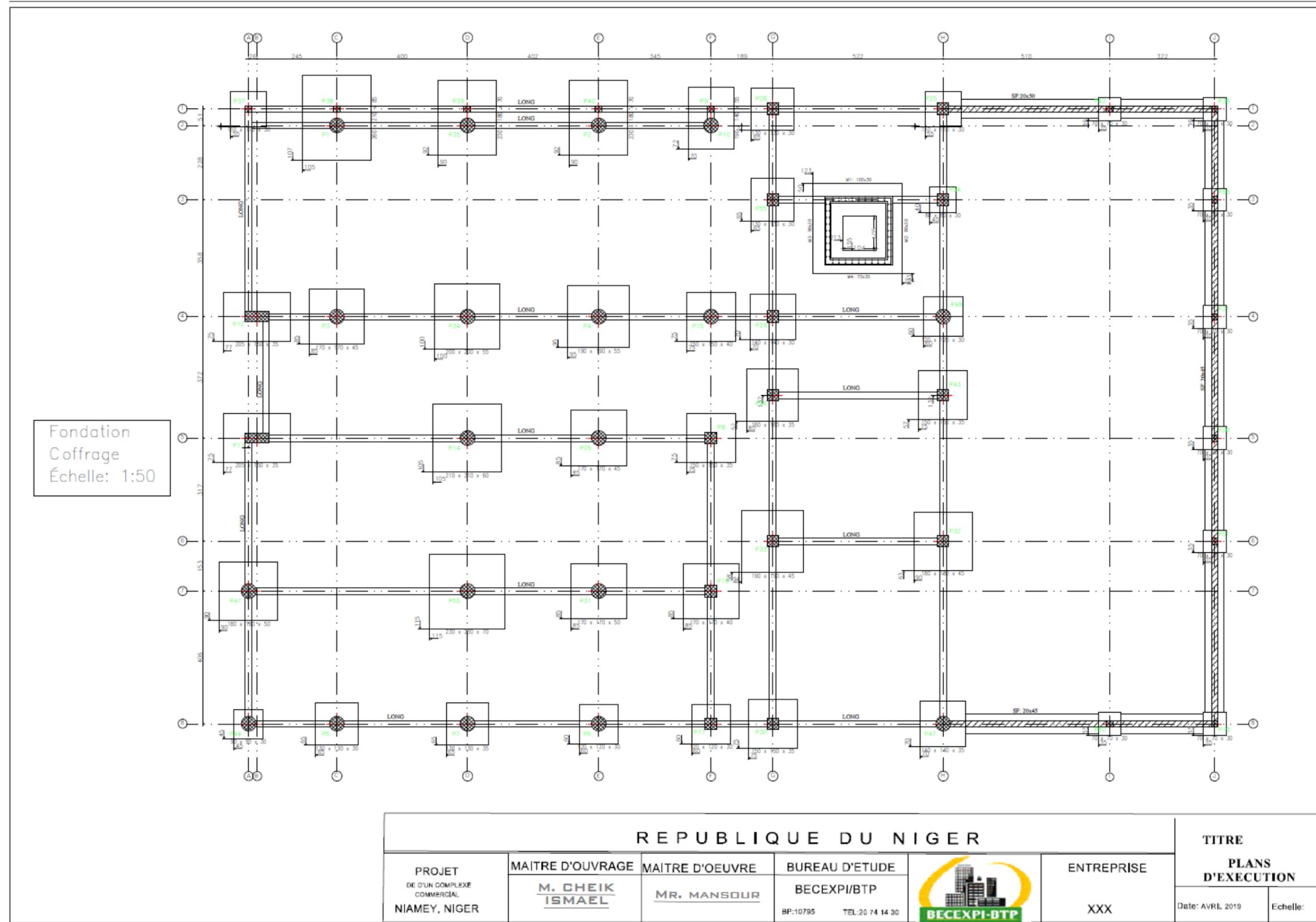


VUE EN PLAN R+1/R+2/R+3/R+4

ANNEXE I.4 : PLAN DE COUPE A-A



ANNEXE I.5 : PLAN DE FONDATION



REPUBLIQUE DU NIGER						TITRE	
PROJET DE D'UN COMPLEXE COMMERCIAL NIAEMEY, NIGER	MAITRE D'OUVRAGE	MAITRE D'OEUVRE	BUREAU D'ETUDE	 <b>BECEXPI-BTP</b>	ENTREPRISE	<b>PLANS D'EXECUTION</b>	
	<b>M. CHEIK ISMAEL</b>	<b>MR. MANSOUR</b>	BP:10795 TEL:20 74 14 30		XXX	Date: AVRIL 2019	Echelle:

**ANNEXE II : DESCENTE DE CHARGE SUR LA NERVURE**

**Tableau 1 : Descente de charge sur la nervure**

N	DÉSIGNATION	CALCUL	UNITE	POIDS	
				G	Q
1	Dalle corps creux 16+4	4,21*0,6	kN/m	2,53	
2	Salle de réunion	3,5*0,6	kN/m		2,1
	<b>TOTAL</b>		<b>kN/m</b>	<b>2,53</b>	<b>2,1</b>

**ANNEXE III : L'ÉVALUATION DES MOMENTS A L'ELU**

Nous avons 3 cas de combinaisons des charges :

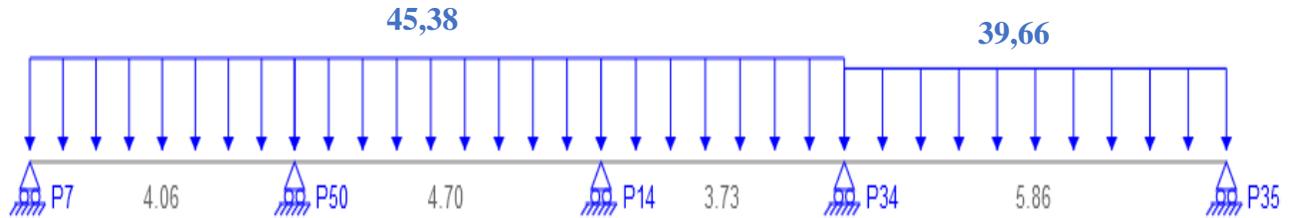


Figure 1 : 1er Cas de chargement.

❖ Détermination des moments

- Les moments dans les appuis de rive sont nuls. Donc  $M_{P7}=M_{P35}=0$

$$- M_{P50} = \frac{P_{U1}(L1'^3+L2'^3)}{8,5(L1'+L2')} \Rightarrow \frac{45,38(4,06^3+3,76^3)}{8,5(4,06+3,76)} = \mathbf{81,98 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{P14} = \frac{P_{U1}(L2'^3+L3'^3)}{8,5(L2'+L3')} \Rightarrow \frac{45,38(3,76^3+2,98^3)}{8,5(3,76+2,98)} = \mathbf{63,07 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{P34} = \frac{P_{U1}*L3'^3+P_{U2}*L4'^3}{8,5(L3'+L4')} \Rightarrow \frac{45,38*2,98^3+39,66*5,86^3}{8,5(2,98+5,86)} = \mathbf{-122,19 \text{ kN.m}}$$

❖ Les moments indépendants :

$$- M_{01} = \frac{P_{U1}*l1^2}{8} \Rightarrow \frac{45,38*4,06^2}{8} = \mathbf{93,50 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{02} = \frac{P_{U1}*l2^2}{8} \Rightarrow \frac{45,38*4,70^2}{8} = \mathbf{125,31 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{03} = \frac{P_{U1}*l3^2}{8} \Rightarrow \frac{45,38*3,73^2}{8} = \mathbf{78,92 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{04} = \frac{P_{U2}*l4^2}{8} \Rightarrow \frac{39,66*5,86^2}{8} = \mathbf{170,24 \text{ kN.m}}$$

❖ Les moments en travée :

$$- Mt_1 = M_{01} - \frac{MP7+MP50}{2} \Rightarrow 93,50 - \frac{81,98}{2} = \mathbf{52,51 \text{ kN.m}}$$

$$- Mt_2 = M_{02} - \frac{MP50+MP14}{2} \Rightarrow 125,31 - \frac{81,98+63,07}{2} = \mathbf{52,78 \text{ kN.m}}$$

$$- Mt_3 = M_{03} - \frac{MP14+MP34}{2} \Rightarrow 78,92 - \frac{63,07+122,19}{2} = \mathbf{-13,71 \text{ kN.m}}$$

$$- Mt_4 = M_{04} - \frac{MP34+MP35}{2} \Rightarrow 170,24 - \frac{122,19}{2} = \mathbf{109,14 \text{ kN.m}}$$

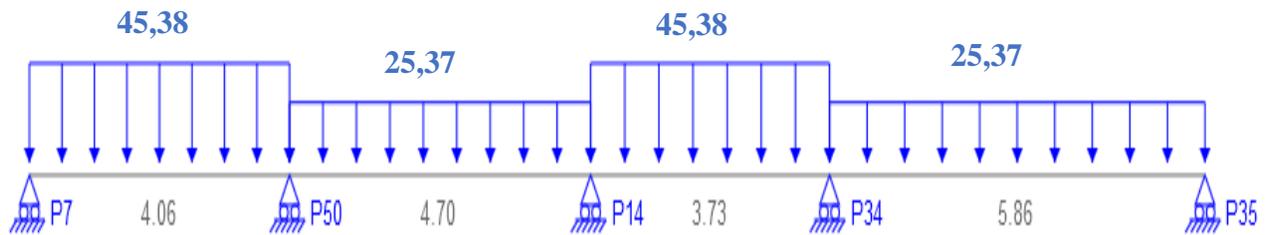


Figure 2 : 2èm Cas de chargement.

