

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	i
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES ANNEXES.....	x
LISTE DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS	xi
INTRODUCTION	1
Partie I : ENVIRONNEMENT DU PROJET	1
Chapitre 1. ETUDE PRELIMILAIRE	2
I. Contexte du site	2
II. Justification et faisabilité du projet	7
Chapitre 2. ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DE LA VILLE D'ANTANANARIVO	8
I. Démographie.....	8
II. Équipements sociaux	10
III. Activités économiques.....	12
IV. Démographie du site.....	15
Chapitre 3. DESCRIPTION ARCHITECTURALE	20
I. Description du projet.....	20
II. Conditions de conformabilité.....	24
III. Éléments structurels	26
Partie II : ETUDE TECHNIQUE	2
Chapitre 4. PREDIMENSIONNEMENT	29
I. Plancher.....	29
II. Poutre.....	29
III. Poteau	31
IV. Escalier	33
Chapitre 5. DESCENTE DES CHARGES	35
I. Inventaire des charges.....	35
II. Descente des charges	39
Chapitre 6. CALCUL DES STRUCTURES.....	46
I. Choix du portique à étudier.....	46

II. Evaluation des charges	47
1. Calcul des sollicitations.....	50
2. Courbes enveloppes.....	51
Chapitre 7. ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE	54
I. Hypothèses et données pour le calcul en béton armé	54
II. Poutre	60
III. Plancher en dalle pleine.....	69
IV. Poteau	75
Chapitre 8. ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE.....	79
I. Choix du type de fondation	79
II. Etude de la fondation	79
Chapitre 9. ETUDE DES ELEMENTS SECONDAIRES.....	85
I. Assainissement	85
II. Electricité.....	91
Partie III : TECHNOLOGIE DE MISE EN OEUVRE	29
Chapitre 10. LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION	95
I. Granulats.....	95
II. Ciment	96
III. Eau de gâchage.....	96
IV. Adjuvants	96
V. Aciers	96
VI. Briques.....	97
VII. Bois	97
Chapitre 11. MISE EN OEUVRE DES OUVRAGES EN BA	98
I. Le mortier et le béton	98
II. Le coffrage et le décoffrage	100
III. Les armatures pour béton armé.....	102
IV. Coulage du béton	103
Partie IV : EVALUATION FINANCIERE DU PROJET ET ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	95
Chapitre 12. SOUS-DETAIL DE PRIX	105
Chapitre 13. DETAIL QUANTITATIF ET ESTIMATIF	111

Chapitre 14. IMPACT ENVIRONNEMENTAL	117
I. Généralités	117
II. Evaluation des impacts	117
III. Mesures d'atténuation des impacts négatifs.....	120
IV. Mesures d'accompagnement impacts positifs	121
CONCLUSION	122
BIBLIOGRAPHIE	I
ANNEXES	I

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Variation mensuelle de la température à l'année 2016 (°C)</i>	<i>4</i>
<i>Tableau 2 : Evolution mensuelle de la pluviométrie à l'année 2016 (mm)</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 3 : Voici l'évolution mensuelle de la vitesse de vent :</i>	<i>6</i>
<i>Tableau 4 : Effectif de la population dans les 6 arrondissements de la CUA</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 5 : Estimation de la population en 2016 et 2041</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 6 : Nombre d'infrastructures sanitaires publics et privés dans la CUA.....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 7 : Pourcentage des différentes sources d'eau dans la CUA</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 8 : Type de culture, superficie cultivée et destination des produits dans la CUA</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 9 : Extrait du tableau « Les lignes ferroviaires de Madagascar »</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 10 : Etablissements hôteliers à Antananarivo</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 11 : Lieux de villégiature et d'attraction touristique à Antananarivo.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 12 : Répartition de la population des quartiers.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 13 : Répartition de la population par âge et sexe.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 14 : Organisations culturelles et religieuses</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 15 : Eau potable et assainissement.....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 16 : Niveau 1</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 17 : Niveau 2</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 18 : Effectifs des élèves</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 19 : Surface habitable des pièces au sous-sol</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 20 : Surface habitable des pièces au rez-de-chaussée.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 21 : Surface habitable des pièces au 1^{er} étage.....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 22 : Surface habitable des pièces au 2^{ème} étage</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 23 :Prédimensionnement de la hauteur de la poutre isostatique</i>	<i>30</i>
<i>Tableau 24:Prédimensionnement de la hauteur de la poutre continue</i>	<i>30</i>
<i>Tableau 25 :Prédimensionnement de la largeur de la poutre isostatique.....</i>	<i>30</i>
<i>Tableau 26 :Prédimensionnement de la largeur de la poutre continue</i>	<i>30</i>
<i>Tableau 27 : Récapitulation du prédimensionnement de la poutre isostatique.....</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 28 : Récapitulation du prédimensionnement de la poutre continue</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 29 : Tableau résumant les sections des poteaux intérieurs</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 30 : Tableau résumant la section des poteaux de rives</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 31 : Largeur des escaliers</i>	<i>33</i>

Tableau 32 : Prédimensionnement des escaliers	34
Tableau 33 : Valeurs des charges permanentes	35
Tableau 34 : Surcharges d'exploitation des pièces	37
Tableau 35 : Récapitulation des charges permanentes G [daN] des poteaux de la file G	40
Tableau 36 : Récapitulation des surcharges d'exploitations Q [daN] des poteaux de la file G	40
Tableau 37 : Centre de gravité des poteaux	41
Tableau 38 : Moment d'inertie des poteaux	42
Tableau 39 : Moment à équilibrer dans les poteaux	42
Tableau 40 : Efforts horizontaux dus à l'effet du vent dans le portique	42
Tableau 41 : Composante horizontale du séisme	43
Tableau 42 : Descente des charges dues à l'effet du séisme	43
Tableau 43 : Récapitulation des charges sur le poteau $G1$ (daN)	44
Tableau 44 : Récapitulation des charges sur le poteau $G4$ (daN)	45
Tableau 45 : Récapitulation des charges sur le poteau $G6$ (daN)	45
Tableau 46 : Récapitulation des charges sur le poteau $G7$ (daN)	45
Tableau 47 : Evaluation des charges du 1 ^{ère} étage	47
Tableau 48 : Récapitulation des charges verticales et horizontales sur le portique	48
Tableau 49 : Type de section de chaque poutre	63
Tableau 50 : Armatures longitudinales sur les poutres	64
Tableau 51 : Nécessité et nature des armatures d'âme	65
Tableau 52 : Etapes de calcul de la répartition des armatures suivant la méthode de CAQUOT	67
Tableau 53 : Répartition des armatures d'âme sur la poutre BI	67
Tableau 54 : Répartition des armatures d'âme sur la poutre IL	67
Tableau 55 : Répartition des armatures d'âme sur la poutre LS	68
Tableau 56 : Vérification vis-à-vis de la contrainte d'adhérence des barres tendues	68
Tableau 57 : Charges appliquées sur le plancher	70
Tableau 58 : Moments de la dalle isostatique	71
Tableau 59 : Moment unitaire réel sur la dalle à l'ELU	72
Tableau 60 : Moment unitaire réel sur la dalle à l'ELS	72
Tableau 61 : Type de section de la dalle	73
Tableau 62 : Armatures principales de la dalle	73

<i>Tableau 63 : Vérification de la nécessité des armatures d'âme de la dalle</i>	<i>74</i>
<i>Tableau 64 : Elancement des poteaux</i>	<i>75</i>
<i>Tableau 65 : Calcul de la section des armatures longitudinales.....</i>	<i>76</i>
<i>Tableau 66 : Armatures longitudinales des poteaux</i>	<i>77</i>
<i>Tableau 67 : Zone courante</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 68 : Zone de recouvrement</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 69 : Hypothèses de calcul de la fondation</i>	<i>80</i>
<i>Tableau 70 : Dimensionnement de la semelle filante.....</i>	<i>83</i>
<i>Tableau 71 : Armatures de la semelle filante.....</i>	<i>84</i>
<i>Tableau 72 : Diamètres intérieurs minimaux des collecteurs d'appareils.....</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 73 : Diamètres intérieurs des tuyaux de chute d'eaux usées</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 74 : Débits à évacuer de la toiture</i>	<i>87</i>
<i>Tableau 75 : Diamètre des DEP</i>	<i>87</i>
<i>Tableau 76 : Débit total de vidange</i>	<i>88</i>
<i>Tableau 77 : Dimensions de chaque compartiment de la fosse septique</i>	<i>90</i>
<i>Tableau 78 : Caractéristiques des lampes</i>	<i>92</i>
<i>Tableau 79 : Nombre de luminaires dans chaque pièce au R d C.....</i>	<i>94</i>
<i>Tableau 80 : Quantité des matériaux composant le mortier</i>	<i>98</i>
<i>Tableau 81 : Quantité des matériaux composant le béton</i>	<i>99</i>
<i>Tableau 82 : Coefficient de déboursés.....</i>	<i>106</i>
<i>Tableau 83 :Sous-détail de prix de la chape dosée à 400 kg/m³</i>	<i>106</i>
<i>Tableau 84 :Sous-détail de prix du béton dosé à 350 kg/m³.....</i>	<i>107</i>
<i>Tableau 85 :Sous-détail de prix d'enduit dosé à 300 kg/m³</i>	<i>107</i>
<i>Tableau 86 :Sous-détail de prix du béton dosé à 150 kg / m³.....</i>	<i>108</i>
<i>Tableau 87 :Sous-détail de prix de la maçonnerie de briques</i>	<i>108</i>
<i>Tableau 88 :Sous-détail de prix des armatures</i>	<i>109</i>
<i>Tableau 89 : Sous détail de prix des coffrages en bois.....</i>	<i>109</i>
<i>Tableau 90 :Sous-détail de prix de l'hérissonnage</i>	<i>110</i>

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Plan de situation du projet</i>	<i>2</i>
<i>Figure 2: Répartition de la région d'Analamanga</i>	<i>3</i>
<i>Figure 3: Courbe représentative de la variation de la température</i>	<i>4</i>
<i>Figure 4 : Courbe représentative de la pluviométrie</i>	<i>5</i>
<i>Figure 5 : Courbe représentative de la variation de la vitesse du vent</i>	<i>6</i>
<i>Figure 6 : Vue sur la ville et la plaine du Betsimitatatra depuis une des collines d'Antananarivo</i>	<i>7</i>
<i>Figure 7 : Schéma fonctionnel au sous-sol</i>	<i>20</i>
<i>Figure 8 : Schéma fonctionnel au Rez-de-chaussée</i>	<i>21</i>
<i>Figure 9 : Schéma fonctionnel au 1^{er} étage</i>	<i>22</i>
<i>Figure 10 : Schéma fonctionnel au 2^{em} étage</i>	<i>23</i>
<i>Figure 11 : Modèle de vue en plan pour le schéma de calcul</i>	<i>39</i>
<i>Figure 12 : Modèle de vue en coupe pour le schéma de calcul</i>	<i>40</i>
<i>Figure 13 : Distance cumulée de chaque poteau</i>	<i>41</i>
<i>Figure 14 : Position des poteaux par rapport à G</i>	<i>41</i>
<i>Figure 15 : Schémas du portique à étudier</i>	<i>46</i>
<i>Figure 16 : Modélisation des charges à l'ELU sur le portique (kN/m)</i>	<i>49</i>
<i>Figure 17 : Modélisation des charges à l'ELS sur le portique (KN /m)</i>	<i>49</i>
<i>Figure 18 : Cas de charge</i>	<i>50</i>
<i>Figure 19 : Courbe enveloppe des moments fléchissant à l'ELU [KN.m]</i>	<i>52</i>
<i>Figure 20 : Courbe enveloppe des moments fléchissant à l'ELS [KN.m]</i>	<i>53</i>
<i>Figure 21 : Valeurs des moments fléchissant à l'ELU [KN.m]</i>	<i>61</i>
<i>Figure 22 : Valeurs des moments fléchissant à l'ELS [KN.m]</i>	<i>61</i>
<i>Figure 23 : Poutre de section à simple armature</i>	<i>62</i>
<i>Figure 24 : Valeurs des efforts tranchants à l'ELU dans le R d C (kN.m)</i>	<i>64</i>
<i>Figure 25: Moment au centre de la dalle</i>	<i>69</i>
<i>Figure 26 : Dimensions de la semelle</i>	<i>83</i>
<i>Figure 27 : Système de traitement et d'évacuation des eaux (EP, EU et EV)</i>	<i>89</i>
<i>Figure 28 : Mise en œuvre du béton</i>	<i>100</i>
<i>Figure 29 : Réalisation du coffrage</i>	<i>101</i>
<i>Figure 30 : Ferrailage des armatures</i>	<i>102</i>
<i>Figure 31 : Fabrication des cales bétons</i>	<i>103</i>