❖ Détermination des moments

- Les moments dans les appuis de rive sont nuls. Donc  $M_{P7}=M_{P35}=0$

$$- M_{P50} = \frac{P_{U1} * L1'^3 + P_{U3} * L2'^3}{8.5(L1' + L2')} \Rightarrow \frac{45,38 * 4,06^3 + 25,37 * 3,76^3}{8,5(4,06 + 3,76)} = \mathbf{65,98 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{P14} = \frac{P_{U3} * L2'^3 + P_{U1} * L3'^3}{8.5(L3' + L4')} \Rightarrow \frac{25,37 * 3,76^3 + 45,38 * 2,98^3}{8,5(3,76 + 2,98)} = \mathbf{44,50 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{P34} = \frac{P_{U1} * L3'^3 + P_{U3} * L4'^3}{8.5(L3' + L4')} \Rightarrow \frac{45,38 * 2,98^3 + 25,37 * 5,86^3}{8,5(2,98 + 5,86)} = \mathbf{83,92 \text{ kN.m}}$$

❖ Calculs de  $X_{t1}$  et  $X_{t3}$

$$- X_{t1} = \frac{l_1}{2} + \frac{MP7 + MP50}{P_{U1} * L1} \Rightarrow \frac{4,06}{2} + \frac{0 + 65,98}{45,38 * 4,06} = \mathbf{2,39 \text{ m}}$$

$$- X_{t3} = \frac{l_3}{2} + \frac{MP14 + MP34}{P_{U1} * L1} \Rightarrow \frac{3,73}{2} + \frac{44,50 + 83,92}{45,38 * 3,73} = \mathbf{2,62 \text{ m}}$$

❖ Les moments en travées impaires:

$$- M_{t1} = MP7 - P_{U1} \frac{X_{t1}^2}{2} \Rightarrow 0 - 45,38 \frac{2,39^2}{2} = \mathbf{-129,61 \text{ kN.m}}$$

$$- M_{t3} = MP14 - P_{U1} \frac{X_{t3}^2}{2} \Rightarrow 44,50 - 45,38 \frac{2,62^2}{2} = \mathbf{-111,25 \text{ kN.m}}$$

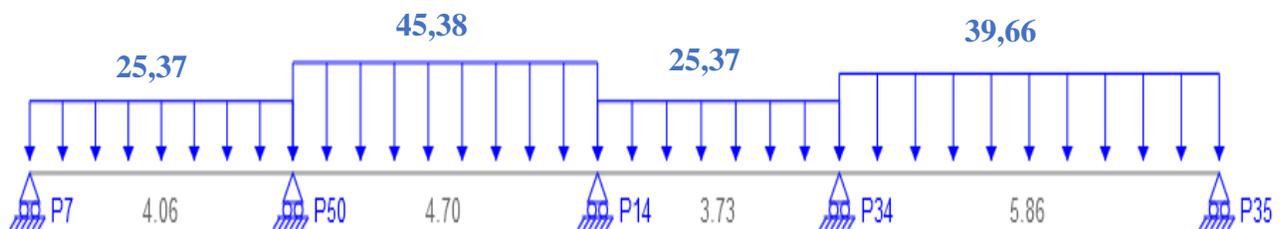


Figure 3 : 3èm Cas de chargement.

❖ Détermination des moments

- Les moments dans les appuis de rive sont nuls. Donc  $M_{P7}=M_{P35}=0$

$$\begin{aligned}
 - \quad M_{P50} &= \frac{P_{U3} * L1'^3 + P_{U1} * L2'^3}{8.5(L1' + L2')} \Rightarrow \frac{25,37 * 4,06^3 + 45,38 * 3,76^3}{8,5(4,06 + 3,76)} = \mathbf{61,83 \text{ kN.m}} \\
 - \quad M_{P14} &= \frac{P_{U1} * L2'^3 + P_{U3} * L3'^3}{8.5(L3' + L4')} \Rightarrow \frac{45,38 * 3,76^3 + 25,37 * 2,98^3}{8,5(3,76 + 2,98)} = \mathbf{53,82 \text{ kN.m}} \\
 - \quad M_{P34} &= \frac{P_{U3} * L3'^3 + P_{U2} * L4'^3}{8.5(L3' + L4')} \Rightarrow \frac{25,37 * 2,98^3 + 39,66 * 5,86^3}{8,5(2,98 + 5,86)} = \mathbf{115,15 \text{ kN.m}}
 \end{aligned}$$

❖ Calculs de  $X_{t2}$  et  $X_{t4}$

$$\begin{aligned}
 - \quad X_{t2} &= \frac{l_2}{2} + \frac{MP50 + MP14}{P_{U1} * L2} \Rightarrow \frac{4,7}{2} + \frac{61,83 + 53,82}{45,38 * 4,7} = \mathbf{2,89 \text{ m}} \\
 - \quad X_{t4} &= \frac{l_4}{2} + \frac{MP34 + MP35}{P_{U2} * L4} \Rightarrow \frac{5,86}{2} + \frac{115,15 + 0}{39,66 * 5,86} = \mathbf{3,43 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

❖ Les moments en travées paires:

$$\begin{aligned}
 - \quad M_{t2} &= MP50 - P_{U1} \frac{X_{t2}^2}{2} \Rightarrow 61,83 - 45,38 \frac{2,89^2}{2} = \mathbf{-139,67 \text{ kN.m}} \\
 - \quad M_{t4} &= MP34 - P_{U2} \frac{X_{t4}^2}{2} \Rightarrow 115,15 - 39,66 \frac{3,43^2}{2} = \mathbf{-118,15 \text{ kN.m}}
 \end{aligned}$$

❖ Calcul des moments sur appuis :  $M_A$  et  $M_D$

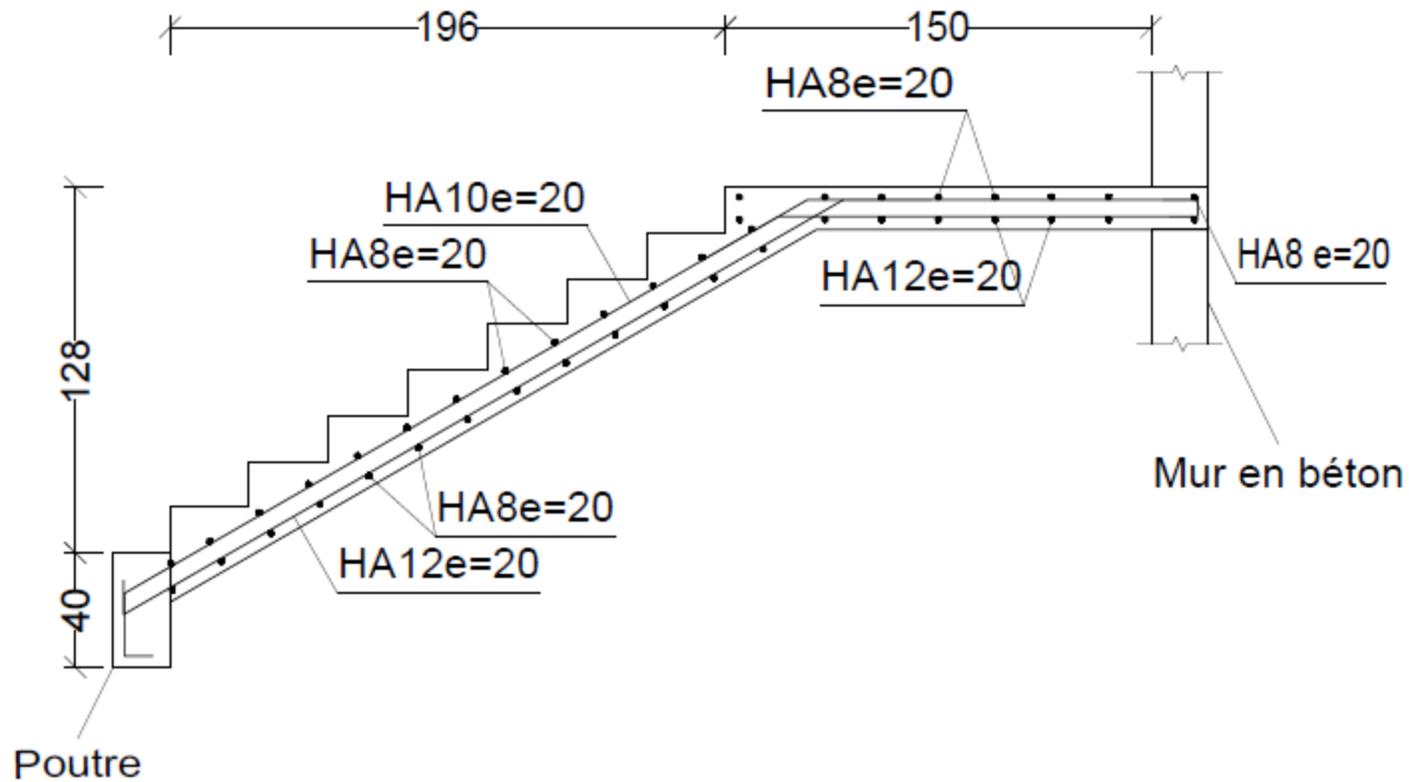
$$\begin{aligned}
 - \quad M_{P7} &= 0,15 * M_{01} = 0,15 * 93,50 = \mathbf{14,02 \text{ kN.m}} \\
 - \quad M_{P35} &= 0,15 * M_{04} = 0,15 * 170,24 = \mathbf{25,54 \text{ kN.m}}
 \end{aligned}$$

**ANNEXE IV : DESCENTE DE CHARGE SUR LE POTEAU P50.**

**Tableau 2 : Descente de charge sur le poteau P50.**

NIVEAUX	DÉSIGNATION	CALCUL	POIDS	
			G (kN)	Q (kN)
<b>R+4</b>	Poteau	$0,152*3,14*25*3,64$	6,43	
	Plancher-terrasse	$4,03*13,21$	53,24	
	Poutre	$25*0,2$ $(0,4*6.39+0,4*3,355)+37.2$	56,69	
	Charges d'exploitations-terrasses	$1*13,21+6,37$		19,58
	<b>TOTAL R+4</b>		<b>116,36</b>	<b>19,58</b>
<b>R+3 ; R+2 ; R+1</b>	Poteau	$0,152*3,14*25*3,64$	6,43	
	plancher courant	$4,21*13,21$	55,61	
	Poutre	$25*0,2$ $(0,4*6.39+0,4*3,355)+37.2$	56,69	
	Charges d'exploitations salle de réunion	$3,5*13,21+22,3$		68,54
	<b>TOTAL</b>		<b>118,73</b>	<b>68,54</b>
<b>RDC</b>	Poteau	$0,152*3,14*25*3,64$	6,43	
	plancher courant	$4,21*13,21$	55,61	
	Poutre	$25*0,2$ $(0,4*6.39+0,4*3,355)+37.2$	56,69	
	Charges d'exploitations salle de réunion	$3,5*13,21+22,3$		68,54
	<b>TOTAL RDC</b>		<b>118,73</b>	<b>68,54</b>
<b>TOTAL</b>			<b>591,28</b>	<b>293,74</b>

ANNEXE V: PLAN DE FERRAILLAGE DE L'ESCALIER

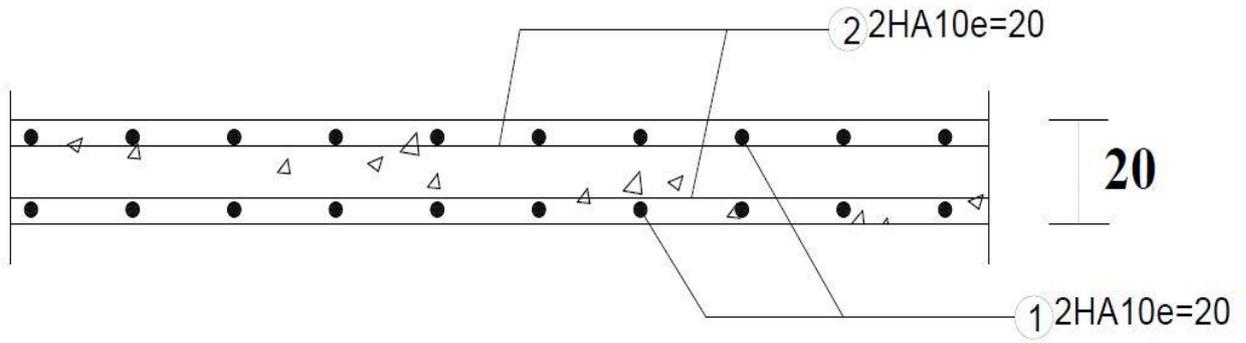


## ANNEXE VI : LONGUEUR DE FLAMBEMENT

Tableau 2 : Longueur de flambement.

lf		mur armé verticalement	mur non armé verticalement
Mur encastré en tête et en pied	avec un plancher de part et d'autre	0,80	0,85
	avec un plancher d'un seul côté	0,85	0,90
mur articulé en tête et en pied		1	1

**ANNEXE VII : PLAN DE FERRAILLAGE DU VOILE**



**ANNEXE VIII : NOTE DE CALCUL DE L'ÉLECTRICITÉ**

**ANNEXE VIII.1 : TABLEAU DE CALCUL DE CHALEUR**

La méthode choisie pour le calcul est la méthode simplifiée. Nous avons pris les grandes surfaces de chaque type d'espace et du niveau pour ensuite choisir un climatiseur de puissance adapté.

Niveau	Pièce	Surface (m2)	Puissance w/m2	Qt chaleur (w)	1 Ch	2,5 Ch
RDC	Galerie commerciale	152.33	240	36559.2		6
	Bureau	10.91	185	2018.4	1	
	Agence de banque	30.98	240	7435.2	2	
R+1	Salle de réunion	171.82	240	41236.8		6
	Bureau	11.24	240	2697.6	1	
R+2; R+3; R+4	Salle de réunion	186.07	240	44656.8		7
	Bureau	26.77	240	6424.8	1	
	Reception	19.78	185	3659.3	1	