<i>Figure 32 : Vibration et Coulage</i>	104
<i>Figure 33 : Equipements de Protection Individuelle</i>	121

LISTE DES ANNEXES

ANNEX I. DESCENTE DES CHARGES.....	II
ANNEX II.EVALUATION DES CHARGES SUR LE PORTIQUE	II
ANNEX III.COURBES ENVELOPPES	VII
ANNEX IV.PLANS DE FERRAILLAGE	IX
ANNEX V.SECOND ŒUVRE	XIX
ANNEX VI.DEVIS DESCRIPTIF	XIX
ANNEX VII.PLANNING D'EXECUTION	XXI
ANNEX VIII. PLANS DU PROJET	XXXIII

LISTE DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS

➤ NOTATIONS EN MINUSCULES ROMAINES

a	: Petite dimension d'un poteau
b	: Largeur, grande dimension du poteau
b_o	: Epaisseur brute de l'âme d'une poutre
c	: Enrobage
d	: Hauteur utile
e	: Epaisseur
f_{bu}	: Résistance de calcul en compression à l'ELU
f_e	: Limite d'élasticité de l'acier.
f_{ed}	: Résistance de calcul des aciers à l'ELU
f_{c28}	: Résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours d'âge
f_{t28}	: Résistance caractéristique à la traction du béton à 28 jours d'âge
g	: Largeur de la marche d'escalier;
h	: Hauteur
k	: Coefficient
l	: Largeur ou portée
l_f	: Longueur de flambement
l_o	: Longueur libre
l_s	: Longueur de scellement
l_x	: Plus petite portée d'une dalle
l_y	: Plus grande portée d'une dalle

n : Nombre de niveau

p_u, p_{ser} : Charge

q : Charge variable unitaire

q_d : Pression dynamique

S_t : Espacement

u : Périmètre

x_G : Abscisse du centre de gravité

z : Bras de levier

➤ **NOTATIONS EN MAJUSCULES ROMAINES**

A : Aire d'une section des armatures

B : Aire d'une section de béton

B_r : Section réduite du poteau

C_h : Coefficient de hauteur

C_s : Coefficient de site

C_m : Coefficient de masque

C_1, C_2, C_3 : Conditions

D : Déboursés

E : Module d'élasticité longitudinale

F_i : Charges

G : Charge permanente

H : Hauteur

H_j : Homme jour

I_g : Moment d'inertie

K_1 : Coefficient de déboursés

L : Portée

M : Moment

M_u : Moment de calcul ultime.

M_{max} : Moment fléchissant maximal

N : Effort normal N_u : Effort normal ultime

N_{ser} : Effort normal de service

PU : Prix unitaire

Q : Charge d'exploitation

R : Rendement pour une activité donnée

S : Surface d'influence

S_i : Surface

U : Unité

V : Effort tranchant

W : Action du vent

➤ **NOTATIONS EN MINUSCULES GRECQUES**

a : Coefficient sans dimension, angle d'inclinaison d'un escalier

a_i : Indice de composition

β : Coefficient sans dimension

θ : Coefficient sans dimension.

η : Coefficient de fissuration relatif à une armature.

σ : Contrainte normale en général

σ_s : Contrainte d'élasticité des aciers

σ_{bc} : Contrainte admissible de compression

σ_{bc} : Contrainte de compression du béton

σ_{sol} : Contrainte admissible du sol

- γ_b : Coefficient de sécurité du béton
 γ_s : Coefficient partiel de sécurité
 μ_{bu} : Moment fléchissant agissant réduit à l'ELU
 μ_{lu} : Moment fléchissant limite réduit à l'ELU
 Φ_l : Diamètre longitudinale des armatures
 Φ_t : Diamètre transversale des armatures
 ψ_s : Coefficient de scellement des aciers
 λ : Elancement mécanique d'une pièce comprimée.
 δ : Coefficient de dimension
 τ_u : Contrainte tangente

➤ **ABREVIATIONS**

AFNOR : Association Française de Normalisation

Ar : Ariary

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites

CEM : Cement

ELS : Etat Limite de Service

ELU : Etat Limite Ultime

EP : Eaux Pluviales

EU : Eaux Usées

EV : Eaux Vannes

Fft : Forfaitaire

GCNT : Grave Concassée Non Traité

LNTPB : Laboratoire Nationale des Travaux Publiques et du Bâtiment

TBM : Travaux des Bâtiments à Madagascar

TTC : Toutes Taxes Comprises

TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée



INTRODUCTION

L'économie du pays prend plus d'importance dans la capitale d'où le déplacement de la population vers la zone urbaine. L'expansion démographique et le manque du foncier a fait que l'homme doit toujours construire en hauteur pour des surfaces en plan réduites. Une bonne conception architecturale met en valeur l'image du pays.

A Madagascar, la construction des bâtiments a connu un développement rapide. L'homme doit toujours suivre le progrès et apprendre les nouvelles techniques de construction en améliorant le comportement des structures des bâtiments avec des exigences de performances qui riment souvent avec la modernité.

C'est dans ce contexte que les ingénieurs en Génie-civil interviennent, pour effectuer les calculs en bonne et du forme tout en respectant les exigences du client ou propriétaire. En outre, le confort et la sécurité des usagers sont d'une importance primordiale ainsi une maîtrise parfaite des matériaux utilisés, du comportement de la structure localement ou globalement et de la technique de construction adéquate sont nécessaires.

Le présent travail de mémoire porte sur: « L'ETUDE DE CONSTRUCTION D'UN BATIMENT R+2 AVEC SOUS-SOL A USAGE D'HABITATION »

Pour parvenir à une étude la plus exhaustive possible, notre plan de travail se structurera en quatre grandes parties:

- Une première partie qui concerne l'environnement du projet.
- Une deuxième partie pas des moindres qui consistera en une étude technique du projet.
- Une troisième partie concernant la technologie de mise en œuvre
- La dernière partie, l'évaluation financière du projet et l'étude sur l'impact environnementale.

Les annexes comprenant toutes les notes des différents calculs, des plans d'ensemble, et dessins d'exécution complèteront notre étude qui se réclame tant explicative que complète.

Partie I :

ENVIRONNEMENT DU PROJET

Chapitre 1. ETUDE PRELIMILAIRE

I. Contexte du site

1. Localisation

Le projet de construction se trouve à Ankerana Akadindramamy, dans le cinquième arrondissement de la commune urbaine d'Antananarivo, dans la région d'Analamanga.

La propriété sur laquelle sera implanté le présent projet appartient à un nouveau quartier résidentiel très calme entouré par plusieurs résidences privées.

Elle se trouve à 650 m de la route vers Mahazo et vers Ampasapito appelée « Route de la RN2» mais assez loin de la rue vers Nanisana.

Le plan de situation ci-dessous permet de situer le terrain.

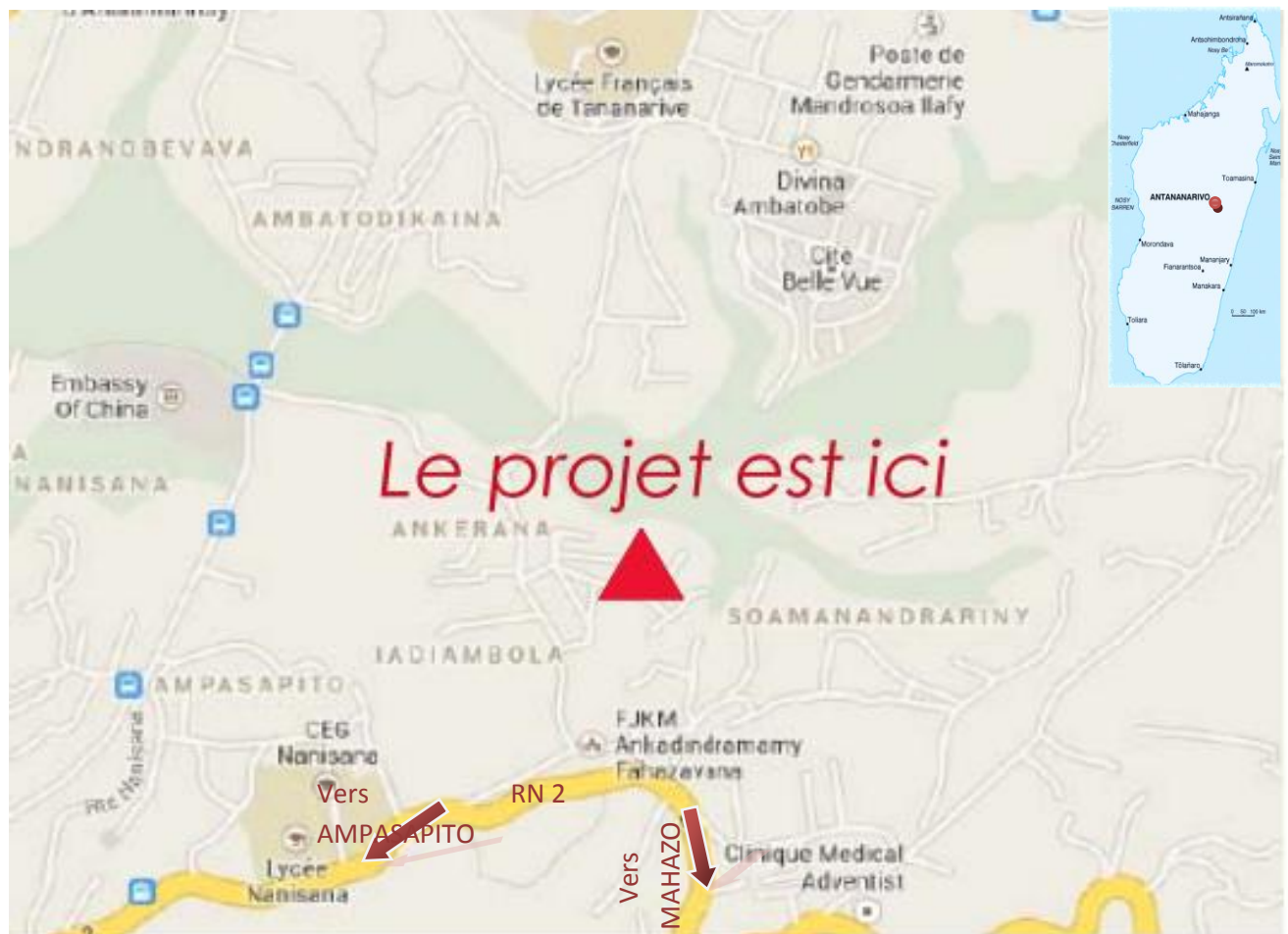


Figure 1: Plan de situation du projet

2. Monographie de la région d'Analamanga

L'impact de ce projet concerne non seulement Ankerana Akadindramamy mais aussi la région d'Analamanga. Notre étude concerne donc cette région.

a. Composition et répartition

La région Analamanga est caractérisée par sa situation de métropole nationale : à la fois capitale de Madagascar et centre politique, administratif et économique du pays. Elle est reliée aux autres provinces par des routes nationales, des lignes de chemin de fer et des liaisons aériennes.

Elle s'étend sur une superficie de 17 464 km², soit environ 3 % de la superficie de Madagascar. Elle contient 134 Communes, 7 Districts périphériques et 6 Districts urbains (Antananarivo Renivohitra).

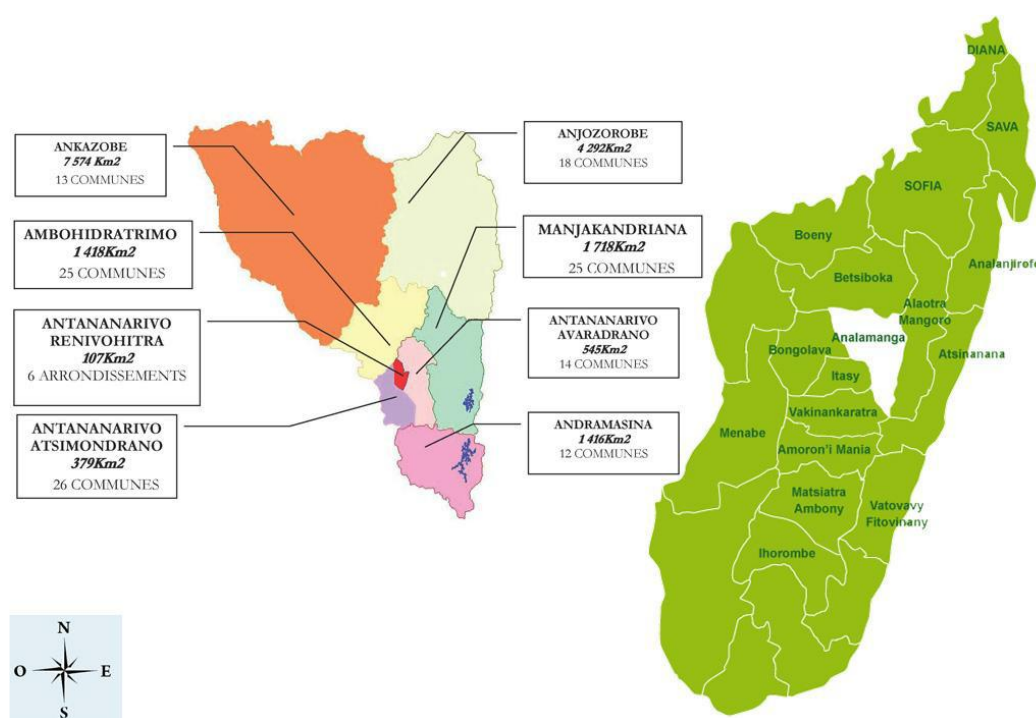


Figure 2: Répartition de la région d'Analamanga

b. Population et activité économique

En 2001, la population d'Antananarivo a été évaluée à 1 689 000 habitants et en 2011 elle est à 2 millions d'habitants. Pourtant, c'est Antananarivo Renivohitra qui englobe la majorité soit environ 30% de cette population.

Les principales activités de cette région sont : rizicole, avicole, piscicole, apicole, artisanale (broderie, soie, vannerie, tissage raphia et rabane, maroquinerie, corne, tannage), touristique (les palais, le Parc zoologique et botanique, les lacs et les musées ...) et industrielle (agro-alimentaire, textile, bois et dérivés, plastique, chimique, pharmaceutique, paramédical,...).

c. Climat et pluviométrie

Antananarivo se situe dans la zone intertropicale, elle est donc caractérisée par un climat tropical d'altitude, divisé en deux saisons bien distinctes :

- Hivers frais et sec : du mois d'Avril à Octobre, de température variant de 10 à 20°C et pouvant quelquefois descendre au-dessous de 10°C;

- Eté moyennement chaud et pluvieux : du mois de Novembre à Mars, de température variant de 20 à 30°C mais pouvant rarement dépasser 30°C :

Tableau 1 : Variation mensuelle de la température à l'année 2016 (°C)

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T°max [°C]	26,8	27	26,9	25,3	20,7	19,1	18,8	21,4	22,4	27,4	27,4	27,6
T°min [°C]	18	18,4	18,6	16,3	13,4	11,3	10,2	11,4	11,4	14,6	16,2	17,2

Source : Direction de la météorologie et de l'hydrographie

Voici une interprétation graphique de ces données de température :

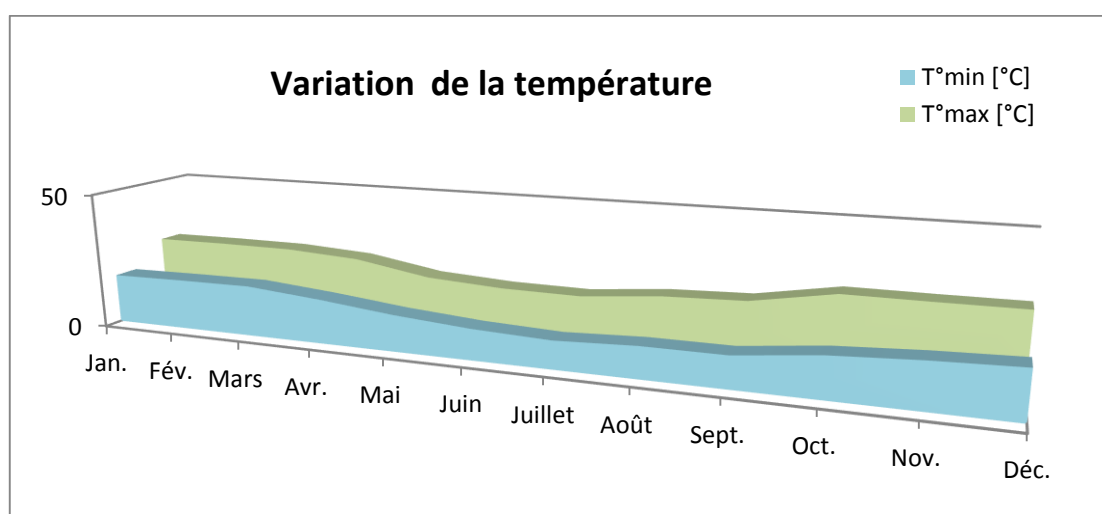


Figure 3: Courbe représentative de la variation de la température

Plus de 80% des pluies tombent durant la saison chaude et pluvieuse, le reste tombe sous forme de brume durant la période fraîche.

L'évolution mensuelle de la pluviométrie durant l'année 2013 est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Evolution mensuelle de la pluviométrie à l'année 2016 (mm)

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluie [mm]	281,1	190,4	163,4	51,9	24,6	8,1	0	0,1	0,1	105,1	223,2	306,2
Nb de jours	17	22	14	5	4	5	0	1	1	8	16	17

Source : Direction de la météorologie et de l'hydrographie

Voici une interprétation graphique de ces données de la pluviométrie :

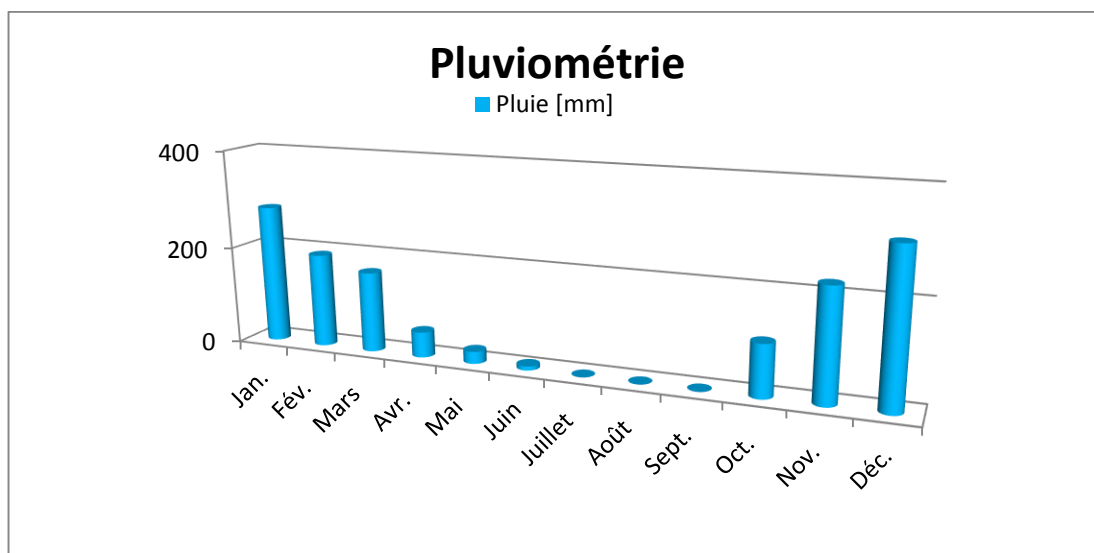


Figure 4 : Courbe représentative de la pluviométrie

d. Vent

Cette région fait partie des zones à faible risque climatique. Les perturbations tropicales qui y ont passé sont rarement redoutables. Quelques-unes causent néanmoins des dégâts considérables sur l'environnement et sur la vie socio-économique dans la région.

Tableau 3 : Voici l'évolution mensuelle de la vitesse de vent :

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Vent moyen [km/h]	6	6	6	5	5	6	6	7	7	7	6	6
Direction	SE/S	SE/S	SE/S	SE/S	SE/S	SE	SE	SE	SE/S	SE/S	E	E
Vent max [km/h]	65	79	94	86	54	58	54	97	58	79	97	65

Voici une interprétation graphique de ces données de la variation de la vitesse du vent:

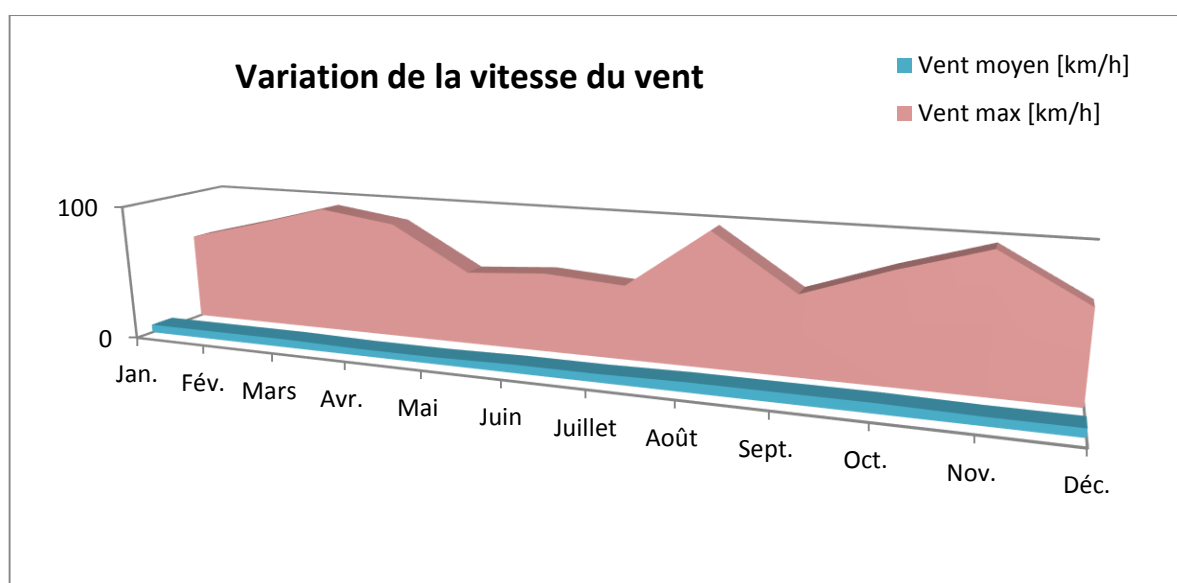


Figure 5 : Courbe représentative de la variation de la vitesse du vent

e. Relief

La région fait partie de ce que l'on appelle les hautes terres par rapport à l'ensemble de l'île. Son relief se distingue par trois ensembles :

- Les Hauts Plateaux, situés au Nord et à l'Ouest et dépassant l'altitude de 1 500 mètres, sont séparés par des vastes vallées drainées par deux fleuves, la Betsiboka et l'Ikopa.
- L'Imerina Centrale, couvrant une superficie de 19.081 km², présente un relief morcelé dont l'altitude varie de 600 à 1 700 m.
- Les plaines se distribuent un peu partout autour des zones habitées. Trois collines rocheuses orientées du Nord au Sud surplombent les plaines environnantes, notamment la plaine du Betsimitatatra.