**ANNEXE VIII.2 : SCHÉMA ARCHITECTURAL DU RDC**



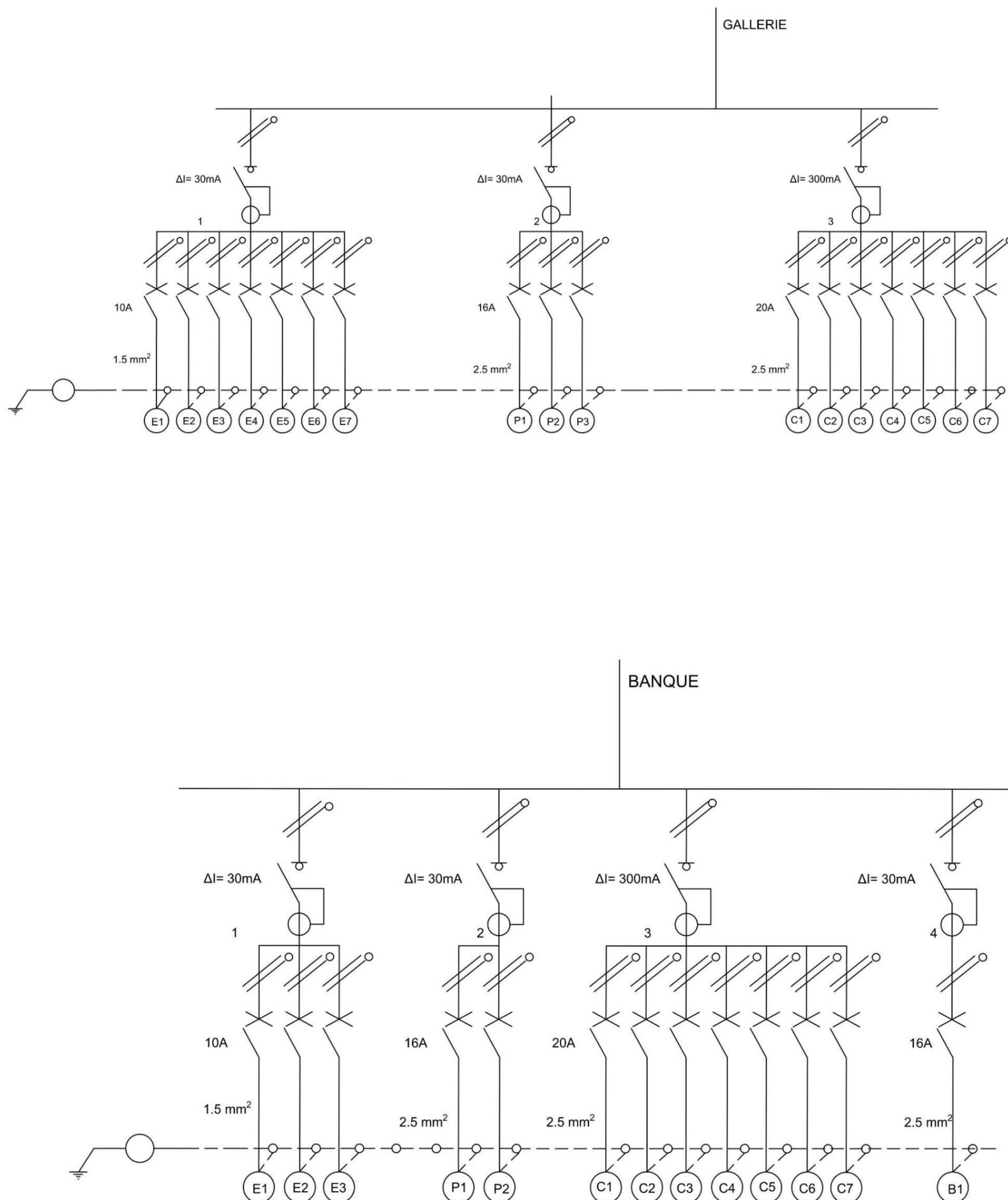
**ANNEXE VIII.3 : BILAN DE PUISSANCE**

Niveau	Coffret	REPÈRE	DÉSIGNATION	QTE	Po(W)	Ku	Kso	P1 (W)	Ks1	P2 (W)	Ks2	Pt (W)
RDC	BANQUE	E1	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40	0.8	3805.18	0.8	3044.15
		E2	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40				
		E3	Applique plafonnier	8	60	1	1	480				
		P1	Prise 2P+T	4	3680	0.2	0.21	618.24				
		P2	Prise 2P+T	4	3680	0.2	0.21	618.24				
		C1	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410				
		C2	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410				
		C3	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410				
		C4	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410				
		C5	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410				
		C6	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410				
		C7	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410				
		B1	Brasseur d'air	1	90	1	1	90				
	GALERIE	E1	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40	0.8	11138.4	0.8	8910.69
		E2	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40				
		E3	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40				
		E4	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40				
		E5	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40				
		E6	RefLED+ES50 V2	4	5	1	1	20				
		E7	Applique plafonnier	2	40	1	1	80				
		P1	Prise 2P+T	6	3680	0.2	0.21	927.36				
		P2	Prise 2P+T	5	3680	0.2	0.21	772.8				
		P3	Prise 2P+T	5	3680	0.2	0.21	772.8				
C1		Climatiseur 2,5CV	1	1790	1	1	1790					
C2		Climatiseur 2,5CV	1	1790	1	1	1790					
C3		Climatiseur 2,5CV	1	1790	1	1	1790					
C4		Climatiseur 2,5CV	1	1790	1	1	1790					
C5		Climatiseur 2,5CV	1	1790	1	1	1790					
C6		Climatiseur 2,5CV	1	1790	1	1	1790					
C7		Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410					
R+1	E1	RefLED+ES50 V2	7	5	1	1	35	0.8	10879.8	0.8	8703.82	
	E2	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
	E3	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
	E4	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
	E5	RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
	E6	Applique plafonnier	5	40	1	1	200					
	E7	Applique plafonnier	5	40	1	1	200					
	P1	Prise 2P+T	6	3680	0.2	0.21	927.36					
	P2	Prise 2P+T	6	3680	0.2	0.21	927.36					
	C1	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
	C2	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
	C3	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
	C4	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
	C5	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
	C6	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
	C7	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	410					
	R+2; R+3; R+4	E1	RefLED+ES50 V2	7	5	1	1					35
E2		RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
E3		RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
E4		RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
E5		RefLED+ES50 V2	8	5	1	1	40					
E6		Applique plafonnier	5	40	1	1	200					
E7		Applique plafonnier	5	40	1	1	200					
E8		Applique murale	4	60	1	1	240					
E9		Applique plafonnier	4	40	1	1	160					
P1		Prise 2P+T	6	3680	0.2	0.21	927.36					
P2		Prise 2P+T	6	3680	0.2	0.21	927.36					
C1		Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
C2		Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
C3		Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
C4		Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
C5		Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					

Niveau	Coffret	REPÈRE	DÉSIGNATION	QTE	Po(W)	Ku	Kso	P1 (W)	Ks1	P2 (W)	Ks2	Pt (W)	
		C6	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
		C7	Climatiseur 2,5 CV	1	1790	1	1	1790					
		C8	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	1					
		C9	Climatiseur 1 CV	1	410	1	1	1					
		B1	Brasseur d'air	4	90	1	1	360					
<b>Monte-charge</b>		<b>A1</b>	Ascenseur	1	12500	1	1	12500	0.8	10000	0.8	<b>8000</b>	
												<b>TOTAL</b>	<b>58882.7</b>
												<b>L</b>	<b>6</b>

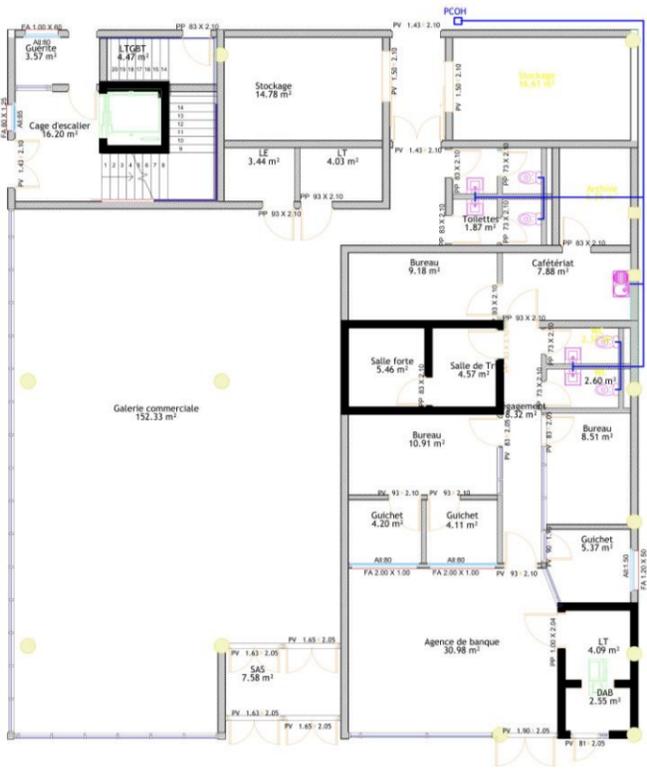
Le bilan de puissance totale qui prend en compte toutes les charges électriques de l'immeuble qui est de 58,88 KVA avec une marge de 10% de plus soit environ 65 KVA. Nous estimons que le groupe électrogène capable d'assurer le fonctionnement de tous les équipements terminaux de l'immeuble est d'environ 70 KVA.