Figure 6 : Vue sur la ville et la plaine du Betsimitatatra depuis une des collines d'Antananarivo

II. Justification et faisabilité du projet

De nos jours, le domaine de la construction en Génie Civil notamment le bâtiment est l'un des secteurs favorables pour le développement d'un pays aussi bien dans les pays pauvres qu'aux autres pays développés. Aux environs d'Antananarivo, la multiplication des bâtiments se rend à une allure fulgurante et notre projet en fait partie.

Actuellement, plusieurs chantiers de construction d'une villa est en cours si d'autres sont déjà en phase de finition, ce qui rendra la ville en harmonie sur le plan d'urbanisme. Le confort et le système de sécurité optimale incluant les caméras de surveillance. Ainsi, les demandes sont si importantes que les offres n'arrivent pas à suivre.

En effet, pour satisfaire les besoins des usagers au niveau de la qualité, le projet de construction de ce bâtiment est en cours pour qu'il doive répondre strictement aux normes d'habitations.

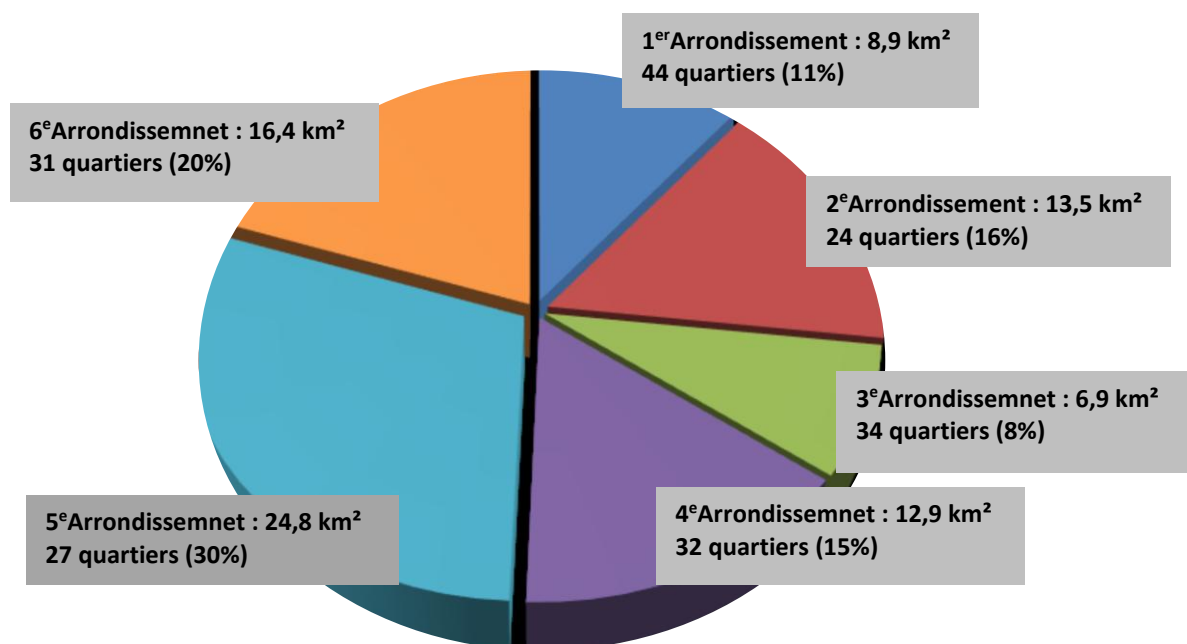
Chapitre 2. ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE DE LA VILLE D'ANTANANARIVO

I. Démographie

Dans toute étude socio-économique, connaître l'effectif de la population dans la zone étudiée est primordial. Le projet ayant pour objectif de donner un apport positif socialement et économiquement pour la Région concernée et plus particulièrement pour la ville d'implantation, des statistiques seront données pour la ville d'Antananarivo. Pour évaluer l'évolution de la population, des projections dans les années à venir seront effectuées à partir de ces données.

1. Bref aperçu des arrondissements dans la CUA

La ville d'Antananarivo ou la CUA occupe une superficie de 83,4 km². Elle est divisée en 6 arrondissements ou Firaiana. Chaque arrondissement est subdivisé en quartier ou Fokontany. Un arrondissement possède un bureau où sont enregistrés tous les actes officiels.



2. Effectif de la population

Les données démographiques citées ci-dessous sont des projections faites par l'INSTAT à partir du Recensement General de la Population et de l'Habitat de 1993 (RGPH 1993). Le dernier recensement officiel à Madagascar date de cette année

Tableau 4 : Effectif de la population dans les 6 arrondissements de la CUA

Districts (Arrondissements)	Population en 2010	Densité au km²
I	266 701	29 799
II	171786	12 719
III	152 648	22 353
IV	228 856	17 734
V	350 870	14 169
VI	125 259	7 621
Total	1 296 120	15 543

Source : INSTAT / RGPH 1993

3. Perspective démographique

Le bâtiment est supposé construit en 2016. Pour analyser l'évolution de la population dans les années à venir, la population de l'année 2016 et de l'année 2041 c'est-à-dire 25 ans après, sera estimée. La formule courante suivante permet de faire une projection du nombre de la population pour une année donnée :

$$P(t) = P(t_0) \cdot (1 + \alpha)^{(t-t_0)}$$

- P(t) : Effectif de la population à estimer à l'année t ;
- P(t₀) : Effectif de la population à l'année t₀ prise comme référence ;
- α : Taux d'accroissement naturel de la population. La valeur moyenne de α est de 2,8 % pour les hautes terres centrales, soit α = 0,028.

Les résultats de l'estimation sont les suivants :

Tableau 5 : Estimation de la population en 2016 et 2041

Districts (Arrondissements)	Population en 2016	Population en 2041
I	314 763	627 785
II	202 743	404 366
III	180 156	359 317
IV	270 098	538 702
V	414 100	825 910
VI	147 832	294 846
Total	1 529 692	3 050 927

Ce résultat permet de constater que le nombre de la population aura doublé en 25 ans. Cela signifie que la demande en logements quel que soit le villa augmentera dans les années à venir, ainsi, il faut envisager une extension de la ville et de nombreuses constructions d'immeubles de grande hauteur seront aussi à prévoir.

II. Équipements sociaux

Les dispositifs de santé, l'approvisionnement en eau potable et les établissements scolaires sont indispensables pour que la population puisse vivre avec un certain confort. Ces éléments font partie ainsi des indicateurs permettant de mesurer le niveau de développement humain de la région.

1. Dispositifs de santé

Antananarivo étant le chef-lieu de la Région Analamanga, les établissements publics et privés sont nombreux dans la Capitale. A cela s'ajoute aussi les dispensaires confessionnels (sœurs, FJKM,...). 77 % des infrastructures sanitaires sont privées.

Le nombre de personnels soignant reste faible avec un ratio de 1 médecin pour 2350 habitants (source : INSTAT/Recensement au niveau des Communes 2003), alors que le ratio est de 1 médecin pour 250 habitants dans les pays européens comme l'Allemagne.

Le nombre d'infrastructures sanitaires publics et privés dans la CUA est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Nombre d'infrastructures sanitaires publics et privés dans la CUA

Formations sanitaires	Publiques	Privées
CSB2	15	99
CHU	7	1
CHD1	2	0
CHD2	0	9

Source : Division SIG

Avec :

CSB2 : Centre de Santé de Base de niveau 2 (avec médecin)

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CHD1 : Centre Hospitalier de District de niveau 1 (pas de chirurgie)

CHD2 : Centre Hospitalier de District de niveau 2 (avec chirurgie)

2. Approvisionnement en eau

L'approvisionnement en eau dans la ville n'est pas encore satisfaisant. Des progrès restent à faire comme approvisionner toute la population en eau courante (domestique) et augmenter le nombre de bornes fontaines, car dans la ville, 75 % de la population utilise encore les bornes fontaines publiques. Le tableau suivant montre les pourcentages des différentes sources qui alimentent la ville :

Tableau 7 : Pourcentage des différentes sources d'eau dans la CUA

Unité : %			
Districts	Eau contrôlée	Electricité	Latrine ou mieux
Analamanga	70,5	40	79,1

Source : INSTAT

3. Secteur éducation

Plus de 22000 établissements sont dénombrés dans toute la Région Analamanga, avec une très forte participation des établissements privés dans la Commune Urbaine

d'Antananarivo. Le taux des enfants scolarisés est de 22,6 % par rapport à la population totale de la Région Analamanga (source : annuaire statistique 2003 2004 MENRES).

La Commune Urbaine d'Antananarivo dispose des centres de formation supérieurs les plus développés à Madagascar, grâce notamment à l'Université d'Antananarivo, et à l'émergence de nombreux établissements de formation supérieurs privés.

III. Activités économiques

1. Secteur primaire

Le riz occupe une très grande partie des surfaces cultivées à Antananarivo. Et même si la production est surtout destinée à l'autoconsommation dans la région, le déficit en production de riz oblige la Région Analamanga entière à importer d'autres régions ou de l'extérieur.

Economiquement, la filière « BOIS » occupe une place importante car Antananarivo Renivohitra est un gros consommateur de bois, dont une grande partie en bois d'énergie.

Tableau 8 : Type de culture, superficie cultivée et destination des produits dans la CUA

	Désignation	Pourcentage (%)
Type de culture	Riziculture	49,4
	Cultures pluviales autres que le riz	12,9
	Cultures maraîchères	29,4
	Culture de contre saison	8,3
Superficie cultivée	Moins 100 m ²	31,4
	100 – 200 m ²	7,8
	Plus de 200 m ²	60,8
Destination des produits	Autoconsommation	52,9
	Vente et Autoconsommation	47,1

Source : Enquête McRAM, 2009

2. Secteur secondaire

La partie « GRAND TANA » occupe une place importante en termes de marché de consommation.

Quatre zones industrielles peuvent être distinguées aux alentours de la Capitale :

- Au Est, sur le long de la RN2 ;
- A Nord - Est, le long de la route d'Ambohimanga Rova et d'Anjozorobe ;
- Du côté d'Ambohijatovo et de la gare Sonerano;
- Au Sud, le long de l'avenue Général Ratsimandrava, le lotissement Forello à Tanjombato.