**ANNEXE VIII.4 : SCHÉMA ÉLECTRIQUE DU CIRCUIT DU RDC**



ANNEXE IX : NOTE DE CALCUL DE L'ASSAINISSEMENT

ANNEXE IX.1 : PLANS D'EMPLACEMENTS DES CONDUITES EAU FROIDES

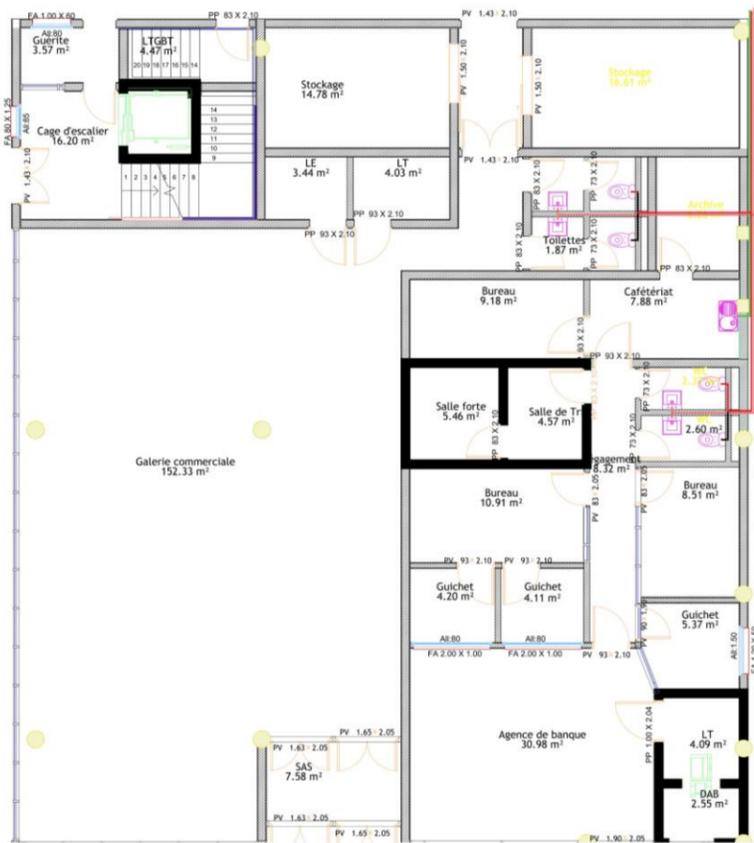


RDC

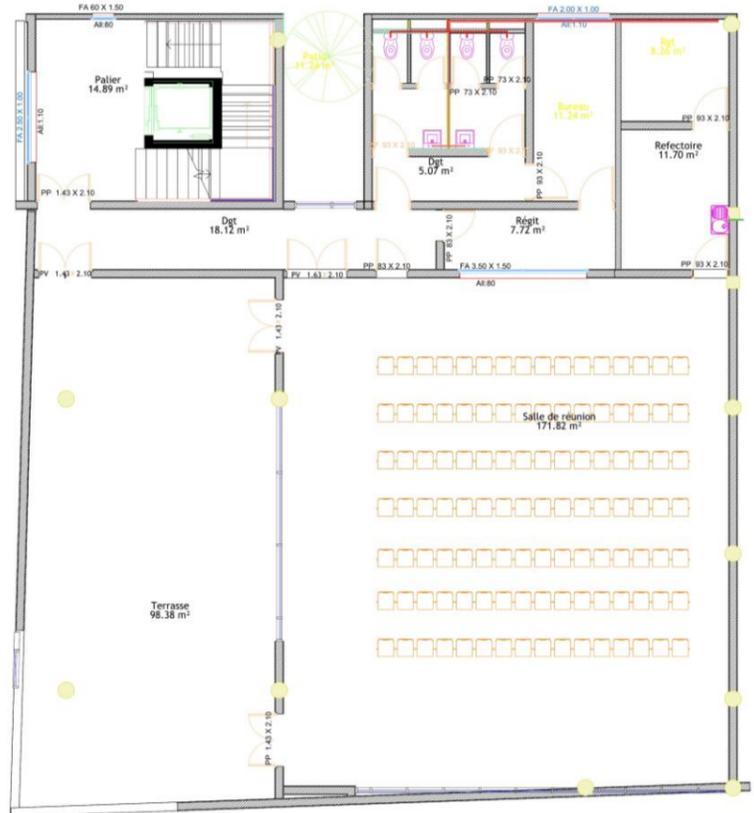


R+1

ANNEXE IX.2 : PLANS D'EMPLACEMENTS DES CONDUITES EAU USÉES



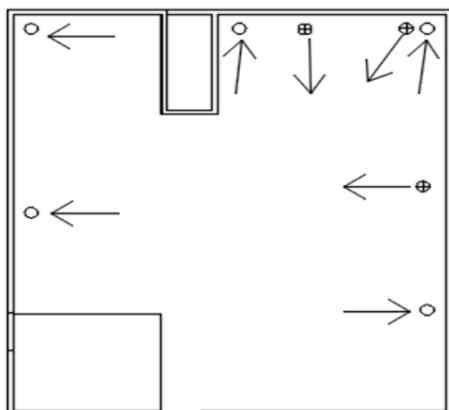
RDC



R+1

## ANNEXE IX.3 : CALCUL DE DEBIT EAU FROIDE

○ Descente d'eau pluviale  
⊕ Ventilation



❖ Surface du toit

$$S = 19,59 * 21,36 = 418,44 \text{ m}^2$$

❖ Nous avons choisi 5 descentes avec un DN 110 chacune.

## ANNEXE IX.4 : CALCUL DE DEBIT EAU FROIDE

Tronç	Désignations des appareils	Nombres de robinets		Débits $Q_s$ (l/s)	Débits brute		Céof de simul. K	Débit (l/s)	$Q_p$
		Par App.	Par Tronç.		$Q_b$	$Q_{bn}$			
R+2-R+3-R+4	A-1	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	B-1	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	1-2			2			0.32	0.80	<b>0.26</b>
	C-3	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	D-3	LAV	1	1	0.2	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	3-2			2			0.32	0.80	<b>0.26</b>
	E-4	WC		1	0.12		0.12		<b>0.12</b>
	F-4	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	4-2			2			0.24	0.80	<b>0.19</b>
	H-5	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	G-5	WC	1	2	0.12	0.12	0.12	0.80	<b>0.10</b>
	5-2			2			0.24	0.80	<b>0.19</b>
	2-12			8			1.12	0.30	<b>0.34</b>
	M-12	EVIER	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	NIV4-NIV3			9			1.32	0.28	<b>0.37</b>
	NIV3-NIV2			18			2.64	0.19	<b>0.51</b>
NIV2-NIV1			27			3.96	0.16	<b>0.62</b>	
R+1	E-4	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	F-4	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	4-2			2			0.24	0.80	<b>0.19</b>
	H-5	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	G-5	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	5-2			2			0.24	0.80	<b>0.19</b>
	C-3	LAV		1			0.20		<b>0.00</b>
	D-3	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	3-2			2			0.40	0.80	<b>0.32</b>
	2-12			6	0.2	0.2	0.20	0.36	<b>0.20</b>
	M-12	EVIER	1	1			0.20		<b>0.20</b>
	NIV1-0			34			5.04	0.14	<b>0.70</b>
RDC	I-6	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	J-6	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	6-7			2			0.40	0.80	<b>0.32</b>
	L-7	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	K-7	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	7-8			4			0.64	0.46	<b>0.30</b>
	M-8	EVIER	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	8-11			5			0.84	0.40	<b>0.34</b>
	O-9	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	N-9	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>
	9-10			2			0.40	0.80	<b>0.32</b>
	Q-10	WC	1	1	0.12	0.12	0.12		<b>0.12</b>
	P-10	LAV	1	1	0.2	0.2	0.20		<b>0.20</b>

Tronç	Désignations des appareils	Nombres de robinets		Débits (l/s)	Qs	Débits brute		Céof de simul. K	Débit (l/s)	Qp
		Par App.	Par Tronç.			Qb	Qbn			
10-11			4				0.72	0.46	<b>0.33</b>	
11-12			9				1.56	0.28	<b>0.44</b>	
12-PCO			43				6.60	0.12	<b>0.81</b>	