3. Secteur tertiaire

Comme l'indique une forte dominance des entreprises œuvrant dans le secteur tertiaire est à noter quel que soit le type d'entreprise dans la région. Analamanga est la région où la densité de la population est la plus élevée du pays et le réseau routier le plus important. Cette situation exceptionnelle a facilité les échanges dans la région et a fait développer le secteur tertiaire.

a- Commerce

La ville d'Antananarivo constitue un pôle commercial très important car elle est à la fois un centre de consommation et de distribution.

b- Transport

- Trafic aérien

La Région dispose de l'Aéroport International d'Ivato, une porte d'entrée importante pour les éventuels investisseurs étrangers. Le trafic est destiné autant pour l'interrégional que l'international.

- Trafic ferroviaire

Le transport ferroviaire Malagasy réuni fait 908 km et existe depuis plus d'un siècle (vers 1901). Longtemps mis à l'écart, des projets de renouvellement des anciennes locomotives ainsi que l'amélioration du secteur entier sont en marche depuis quelques années.

Le réseau concernant Antananarivo est résumé dans le tableau ci-après :

Tableau 9 : Extrait du tableau « Les lignes ferroviaires de Madagascar »

Classement par réseau	Longueur [km]
Antananarivo –Ankerana Akadindramamy	3
Antananarivo - Antsirabe (TA)	158
Antananarivo Toamasina (TCE)	376

Source : [15]

- Trafic routier

Bénéficiant de la présence de la Capitale, la Région Analamanga dispose du réseau routier dont la densité est la plus importante du pays. Antananarivo Renivohitra dispose d'un réseau routier de 218,8 km dont 193,3 km est constitué par des routes bitumées et 25,5 km par des routes en pavé.

Le transport dans la région est fortement marqué par la dominance du trafic routier mais les infrastructures sont estimées insuffisantes. De ce fait, des embouteillages sont constatés à toutes les entrées de la ville d'Antananarivo et à l'intérieur de la Commune aux heures de pointe.

c- Tourisme

Antananarivo se présente comme la porte de Madagascar pour les visiteurs, à partir de laquelle se distribuent les flux touristiques régionaux. Les sites touristiques y sont des plus variés. D'autant plus, Antananarivo fait partie des villes possédant les plus grands hôtels du pays, à l'exemple du Carlton à Anosy, l'hôtel 5 étoiles à Ivato, Tour Orange Ankorondrano, ...

Les tableaux suivants montrent les différents établissements hôteliers, les lieux de villégiature et d'attraction touristique:

Tableau 10 : Etablissements hôteliers à Antananarivo

District	Hôtel-Restaurant		Hôtels		Restaurant	
	Nombre	Chambre	Nombre	Chambre	Nombre	Chambre
Antananarivo Renivohitra	110	2211	39	775	175	-

Source : Ministère du Tourisme (2010)

Tableau 11 : Lieux de villégiature et d'attraction touristique à Antananarivo

Localisation	Sites touristiques
Andafiavaratra	Rova Manjakamiadana
Isoraka	Tombeau du Premier Ministre Rainiharo
Amboditsiry	Résidence du Premier Ministre Rainilaiarivony
Antaninarenina	Palais d'Ambohitsorohitra
Anosy	Lac Anosy et son monument aux morts
Mahamasina	Kianja Mahamasina et le Vatomasina
Mandroseza	Lac
Ampamarinana	Rocher
Fiadanana	Lieu de Martyrs
Manjakaray	Grotte zohy Rasalama
Andohalo	Place de la République
-	Maison Jean Laborde
Tsimbazaza	Parc zoologique et botanique
Ambohijatovo	Places et stèles
Avaratr' Ambohitsaina	Mausolée national

Source : Ministère du Tourisme (2010)

IV. Démographie du site

Présentation générale d'Ankerana Akadindramamy

1. Localisation du FOKONTANY

Nous arrivons à présent au cœur de l'implantation de notre bâtiment, qui se trouve dans le Fokontany d'Ankerana Akadindramamy qui s'étend jusqu'à 3.5 km².

La Fokontany d'Ankerana Akadindramamy se trouve dans le district d'Antananarivo – Renivohitra de la région Analamanga et fait partie du 5^{ème} arrondissement

Délimitation géographique du FOKONTANY :

Il est délimité géographiquement par :

- Nanisana
- Ambohidahy
- Soamanandrarinny

- Ambatobe

2. Nombres des populations:

Tableau 12 : Répartition de la population des quartiers

Quartiers	Nbr d'habitants	Nbr électeurs	Superficie (km2)
05	19310	6095	3.5

Source : Monographie Fokontany Ankerana Akadindramamy

Tableau 13 : Répartition de la population par âge et sexe

Age (ans)	0-5	6-17	18-60	+60	Total
Masculin	1.215	5.138	2.712	225	9.290
Féminin	1.348	5.353	3.122	245	10.068

Source : Monographie Fokontany Ankerana Akadindramamy

3. Contexte socio – économique:

Renseignements d'ordre économique:

a. Commerce :

Epiceries : 20

Boucheries : 15

Gargotes : 13

Grossistes : 02

Cyber : 04

Débit d'hygiéniques et alcooliques : 01

Marchés journaliers (légumes, thé, café, fruits ...) : 01

Charbon : 09

Quincaillerie : 05

Bijouterie : 03

b. Industrie et Artisanat :

Coiffures : 06

Garage : 02

Menuiserie : 01

Tailleur : 02

Parking : 12

Tableau 14 : Organisations culturelles et religieuses

Principale Eglises	Nombre Edifices
FJKM	01
Eglises Shine	01
ADVENTISTE	01

Source : Monographie Fokontany Ankerana Akadindramamy

c. Ouvrages hydrauliques :

Borne fontaines : 09

Puits

Adduction d'eau

Tableau 15 : Eau potable et assainissement

Source	Nombre	Observations
JIRAMA	09	Insuffisant au nombre de la population

Source : Monographie Fokontany Ankerana Akadindramamy

d. Energie électrique :

Nombre de poteaux

Nombre d'ampoules

On remarque des coupures de courant assez occasionnel mais qui peut être endommageant pour notre cas de bâtiment qui utilise beaucoup de matériel électrique. Des disponibles sont à prendre dans ce cas et sera abordé dans les études suivant celle-ci.

- Voie de communication :

Route

Ruelles

- Installation communautaire :

WC et Douches : 01

- Transports :

Lignes desservants le Fokontany (bus): 147 D, 141, 194, 163

- Sécurité :

Implantation des Unités : POLICE

- Renseignements d'ordre social :

Educations :

Tableau 16 : Niveau 1

Nbr	NOM	CLASSES	Nbr PROF	Nbr SALLES	CANTINE O/N	POINT D'EAU
1	Valentines	CP1 - CM2	05	05	O	03
1	UNI	PS – MS –GS CP1 – CM2	09	04 05	N	06

Tableau 17 : Niveau 2

Nbr	NOM	CLASSES	Nbr PROF	Nbr SALLES	CANTINE O/N	POINT D'EAU
1	Valentines	6 ^{eme} – 3 ^{eme}	16	10	O	03
1	UNI	6 ^{eme} – 3 ^{eme}	13	16	N	06
1	Les Capucines	-	-	-	-	-
1	Faneva	-	-	-	-	-

Tableau 18 : Effectifs des élèves

Nom de l'établissement	Masculin	Féminin	Total
Valentines	100	84	184
UNI	-	-	-
Les Capucines	-	-	-
Faneva	-	-	-

Chapitre 3. DESCRIPTION ARCHITECTURALE

L'étude architecturale est la conception aussi bien extérieure qu'intérieure d'un projet, fondée sur des considérations pratiques et esthétiques. Tous les éléments qui interviennent dans cette construction sont conçus de façon à satisfaire les besoins des usagers mais aussi de leur donner un maximum de confort, de fonctionnalité et de sécurité afin d'en tirer un réel profit.

Le choix de la forme ainsi que les plans des étages différents a été réalisé surtout au niveau de l'esthétique et rend son aspect plus moderne.

I. Description du projet

1. Caractéristiques générales du bâtiment

Le bâtiment est constitué de quatre niveaux dont deux étages et le rez-de-chaussée et le sous-sol. La hauteur sous-plafond de chaque niveau est variable.

Le bâtiment a une forme rectangulaire de longueur 16.90 m et de largeur 16.62 m. Il occupe donc 280.88 m² de surface, soit 35% de la surface totale du terrain.

2. Distribution des pièces

Chaque niveau présente des pièces dont :

a. Le sous-sol

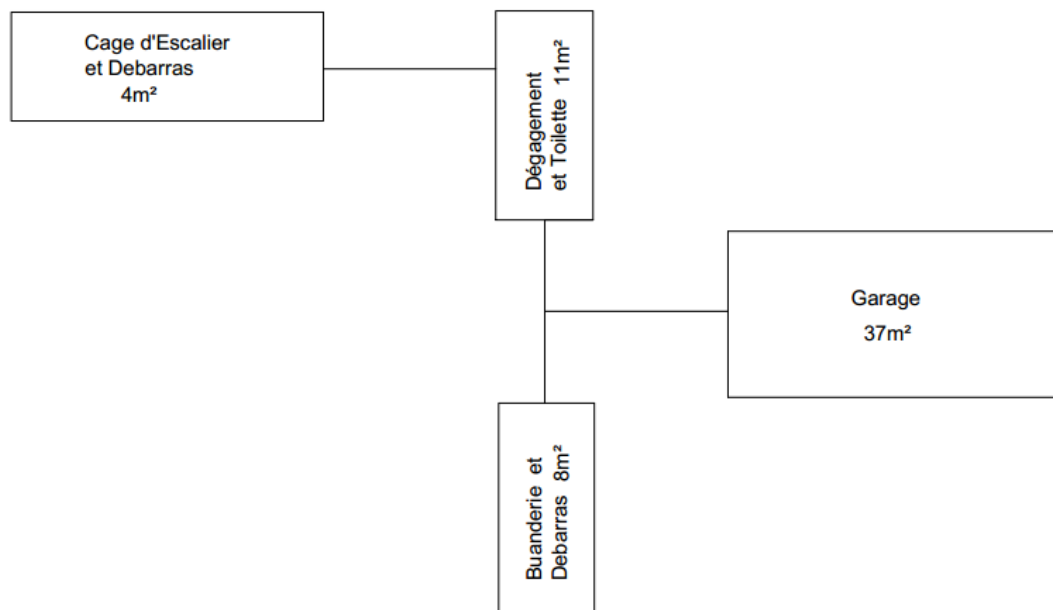


Figure 7 : Schéma fonctionnel au sous-sol

La superficie de chaque pièce est comme suit :

Tableau 19 : Surface habitable des pièces au sous-sol

Désignations	Superficie (m ²)	
Débarras 1	01	4,00
Débarras 1	01	2,00
Garage 2 voitures	01	37,00
Buanderie + Séchoir	01	6,00
Toilette	01	2,00
Escalier	01	10,00
Dégagement	01	9,00

b. Le rez-de-chaussée

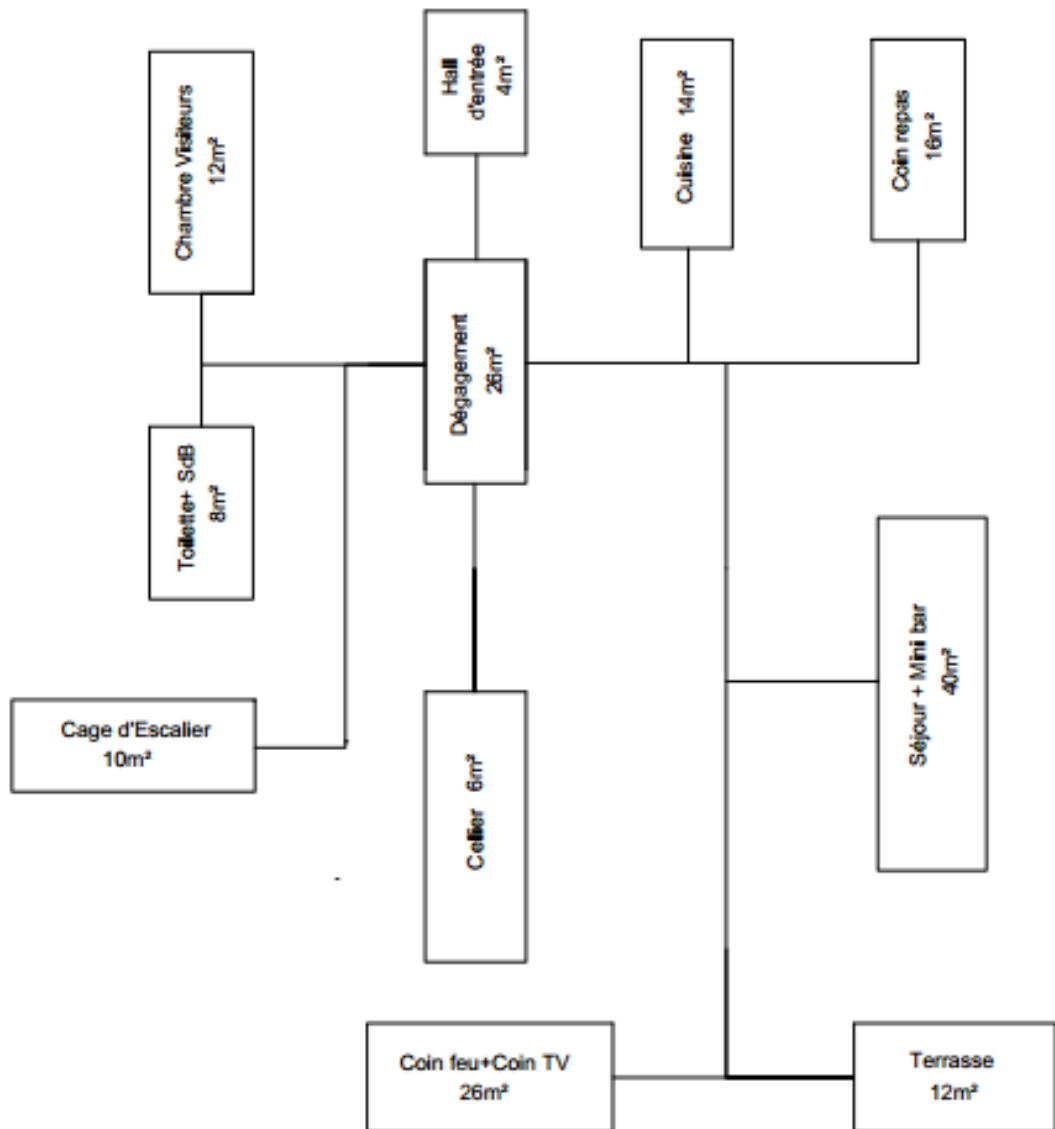
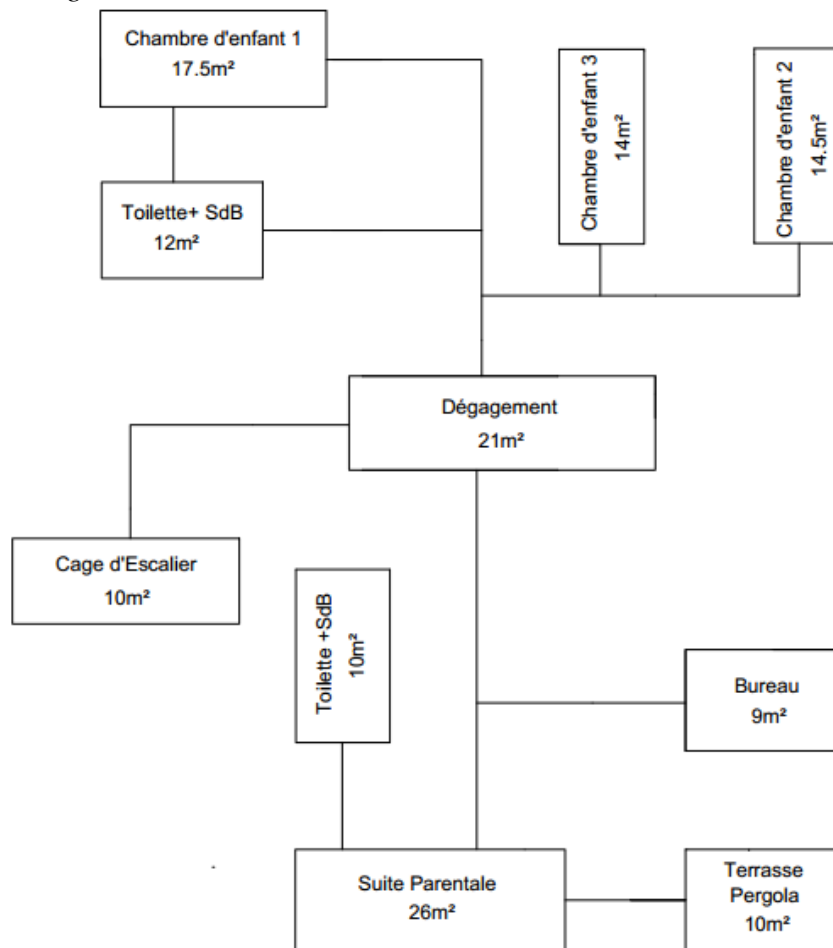


Figure 8 : Schéma fonctionnel au Rez-de-chaussée

La superficie de chaque pièce est présentée par le tableau ci-dessous :

Tableau 20 : Surface habitable des pièces au rez-de-chaussée

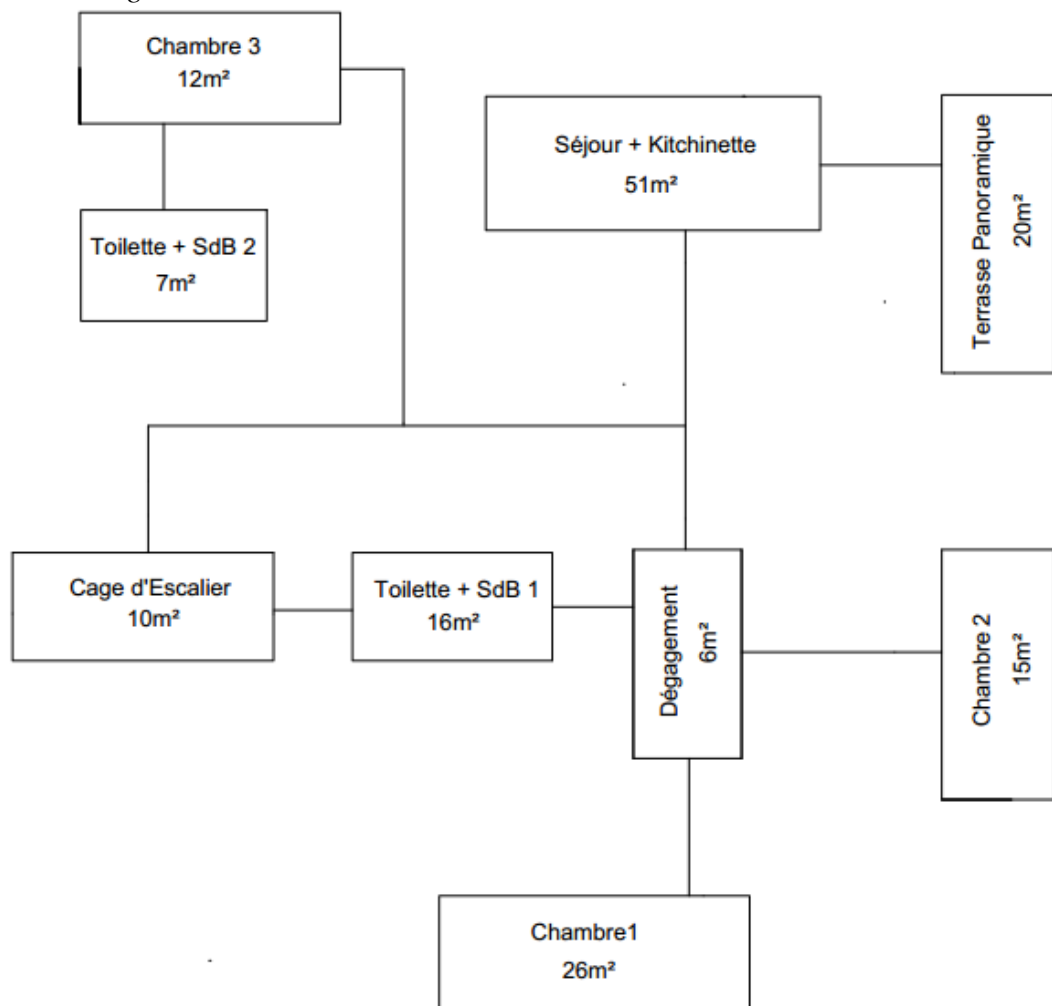
Désignations	Superficie (m ²)	
Séjour + Mini bar	1	40
Coin feu + Coin TV	1	26
Cuisine	1	14
Coin repas	1	16
Chambre Visiteurs	1	12
Toilette + SdB	1	5
	1	3
Cellier	1	6
Hall d'entrée	1	4
Escalier	1	10
Dégagement	1	10
Terrasse	1	12

c. Le 1^{er} étageFigure 9 : Schéma fonctionnel au 1^{er} étage

On va montrer dans le tableau qui suit la superficie de chaque pièce :

Tableau 21 : Surface habitable des pièces au 1^{er} étage

Désignations	Superficie (m ²)	
Suite Parentale	1	26
Chambre d'enfant 1	1	17,5
Chambre d'enfant 2	1	14,5
Chambre d'enfant 3	1	14
Toilette	1	10
	1	5
	1	7
Bureau	1	9
Terrasse Pergola	1	10
Escalier	1	17
Dégagement	1	21

a. Le 2^{em} étageFigure 10 : Schéma fonctionnel au 2^{em} étage

On va présenter sur le tableau suivant la superficie de chaque pièce:

Tableau 22 : Surface habitable des pièces au 2^{ème} étage

Désignations	Superficie (m ²)	
Chambre 1	1	26
Chambre 2	1	15
Chambre 3	1	12
Séjour	1	35
Kitchenette	1	16
Toilette + Sdb 1	1	12
	1	4
Toilette + Sdb 2	1	7
Terrasse Panoramique	1	20
Escalier	1	10
Dégagement	1	6

II. Conditions de conformabilité

1. Orientation et emplacement des pièces

La mise en place des pièces paraît nécessaire dans l'édification de l'ouvrage de façon technique, esthétique et suivant la norme.

L'entrée principale est orientée vers le Ouest c'est-à-dire vers la route principale ; les chambres sont toujours installées au niveau des façades afin d'obtenir une lumière naturelle tandis que les salles d'eau à l'intérieur du bâtiment.

2. Confort

a. Exigence d'habitabilité

Tous les ouvrages suivant la norme internationale répondent aux exigences d'habitabilité.

b. Exigence thermique.

L'isolation thermique permet de diminuer les échanges de chaleur entre l'intérieur du bâtiment et l'environnement extérieur. Cette isolation doit être pensée en fonction des contraintes climatiques du lieu où se situe le bâtiment.