ANNEXE IX.5 : CALCUL DE DIAMÈTRES ET DES PRESSIONS EAU FROIDES

Niveau	Tronç	Débit Qp (l/s)	Dth (mm)	Dstan. (mm)	Vr (m/s)	Long (m)	Jt	Côte Piezo.		Pos/Plan	Côte Pt aval	Press. Aval	DN
								amont	aval				
RDC	PCO-12	0.81	32	32.6	0.97	1	0.05	16.00	15.95		1.5	<b>14.45</b>	<b>40</b>
	12-11	0.44	24	26.2	0.82	5.3	0.23	15.95	15.72	0.45	1.95	<b>13.77</b>	<b>32</b>
	11-10	0.33	21	26.2	0.61	3.3	0.08	15.95	15.87		1.5	<b>14.37</b>	<b>32</b>
	10-P	0.2	16	16	1.00	0.5	0.06	15.87	15.81	0.5	2	<b>13.81</b>	<b>20</b>
	10-Q	0.12	12	32.6	0.14	0.5	0.00	15.87	15.87	0.5	1.5	<b>14.37</b>	<b>40</b>
	10-9	0.32	20	20.4	0.98	1.5	0.13	15.87	15.74		1.5	<b>14.24</b>	<b>25</b>
	9-N	0.2	16	16	1.00	0.3	0.04	15.87	15.83	0.9	1.5	<b>14.33</b>	<b>20</b>
	9-O	0.2	16	16	1.00	0.3	0.04	15.83	15.80	0.9	2.4	<b>13.40</b>	<b>20</b>
	11-8	0.34	21	26.2	0.63	2.7	0.07	15.83	15.76		1.5	<b>14.26</b>	<b>20</b>
	8-M	0.2	16	16	1.00	0.5	0.06	15.76	15.70	1.3	2.8	<b>12.90</b>	<b>20</b>
	8-7	0.3	20	20.4	0.92	3	0.23	15.76	15.53		1.5	<b>14.03</b>	<b>25</b>
	7-K	0.12	12	16	0.60	0.5	0.02	15.53	15.51	0.5	1.5	<b>14.01</b>	<b>20</b>
	7-L	0.12	12	16	0.60	0.5	0.02	15.51	15.51	0.5	2	<b>13.51</b>	<b>20</b>
	7-6	0.32	20	20.4	0.98	1.6	0.14	15.51	15.37		1.5	<b>13.87</b>	<b>25</b>
	6-J	0.2	16	16	1.00	0.3	0.04	15.51	15.47	0.9	1.5	<b>13.97</b>	<b>20</b>
6-I	0.2	16	16	1.00	0.3	0.04	15.47	15.43	0.9	2.4	<b>13.03</b>	<b>20</b>	
R+1	NIV1	0.7	30	32.6	0.84	3.83	0.13	15.53	15.40	3.83	5.33	<b>10.07</b>	<b>40</b>
	12-M	0.2	16	16	1.00	8.5	1.07	15.53	14.46	1.3	5.33	<b>9.13</b>	<b>20</b>
	12-2	0.2	16	16	1.00	8	1.01	14.46	13.45		5.33	<b>8.12</b>	<b>20</b>
	2-3	0.32	20	20.4	0.98	3.2	0.28	14.46	14.18		5.33	<b>8.85</b>	<b>25</b>
	3-D	0.2	16	16	1.00	0.5	0.06	14.18	14.11	0.9	6.23	<b>7.88</b>	<b>20</b>
	3-C	0.2	16	16	1.00	0.5	0.06	14.18	14.11	0.9	5.33	<b>8.78</b>	<b>20</b>
	2-5	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	14.11	14.06		5.33	<b>8.73</b>	<b>20</b>
	5-G	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	14.06	14.04	0.5	5.83	<b>8.21</b>	<b>20</b>
	5-H	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	14.06	14.00	0.5	5.83	<b>8.17</b>	<b>20</b>
	2-4	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	14.11	14.06		5.33	<b>8.73</b>	<b>20</b>
	4-F	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	14.06	14.04	0.5	5.83	<b>8.21</b>	<b>20</b>
	4-E	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	14.06	14.00	0.5	5.83	<b>8.17</b>	<b>20</b>
R+2	NIV2	0.62	28	32.6	0.74	3.83	0.10	15.40	15.29	3.83	9.16	<b>6.13</b>	<b>40</b>
	12-M	0.2	16	16	1.00	8.5	1.07	15.29	14.22	1.3	10.46	<b>3.76</b>	<b>20</b>
	12-2	0.34	21	26.2	0.63	8	0.21	15.29	15.08		9.16	<b>5.92</b>	<b>32</b>
	5-2	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	15.08	15.03		9.16	<b>5.87</b>	<b>20</b>
	5-G	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	15.08	15.07	0.5	9.16	<b>5.91</b>	<b>20</b>
	5-H	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	15.07	15.01	0.5	9.16	<b>5.85</b>	<b>20</b>
	2-4	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	15.07	15.01		9.16	<b>5.85</b>	<b>20</b>
	4-F	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	15.08	15.07	0.5	9.16	<b>5.91</b>	<b>20</b>
	4-E	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	15.07	15.01	0.5	9.16	<b>5.85</b>	<b>20</b>
	2-3	0.26	18	20.4	0.80	3.2	0.19	15.01	14.82		9.16	<b>5.66</b>	<b>25</b>
	3-D	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	15.01	15.00	0.9	9.16	<b>5.84</b>	<b>20</b>
	3-C	0.2	16	16	1.00	0.3	0.04	15.07	15.03	0.9	9.16	<b>5.87</b>	<b>20</b>
	2-1	0.26	18	20.4	0.80	20	1.17	15.03	13.87		9.16	<b>4.71</b>	<b>25</b>
	1-B	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	13.87	13.85	0.5	9.16	<b>4.69</b>	<b>20</b>
1-A	0.2	16	16	1.00	0.8	0.10	15.03	14.93	0.9	9.16	<b>5.77</b>	<b>20</b>	
R+3	NIV3	0.51	25	26.2	0.95	3.83	0.23	15.29	15.07	3.83	12.99	<b>2.08</b>	<b>40</b>
	12-M	0.2	16	16	1.00	8.5	1.07	15.07	14.00	1.3	14.29	<b>-0.29</b>	<b>20</b>
	12-2	0.34	21	26.2	0.63	8	0.21	15.07	14.86		12.99	<b>1.87</b>	<b>32</b>
	5-2	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	14.86	14.80		14.29	<b>0.51</b>	<b>20</b>
	5-G	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	14.86	14.84	0.5	12.99	<b>1.85</b>	<b>20</b>
	5-H	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	14.84	14.78	0.5	14.29	<b>0.49</b>	<b>20</b>
	2-4	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	14.84	14.79		12.99	<b>1.80</b>	<b>20</b>
4-F	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	14.86	14.84	0.5	12.99	<b>1.85</b>	<b>25</b>	

Niveau	Tronç	Débit Qp (l/s)	Dth (mm)	Dstan. (mm)	Vr (m/s)	Long (m)	Jt	Côte Piezo.		Pos/Plan	Côte Pt aval	Press. Aval	DN
								amont	aval				
R+3	4-E	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	14.86	14.80	0.5	12.99	1.81	20
	2-3	0.26	18	20.4	0.80	3.2	0.19	14.80	14.61		12.99	1.62	25
	3-D	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	14.80	14.78	0.9	12.99	1.79	20
	3-C	0.2	16	16	1.00	0.3	0.04	14.84	14.81	0.9	12.99	1.82	20
	2-1	0.26	18	20.4	0.80	20	1.17	14.81	13.64		12.99	0.65	25
	1-B	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	13.64	13.63	0.5	12.99	0.64	20
	1-A	0.2	16	16	1.00	0.8	0.10	14.81	14.70	0.9	12.99	1.71	20
R+4	NIV4	0.37	22	26.2	0.69	3.83	0.12	15.07	14.95	3.83	16.82	-1.87	32
	12-M	0.2	16	16	1.00	8.5	1.07	14.95	13.88	1.3	18.12	-4.24	20
	12-2	0.34	21	26.2	0.63	8	0.21	14.95	14.74		16.82	-2.08	32
	5-2	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	14.74	14.68		18.12	-3.44	20
	5-G	0.12	12	20.4	0.37	0.3	0.00	14.74	14.73	0.5	16.82	-2.09	25
	5-H	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	14.73	14.67	0.5	18.12	-3.45	20
	2-4	0.19	16	16	0.95	0.5	0.06	14.73	14.68		16.82	-2.14	20
	4-F	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	14.74	14.72	0.5	16.82	-2.10	20
	4-E	0.12	12	16	0.60	1.3	0.06	14.72	14.67	0.5	16.82	-2.15	20
	2-3	0.26	18	20.4	0.80	3.2	0.19	14.67	14.48		16.82	-2.34	25
	3-D	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	14.67	14.65	0.9	16.82	-2.17	20
	3-C	0.2	16	16	1.00	0.3	0.04	14.72	14.69	0.9	16.82	-2.13	20
	2-1	0.26	18	20.4	0.80	20	1.17	14.69	13.52		16.82	-3.30	25
	1-B	0.12	12	16	0.60	0.3	0.01	13.52	13.51	0.5	16.82	-3.31	20
	1-A	0.2	16	16	1.00	0.8	0.10	14.69	14.59	0.9	16.82	-2.23	20

Les cases en jaune signifient qu'on a une pression inférieure à la pression minimale de service qui est 0,3 bar. Pour satisfaire les usagers des niveaux R+3 et R+4 nous allons installer un surpresseur.