Pour assurer la libre circulation d'air dans chaque chambre, il faut respecter que le volume d'air.

L'orientation Est-Ouest des parties principales du bâtiment réduit aussi le rayonnement solaire.

Chambre	Volume d'air (m ³)
Parent	16 à 24
Enfant	8 à 12

c. Exigences acoustiques

L'isolation acoustique conditionne également le confort de l'immeuble. En effet, des techniques constructives sont indispensables pour mettre en évidence ce confort, notamment sur les bruits intérieurs et extérieurs.

- Bruits intérieurs

Il s'agit des bruits d'impacts dus aux chocs appliqués à la structure, les bruits d'équipements et les bruits réels (par exemple le voix dans la maison commerciale), les ventilations mécaniques, les voix et la musique.

Les murs intérieurs sont en briques creuses d'épaisseur 22 cm. Grâce aux vides que ce matériau présente à l'intérieur, il y aura la dissipation de la transmission sonore ou pratiquement l'insonorisation.

De haut en bas, le plancher en dalle pleine en béton armé et le plafond possèdent un bon niveau de l'isolation acoustique pour chaque niveau.

De plus, le revêtement du sol en carrelage participera également à la réduction des effets de ces bruits, autant que chambre en parquet.

Les équipements (chauffage, ventilation, ...) choisis sont les moins bruyants possibles ;

Comme notre construction se trouve dans un endroit assez calme, les murs de façade assurent l'insolation acoustique.

- Bruits extérieurs

Dans le but de minimiser le bruit, nous allons utiliser des matériaux :

Le mur en briques pleine de 22cm avec enduit de 1,5cm sur chaque face, assurant une bonne isolation du bâtiment concernant les murs de façades et de refends;

Les portes fenêtres avec simple vitrage d'épaisseur 6mm assurent une bonne isolation acoustique.

d. Exigences d'éclairage

L'éclairage naturel est assuré par les ouvertures vitrées de façade. De plus les briques de verre assurent l'éclairage des façades latérales. De plus, la couleur des murs, des plafonds et des revêtements de sol influent grandement sur la répartition de l'éclairage ; ainsi, des couleurs plus claires ont été choisies pour chaque pièce.

Des points lumineux doivent être installés sur chaque pièce, WC, bain, douche, salle d'eau, dégagement ; chambre ; cuisine ...pour un éclairage suffisant la nuit.

e. Sécurité:

La sécurité est l'une des premières exigences auxquelles doivent satisfaire notre bâtiment. Nous allons tenir compte depuis la conception de notre ouvrage les accidents qui peuvent avoir lieu pendant son exécution et son exploitation et prévoir des dispositifs pour éviter, ou au moins pour diminuer, les néfastes conséquences.

III.Éléments structurels

1. Ossature

L'ossature supporte tous les efforts appliqués à la construction (verticaux, horizontaux) et assure la transmission de ces derniers à la fondation. Il peut être métallique, en bois, en mur porteur, en béton précontraint ou en béton armé. Pourtant, notre choix s'oriente toujours dans les cas ayant une propriété résistante mais économique.

L'ossature en bois ou métallique nécessite de traitement et d'entretien durant sa durée de vie ; le mur porteur est résistant mais difficile à adapter à de nouvelles exigences fonctionnelles, le béton précontraint est généralement destiné pour les ouvrages supportant des charges importantes et ayant une grande portée allant jusqu'à 40 m. Ce qui nous semble intéressant donc c'est l'ossature en béton armé, qui est effectivement résistant, économique et facile à mettre en œuvre par rapport aux autres.

2. Toiture

On utilise une tôle en acier galvanisé comme couverture du bâtiment.

Elle a en fait une fonction décorative et de protection contre les intempéries et les agressions extérieures (pluie, sable, poussières). Elle doit donc être isolante puisque la majeure partie des déperditions de chaleur s'effectue sur elle.

3. Plancher

Selon les matériaux employés, il existe trois types de planchers : soit le plancher en bois soit le plancher métallique soit le plancher en béton armé (dalle pleine ou prédalle ou plancher à corps creux)

En tenant compte des critères cités plus haut et de la sécurité contre les incendies, on va choisir d'utiliser la dalle pleine comme plancher du bâtiment.

4. Remplissage

L'élément de remplissage peut être des briques ou des parpaings. Malgré la performance du parpaing à la durée de vie du bâtiment, on choisit d'utiliser les briques pour des raisons économiques mais également de bonne résistance.

5. Soubassement

Il en existe trois sortes :

- Le hérisson : la partie sol du rez-de-chaussée du bâtiment repose directement sur la fondation ;
- Le vide sanitaire : un espace d'au moins 25 cm est conservé entre la fondation et le sol du rez-de-chaussée ;
- Le sous-sol : Mais pour cette construction, on va mettre de vide sanitaire, garage, dégagement, débarras, toilette, escalier, buanderie + séchoir mais on va faire le soubassement en aggloméré et en maçonneries.

6. Escalier

Pour assurer une bonne circulation et éviter les accidents sur les escaliers, on va concevoir un escalier dans chaque étage, dans le coin du bâtiment ; sauf dans le RDC deux escaliers, l'un dans partie centrale, l'autre dans le coin du bâtiment.

Leurs dimensions vont être en fonction de la surface supposée pour leur place : l'un doit être placé sur une surface de 8.80×2.10 (m²).

7. Revêtement

Puisque c'est un milieu agressif, le revêtement convenable est soit un revêtement de chape, soit un revêtement en carreaux et revêtement en parquet.

Mais, au point de vue architectural et durabilité, on va adapter le carreau antidérapant.

CONCLUSION PARTIELLE

L'étude effectuée dans cette première partie nous a permis de présenter le projet et de voir l'architecture du bâtiment afin de concevoir les ouvrages à partir de toutes les données que nous avons déjà pu recueillir. L'étude technique sera l'objet de la partie suivante de notre travail.

Partie II :

ETUDE TECHNIQUE

Chapitre 4. PREDIMENSIONNEMENT

I. Plancher

Pour le calcul de la dalle, on va considérer le cas le plus défavorable. Dans ce cas, prenons le plancher ayant la plus grande surface dont les dimensions sont caractérisées par l_x et L_y où :

- L_x : suivant le sens de la plus petite portée ;
- L_y : suivant le sens de la plus grande portée.

Avec : $l_x = 4.00\text{m}$ et $L_y = 6.86\text{m}$

$\frac{l_x}{l_y} = 0.58 > 0.4$, donc la dalle porte sur deux sens.

Alors, l'épaisseur de la dalle est donnée par la relation :

$$e \geq \sqrt{\frac{L_x \times L_y}{45}} \quad (1)$$

$$\text{AN : } e = \frac{\sqrt{400 \times 686}}{45} = 11.64 \text{ cm}$$

On a donc : $e \geq 11.64\text{cm}$

Prenons $e = 14 \text{ cm}$

Etant donné que le projet est une école, il est nécessaire d'avoir une très bonne isolation phonique pour éviter les bruits causés par les déplacements des tables et les pas des étudiants. Dans ce cas, donc, on va mettre d'isolant dans le plancher pour atténuer ces bruits.

II. Poutre1. Hauteur h

La hauteur de la poutre est obtenue d'après la condition de rigidité ou de non déformabilité qui est caractérisée par la relation :

$$\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} : \text{Poutre isostatique} \quad (2)$$

$$\frac{L}{20} \leq h \leq \frac{L}{16} : \text{Poutre continue} \quad (3)$$

Où : L : portée maximale des poutres ;

h : hauteur de la poutre.

On a donc :

Tableau 23 :Prédimensionnement de la hauteur de la poutre isostatique

Poutre	L (m)	$\frac{L}{15}$	$\frac{L}{10}$	h (m)
longitudinale	6.86	0,46	0,69	0,50
transversale	4.00	0,27	0,40	0,35

Tableau 24:Prédimensionnement de la hauteur de la poutre continue

Poutre	L (m)	$\frac{L}{20}$	$\frac{L}{16}$	h (m)
longitudinale	6.86	0,34	0,42	0,40
transversale	4.00	0,2	0,25	0,25

Prenons : h = 40cm pour toutes les poutres.

2. Largeur b

La largeur b doit vérifier la règle de bonne construction suivante : $0.3h \leq b \leq 0.6h$

Où : h : hauteur de la poutre

b : largeur de la poutre

On a donc :

Tableau 25 :Prédimensionnement de la largeur de la poutre isostatique

Poutre	h (m)	$0,3h$	$0,6h$	b (m)
longitudinale	0,50	0,15	0,30	0,22
transversale	0,35	0,10	0,21	0,21

Tableau 26 :Prédimensionnement de la largeur de la poutre continue

Poutre	h (m)	$0,3h$	$0,6h$	b (m)
longitudinale	0,40	0,12	0,24	0,22
transversale	0,25	0,10	0,15	0,15

Prenons b = 22 cm pour toutes les poutres

3. Récapitulation

Les poutres seront dimensionnées comme suit :

Tableau 27 : Récapitulation du prédimensionnement de la poutre isostatique

Poutre	h (cm)	b (cm)
longitudinale	50	22
transversale	35	22

Tableau 28 : Récapitulation du prédimensionnement de la poutre continue

Poutre	h (cm)	b (cm)
longitudinale	40	22
transversale	25	22

III. Poteau

Pour ce calcul, on va considérer les hypothèses suivantes :

- Les poteaux travaillent en compression simple ;
- Les poteaux ont une section rectangulaire caractérisée par le petit côté « a » et le grand côté « b ».

Il faut alors que la condition de non flambement soit vérifiée.

Puisqu'il s'agit d'un poteau à section rectangulaire, donc : $\frac{l_f}{a} \leq 14.4$ (4)

Où : l_f : Longueur de flambement telle que $l_f = 0,7 l_0$ (poteau encasté à sa fondation)

Comme $l_0 = 3,06 \text{ m}$, alors $l_f = 2,142 \text{ m}$

D'où : $a \geq \frac{l_f}{14.4}$ (5)

$$\text{AN: } a = \frac{214,2}{14.4} = 14.9 \text{ cm}$$

Prenons : $a = 22 \text{ cm}$

On a : $\frac{l_f}{a} < 14.4$, donc la condition de non flambement est vérifiée

Ainsi, la section du poteau est déterminée par la relation suivante :

$$B = a \times b \geq \frac{N}{0.9 \times \sigma_{bc}} \quad (6)$$

Avec :

B : Section du poteau telle que : $B = a \times b$ (section rectangulaire) ;

$$B = \frac{\pi a^2}{4} \text{ (section circulaire)}$$

N : Effort normal de compression supporté par le poteau tel que $N = n \times q \times S$; (7)

σ_{bc} : Contrainte de compression du béton.

On a : $\sigma_{bc} = 14.17 \text{ MPa}$

Avec :

n : nombre de niveau supporté par le poteau ;

q : Charge moyenne supportée par le plancher d'étage, comprise entre 1 à 1.5 T/m^2 ;

S : surface d'influence du poteau (la plus grande section d'un niveau supportée par le poteau) où $S = L \times l$ (8)

D'où :

Tableau 29 : Tableau résumant les sections des poteaux intérieurs

Etage	n	S (m ²)	N(T)	B (m ²)	a (m ²)	Section (cm ²)
R-1	4	17,75	106,5	0,079	0,34	34
RDC	3	17,75	79,9	0,059	0,29	34
R+1	2	17,75	53,3	0,039	0,24	34

Pour faciliter la mise en œuvre, nous allons adopter pour les poteaux intérieurs une même section égale à **34cm**.

De plus, il est intéressant de dimensionner par excès car le béton participe activement à la résistance surtout en compression et par conséquent, cela diminuera le pourcentage d'acier à mettre en œuvre.