#### ANNEXE IX.6 : CALCUL DES DÉBITS ET DES DIAMÈTRES EAU USEES (WC)

Tronç		Désignations des appareils	Coll.App DN	DU (l/s)	Qp	Qc	V	DN cond.
R+4; R+3; R+2	Ventilation		50					50
	B-1	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	E-3	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	F-3	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	3-5	collecteur	90		7.5	1.37	1	110
	G-5	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	5-6	collecteur	90		10	1.58	1	110
	H-6	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	6-13	collecteur	90		12.5	1.77	1	110
	R+3; R+2	Chute	110		12.5	1.77	1	110
R+1	E-3	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	F-3	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	3-5	collecteur	90		5	1.12	1	110
	G-5	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	5-6	collecteur	90		7.5	1.37	1	110
	H-6	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	6-13	collecteur	90		10	1.58	1	110
	RDC	Chute	110		47.5	3.45	1	110
RDC	O-8	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	Q-8	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	8-12	collecteur	90		5	1.12	1	110
	L-11	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	M-11	WC	90	2.5	2.5	0.79	0.86	90
	11-12	collecteur	90		5	1.12	1	110
	12-13	collecteur	90		10	1.58	1	110
Fosse septique	collecteur	110	2.5	57.5	3.79	1	110	

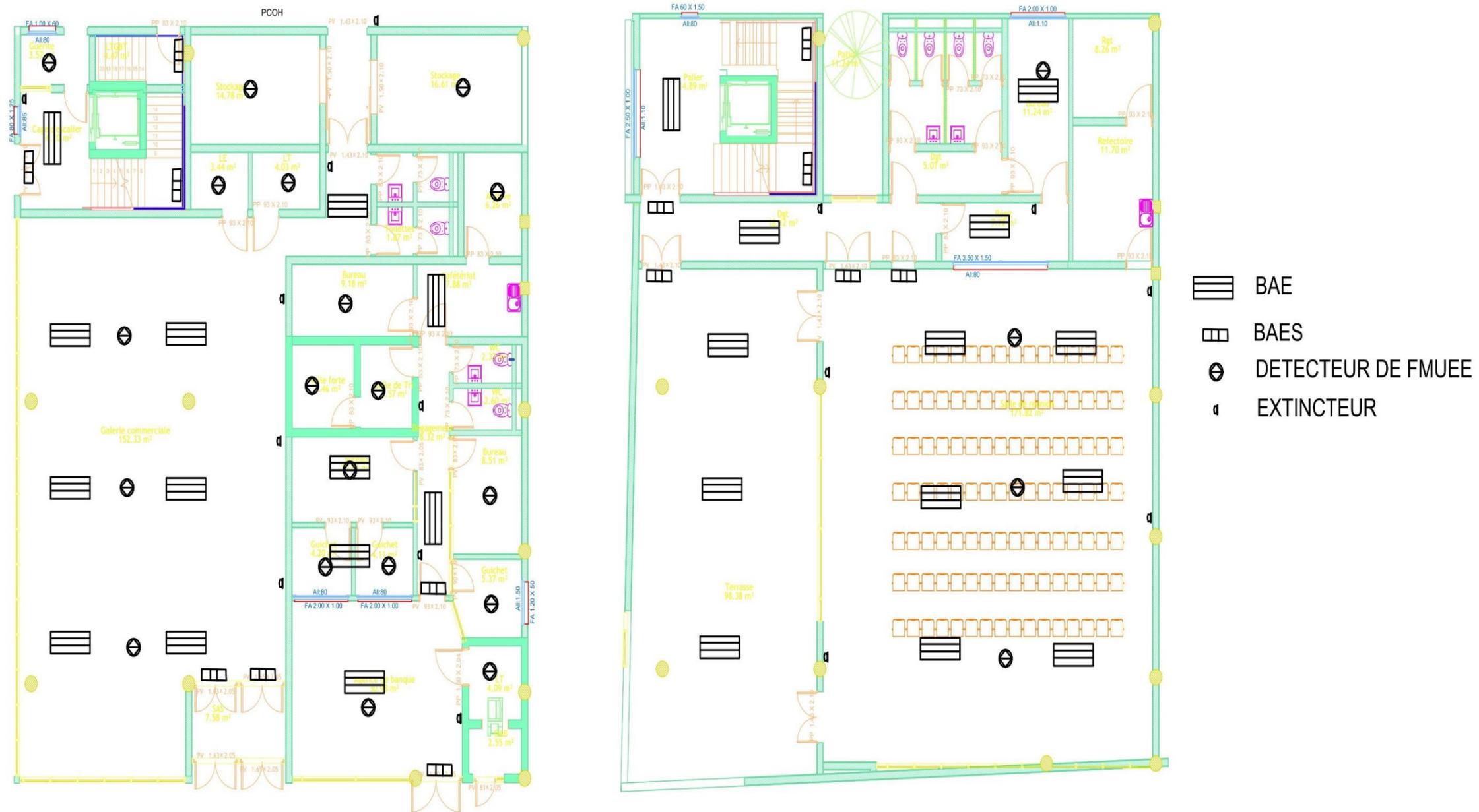
#### ANNEXE IX.7 : CALCUL DES DÉBITS ET DES DIAMÈTRES EAUX USEES (LAVABO)

Tronc		Désignations des appareils	Coll.App DN	DU (l/s)	Qp	Qc	V	DN cond.
<b>R+4; R+3; R+2</b>	Ventilation-Primaire		50					
	A-1	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	C-2	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	D-2	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	2-13	collecteur	50		1.5	0.61	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	R+3; R+2	Descente	90		1.5	0.61	<b>0.86</b>	<b>90</b>
<b>R+1</b>	C-2	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	D-2	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	2-13	collecteur	50		1	0.50	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	RDC	Descente	90		4	1.00	<b>0.86</b>	<b>90</b>
<b>RDC</b>	N-7	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	P-7	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	7-12	collecteur	50		1	0.50	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	J-10	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	K-10	LAV	50	0.5	0.5	0.35	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	10-12	collecteur	50		1	0.50	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	11-12	collecteur	50		1	0.50	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	12-13	collecteur	90		2	0.71	<b>0.57</b>	<b>50</b>
Regard	collecteur	90		4.5	1.06	<b>0.86</b>	<b>90</b>	

**ANNEXE IX.8 : CALCUL DES DÉBITS ET DES DIAMÈTRES EAUX USEES (ÉVIER)**

Tronc		Désignations des appareils	Coll.App DN	DU (l/s)	Qp	Qc	V	DN cond.
<b>R+4; R+3; R+2</b>	Ventilation-Primaire		50					<b>50</b>
	I-13	EVIER	50	1	1	0.50	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	R+3; R+2	Descente	90		2	0.71	<b>0.86</b>	<b>90</b>
<b>R+1</b>	I-13	EVIER	50	1	1	0.50	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	RDC	Descente	90		3	0.87	<b>0.86</b>	<b>90</b>
<b>RDC</b>	I-13	EVIER	50	1	1	0.50	<b>0.57</b>	<b>50</b>
	Regard	collecteur	90		4	1.00	<b>0.86</b>	<b>90</b>

ANNEXE X : SECURITE-INCENDIE



**ANNEXE XI : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

N°	Désignations des ouvrages	Unité	Qté	Prix unit.	Prix total
<b>I</b>	<b><u>PRÉPARATION - TERRASSEMENT</u></b>				
1.1	Implantation	ens	1	250 000	250 000
1.2	Fouille en rigoles pour semelle filante	m <sup>3</sup>	15	6 500	97 500
1.3	Fouilles en puits pour semelle isolée	m <sup>3</sup>	46	6 500	299 000
1.4	Remblai provenant des fouilles	m <sup>3</sup>	61	3 000	183 000
	<b>Total I</b>				<b>829 500</b>
<b>II</b>	<b><u>BETON ARME-MACONNERIE</u></b>				
<b>II-1</b>	<b><u>Fondation</u></b>				
1.1	Béton de propreté dosé à 150 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2.37	80 000	189 600
1.2	Béton armé pour fouilles en rigole	m <sup>3</sup>	1.95	170 000	331 330
1.3	Béton armé pour semelle isolée	m <sup>3</sup>	26.53	170 000	4 510 100
1.4	Béton légèrement armé pour dallage	m <sup>3</sup>	24.65	170 000	4 190 500
1.5	Béton armé pour longrine dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2.35	170 000	399 500
1.6	Béton armé pour chaînage dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	15.26	170 000	2 594 200
	<b>Sous Total 1</b>				<b>12 215 230</b>
<b>II-2</b>	<b><u>RDC</u></b>				
2.1	Béton armé pour poutre dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	22.83	170 000	3 881 100
2.2	Béton armé pour poteaux dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	21.84	170 000	3 712 800
2.3	Béton armé pour plancher en hourdis dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	24.65	35 000	862 750
2.4	Béton armé pour plancher en dalle dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	17.39	170 000	2 956 300
2.5	Maçonnerie en agglos creux de 15x20x40	m <sup>2</sup>	550.12	10 500	5 776 260
2.6	Maçonnerie en agglos creux de 10x20x40	m <sup>2</sup>	28.08	8 500	238 680
2.7	Enduit intérieur	m <sup>2</sup>	1128.00	3 500	3 948 000
2.8	Béton armé pour voile dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	27.20	180 000	4 896 000
2.9	Béton armé pour escalier dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2.29	170 000	389 300
	<b>Sous Total 2</b>				<b>26 661 190</b>
<b>II-3</b>	<b><u>R+1</u></b>				
3.1	Béton armé pour poutre dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	23.07	170 000	3 921 900
3.2	Béton armé pour poteaux dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	31.82	170 000	5 409 400
3.3	Béton armé pour plancher en hourdis dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	24.66	35 000	863 100

ETUDE TECHNIQUE D'UN BÂTIMENT A USAGE COMMERCIAL «RDC+4 » EN BETON ARME

N°	Désignations des ouvrages	Unité	Qté	Prix unit.	Prix total
3.4	Béton armé pour plancher en dalle dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	17.39	170 000	2 956 300
3.5	Maçonnerie en agglos creux de 15x20x40	m <sup>2</sup>	506.72	10 500	5 320 560
3.6	Maçonnerie en agglos creux de 10x20x40	m <sup>2</sup>	17.34	8 500	147 390
3.7	Enduit intérieur	m <sup>2</sup>	1048.00	3 500	3 668 000
3.8	Béton armé pour voile dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	12.88	170 000	2 189 770
3.9	Béton armé pour escalier dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	2.29	170 000	389 300
	<b>Sous Total 3</b>				<b>24 865 720</b>
<b>II-4</b>	<b>R+2/R+3</b>				
4.1	Béton armé pour poutre dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	23.12	170 000	3 930 230
4.2	Béton armé pour poteaux dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	31.82	170 000	5 409 400
4.3	Béton armé pour plancher en hourdis dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	24.66	35 000	863 100
4.4	Béton armé pour plancher en dalle dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	17.39	170 000	2 956 300
4.5	Maçonnerie en agglos creux de 15x20x40	m <sup>2</sup>	484.07	10 500	5 082 735
4.6	Maçonnerie en agglos creux de 10x20x40	m <sup>2</sup>	31.17	8 500	264 945
4.7	Enduit intérieur	m <sup>2</sup>	1030.00	3 500	3 605 000
4.8	Béton armé pour voile dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	12.88	170 000	2 189 770
4.9	Béton armé pour escalier dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	2.29	170 000	389 300
	<b>Sous Total 4</b>				<b>49 381 560</b>
<b>II-5</b>	<b>R+4</b>				
5.1	Béton armé pour poutre dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	20.40	170 000	3 468 000
5.2	Béton armé pour poteaux dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	31.82	170 000	5 409 400
5.3	Béton armé pour plancher en hourdis dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	28.29	35 000	990 150
5.4	Maçonnerie en agglos creux de 15x20x40	m <sup>2</sup>	484.07	10 500	5 082 735
5.5	Maçonnerie en agglos creux de 10x20x40	m <sup>2</sup>	31.17	8 500	264 945
5.6	Enduit intérieur	m <sup>2</sup>	1030.00	3 500	3 605 000
5.7	Béton armé pour voile dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	12.88	170 000	2 189 770
5.8	Béton armé pour escalier dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	2.29	170 000	389 300
	<b>Sous Total 5</b>				<b>21 399 300</b>
	<b>Total III</b>				<b>134 523 000</b>

N°	Désignations des ouvrages	Unité	Qté	Prix unit.	Prix total
<b>III</b>	<b>MENUISERIE-ALUMINIUM-BOIS-METALLIQUES -FAUX PLAFOND</b>				
3.1	PAV:Porte Aluminium Vitrée à deux battants de (1,50x2,20 cm)	u	19	200 000	3 800 000
3.2	PAV:Porte Aluminium Vitrée de (90x220 cm)	u	59	100 000	5 900 000
3.3	PAV:Porte Aluminium Vitrée de (80x220 cm)	u	25	100 000	2 500 000
3.4	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (250x100 cm)	u	24	125 000	3 000 000
3.5	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (200x100 cm)	u	4	100 000	400 000
3.6	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (120x50 cm)	u	4	50 000	200 000
3.7	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (100x60 cm)	u	1	50 000	50 000
3.8	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (80x125 cm)	u	1	50 000	50 000
3.9	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (6x150 cm)	u	1	450 000	450 000
3.10	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (645x100 cm)	u	3	330 000	990 000
3.11	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (100x80 cm)	u	4	50 000	200 000
3.12	FAV:Fenêtre Aluminium Vitrée de (1026x100 cm)	u	1	530 000	530 000
3.13	RAV:Rideau Aluminium Vitrée de (700x300 cm)	u	1	530 000	530 000
3.14	RAV:Rideau Aluminium Vitrée de (250x300 cm)	u	1	375 000	375 000
3.15	RAV:Rideau Aluminium Vitrée de (437x300 cm)	u	1	450 000	450 000
3.16	RAV:Rideau Aluminium Vitrée de (417x300 cm)	u	1	450 000	450 000
3.17	FPP:Faux Plafond en Plâtre	m <sup>2</sup>	1686.53	13 000	21 924 890
	<b>Total III</b>				<b>41 799 890</b>
<b>IV</b>	<b>ELECTRICITE-CLIMATISATION</b>				
4.1	Gaines, filerie, boitiers	ens	1	3 800 000	3 800 000
4.2	Mise à la terre générale du bâtiment	ens	1	750 000	750 000
4.3	Interrupteur simple allumage va et Vient	u	99	6 500	643 500
4.4	Interrupteur simple allumage	u	36	6 500	234 000
4.5	Interrupteur simple allumage étanche	u	12	6 500	78 000
4.6	Prise de courant 2P+T	u	54	7 000	378 000
4.7	Prise de courant étanche 2P+T	u	12	7 000	84 000
4.8	Prise téléphonique	u	20	7 000	140 000
4.9	Applique plafonnier	u	34	8 500	289 000
4.10	Applique murale	u	4	8 500	34 000
4.11	Lampe Led	u	11	8 500	93 500
4.12	Tableau de répartition	u	4	120 000	480 000
4.13	Disjoncteur	u	7	150 000	1 050 000
4.14	Brasseur d'air	u	13	40 000	520 000
4.15	Split system 1,5 cv	u	15	250 000	3 750 000
4.16	Split system 2,5 cv	u	33	650 000	21 450 000

ETUDE TECHNIQUE D'UN BÂTIMENT A USAGE COMMERCIAL «RDC+4 » EN BETON ARME

N°	Désignations des ouvrages	Unité	Qté	Prix unit.	Prix total
	<b>Total IV</b>				<b>33 774 000</b>
<b>V</b>	<b><u>PLOMBERIE SANITAIRE</u></b>				
5.1	Ensemble tuyauterie y compris les descentes d'eau	ens	1	600 000	600 000
5.2	WC à l'anglaise	u	25	75 000	1 875 000
5.3	Lavabo complet + miroir et tablette en porcelaine	u	15	65 000	975 000
5.4	Porte papier hygiénique	u	49	8 500	416 500
5.5	Regard de visite	u	3	25 000	75 000
5.6	Fosse septique, drain, puisard (100 usagers)	ens	2	850 000	1 700 000
	<b>Total V</b>				<b>5 641 500</b>
<b>VI</b>	<b><u>CARRELAGE-PEINTURE</u></b>				
6.1	Carreaux grés cérame ordinaire appliqué au sol de 30x30	m <sup>2</sup>	1686.53	12 500	21 081 625
6.2	Carreaux faïence 15x20 hauteur 3 m appliqué sur mur toilettes	m <sup>2</sup>	277.86	8 500	2 361 810
6.3	Plinthe en carreaux poli (10x30)	m <sup>2</sup>	135.62	3 500	474 670
6.4	Peinture glycérophthalique sur enduit intérieur	m <sup>2</sup>	2600.00	3 500	9 100 000
	<b>Total VI</b>				<b>33 018 105</b>
<b>VII</b>	<b><u>PROTECTION INCENDIE</u></b>				
7.1	Fourniture et pose d'extincteurs à poudre pulvérisé de 6 litres	u	26	250 000	6 500 000
7.2	Détecteur de fumée	u	40	10 000	400 000
7.3	Bloc autonome d'éclairage et de sécurité 60 ml	u	71	80 000	5 680 000
	<b>Total VII</b>				<b>12 580 000</b>
	<b>TOTAL HTVA</b>				<b>262 165 995</b>
	<b>TVA 18%</b>				<b>47 189 879.1</b>
	<b>TOTAL GENERAL TTC</b>				<b>309 355 874</b>