Tableau 30 : Tableau résumant la section des poteaux de rives

Etage	n	S (m ²)	N(T)	B (m ²)	a (m ²)	b (m ²)	Section (cm ²)
R-1	4	11,46	68,8	0,049	0,22	0,22	22 x 22
RDC	3	11,46	51,6	0,038	0,22	0,17	22 x 22
R+1	2	11,46	34,4	0,025	0,22	0,12	22 x 22
R+2	1	11,46	13,8	0,010	0,22	0,05	22 x 22

A part de la R-1, nous adoptons une section égale à **22 x 22 cm²** pour les poteaux de rive de niveau supérieur.

IV. Escalier

Pour ce pré dimensionnement, on va déterminer la hauteur de la contre marche, le giron et l'angle d'inclinaison de l'escalier.

Soient :

Tableau 31 : Largeur des escaliers

	Escalier 1	Escalier 2
Nombre de volées	2	2
Jour (m)	0.16	0.16
Emmarchement (m)	1,00	1,00
Largeur du palier de repos (m)	1,08	1,08

H : la hauteur à franchir ;

h : la hauteur de la contre marche ;

g : la largeur de la marche ;

α : l'angle d'inclinaison de l'escalier.

- La hauteur à franchir H = hauteur sous plafond+épaisseur du plancher

Telle que : La hauteur sous plafond = 2,92 m

L'épaisseur du plancher **e** = 0.14 m

- La hauteur h est pratiquement $16.5 \leq h \leq 17.5$ (cm), prenons h = 17 cm

- Le giron g est $25 < g < 32$ (cm) et $2h + g = 60$ à 64 cm (d'après la formule de Blondel)

- L'angle d'inclinaison α est obtenu par : $\tan \alpha = \frac{h}{g}$ (9)

$$AN: g = 64 - (2 \times 17) = 30\text{cm}$$

$$\tan \alpha = \frac{17}{30} = 0.57$$

D'où:

Tableau 32 :Prédimensionnement des escaliers

		Escalier 1	Escalier 2
Hauteur à franchir H (m)		3,06	
Contre marche	Nombre	18 (pour que chaque palier ait 9 contre marche)	
	Hauteur h (cm)	17	
Giron g (cm)		30	
Angle d'inclinaison	Tan α	0,57	
	α (degré)	29,54	

Chapitre 5. DESCENTE DES CHARGES

La descente des charges a pour objectif de calculer les efforts résultant des effets des charges verticales et horizontales sur les éléments porteurs afin de procéder à leur dimensionnement et surtout de la fondation.

Pour ce faire, on commence par le niveau le plus haut et on descend au niveau inférieur et cela jusqu'au niveau le plus bas (les fondations).

I. Inventaire des charges

Le bâtiment est soumis à des actions horizontales et verticales et c'est la fondation qui assure la transmission de ces charges au sol.

On peut en distinguer trois types :

- Actions permanentes ;
- Actions variables ;
- Actions accidentelles.

1. Les actions permanentes

Les charges permanentes représentées par G , sont celles dont l'intensité est constante, ou très peu variable dans le temps.

Elles sont obtenues à partir des dimensions géométriques des éléments et des ouvrages, déduites des plans et du poids volumique des matériaux les constituant

Tableau 33 : Valeurs des charges permanentes

Eléments	Désignation	Unité	Poids unitaire (G)
Toiture	Tôles profil BAC acier	daN/m ²	6
	Charpente en bois	daN/m ²	60
	faux-plafond (en béton)	daN/m ²	132
Sous-total			198
Chéneau	Chéneau en B.A	daN/ml	875
	Etanchéité	daN/ml	50
Sous-total			925
Poutre	BA	daN/m ³	2500
Poteau	BA	daN/m ³	2500
Plancher	dalle pleine	daN/m ²	2500

Eléments	Désignation	Unité	Poids unitaire (G)
	chape + revêtement	daN/m ²	63
	enduit plafond (e= 1cm)	daN/m ²	21
Mur de remplissage	mur en brique cuite (e=22cm)	daN/m ²	445
	enduit extérieur (e= 1cm)	daN/m ²	27
	enduit intérieur (e=1cm)	daN/m ²	27
Sous-total			499
Mur de cloison	Mur en brique cuite (e=12cm)	daN/m ²	240
	enduit extérieur (e= 1cm)	daN/m ²	27
	enduit intérieur (e=1cm)	daN/m ²	27
Sous-total			294
Voile	Voile en BA	daN/m ³	2500
Escalier	BA	daN/m ²	590
	Bois	daN/m ²	465
Sous-total			1055
Longrine	BA	daN/m ³	2500

2. Les actions variables

Les charges variables sont celles dont l'intensité varie fréquemment.

Les charges variables comprennent :

- Les surcharges d'exploitation ;
- Les charges climatiques.

a. *Les surcharges d'exploitation*

Elles résultent de l'utilisation et de l'exploitation de l'ouvrage. Elles sont fixées par des règlements ou des normes en vigueur.

Selon la norme française P 06-001 de l'AFNOR, on a :

Tableau 34 : Surcharges d'exploitation des pièces

Désignation		Charges daN/m ²
Chambre		200
Terrasse du balcon		350
Séjour		175
Bains		175
Couloir		400
Toilette		175
Kitchenette		250
Toiture	Terrasse étage technique	100
	Eau	100
	Poussière	20
	Total toiture	220

b. Les charges climatiques

Les charges climatiques comprennent : les effets de la neige S_n et les effets du vent W . Elles sont fixées par des textes réglementaires en vigueur.

- Les effets de neige

Malgré la charge statique (dirigée verticalement) entraînée par la neige, elle ne fait pas l'objet de notre calcul parce qu'il n'y a pas de neige à Madagascar.

- Les effets du vent

Madagascar est fréquemment frappé par des cyclones qui peuvent être parfois très dangereux.

Et le vent peut entraîner des effets statiques (dépressions et surpression) sur les éléments extérieurs de la structure et des effets dynamiques qui peuvent se traduire par un phénomène de résonnance.

Pour la suite, donc, on va faire des références sur le Document Technique Unifié « règles NV 65 » pour le calcul des effets du vent.

- La pression dynamique de base q_{10}

Par convention, les pressions dynamiques de base normale et extrême sont celles qui s'exercent à une hauteur de 10 m au-dessus du sol.

Pour Antananarivo, la valeur de cette pression est :

- Vent normal : $q_{10} = 124 \text{ daN/m}^2$

- Vent extrême : $q_{10ex} = 217 \text{ daN/m}^2$

- La pression dynamique de base corrigée q_d

Elle est caractérisée par la formule: $q_d = q_{10} \times C_h \times C_s \times C_m \times \delta$ (10)

Avec :

q_{10} : Pression dynamique de base ;

C_h : Coefficient de hauteur ;

C_s : Coefficient de site ;

C_m : Coefficient de masque ;

δ : Coefficient de dimension.

- Coefficient de hauteur C_h

Pour une construction de hauteur inférieure à 50 m, le coefficient correcteur est défini par la formule

$$C_h = \frac{q_d}{q_{10}} = 2,5 \frac{H+18}{H+60} \quad (11)$$

Dans notre cas, la hauteur du bâtiment $H = 15.84 \text{ m}$

D'où :

$$C_h = 1.12$$

- Coefficient de site C_s

L'effet du site dépend essentiellement de la nature du lieu d'implantation de la construction.

Ce projet se trouve dans une cuvette, il s'agit donc d'un site abrité. Pour cela donc, $C_s=1.0$

- Coefficient de masque C_m

Il n'y a pas d'effet de masque sur cette construction parce qu'elle est non masqué

Donc : $C_m = 1$

- Coefficient de dimension δ

Selon le diagramme N.V. 65 RIII 2, le coefficient de dimension est de $\delta = 0.71$ pour Antananarivo.

$$AN : q_d = 217 \times 1,12 \times 1 \times 1 \times 0.71 = 172.56 \text{ daN/m}^2$$

D'où : La pression dynamique de base corrigée est $q_d = 172.56 \text{ daN/m}^2$

3. Les actions accidentelles

Ces actions sont celles provenant de phénomènes se produisant rarement et avec une faible durée d'application, voire les charges sismiques, les charges thermiques, les autres charges comme vibration due aux machines tournantes, explosion, incendie...

II. Descente des charges

1. Choix du portique à étudier

Pour le calcul de la descente des charges, on va prendre la file la plus chargée. C'est le cas de la file G.

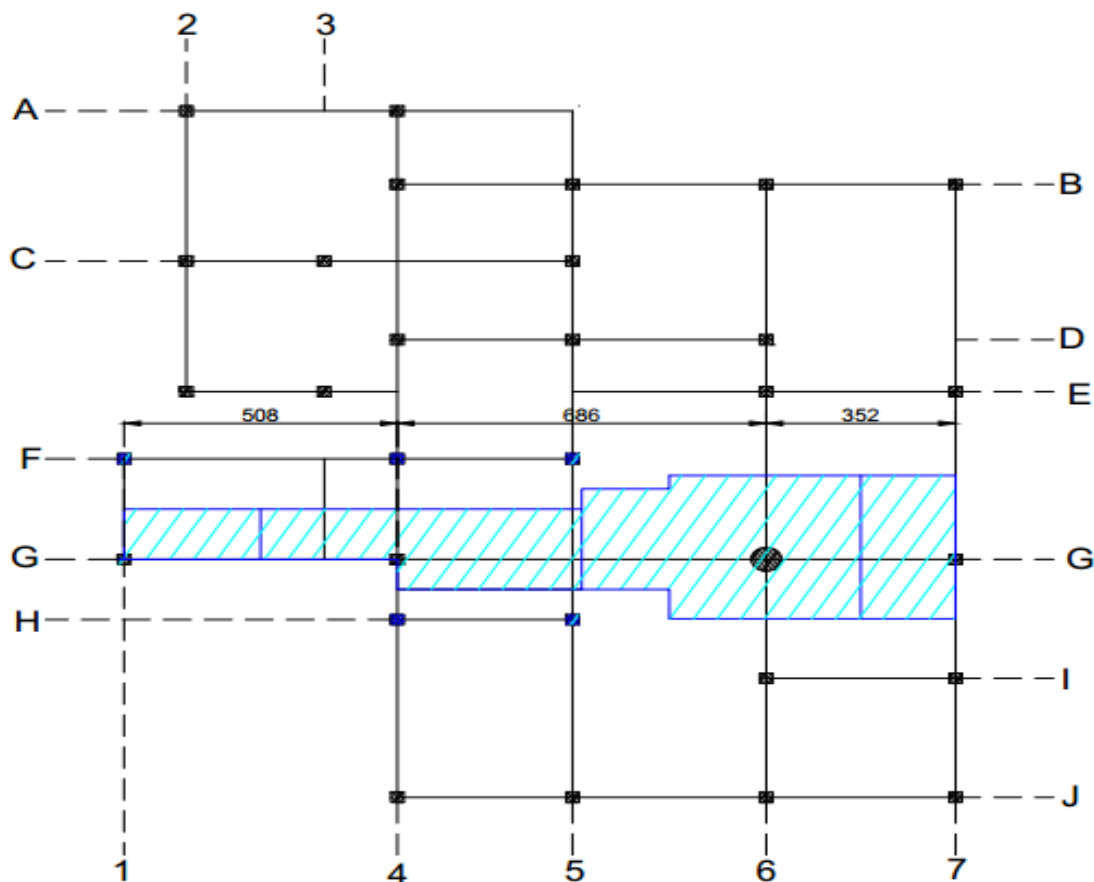


Figure 11 : Modèle de vue en plan pour le schéma de calcul

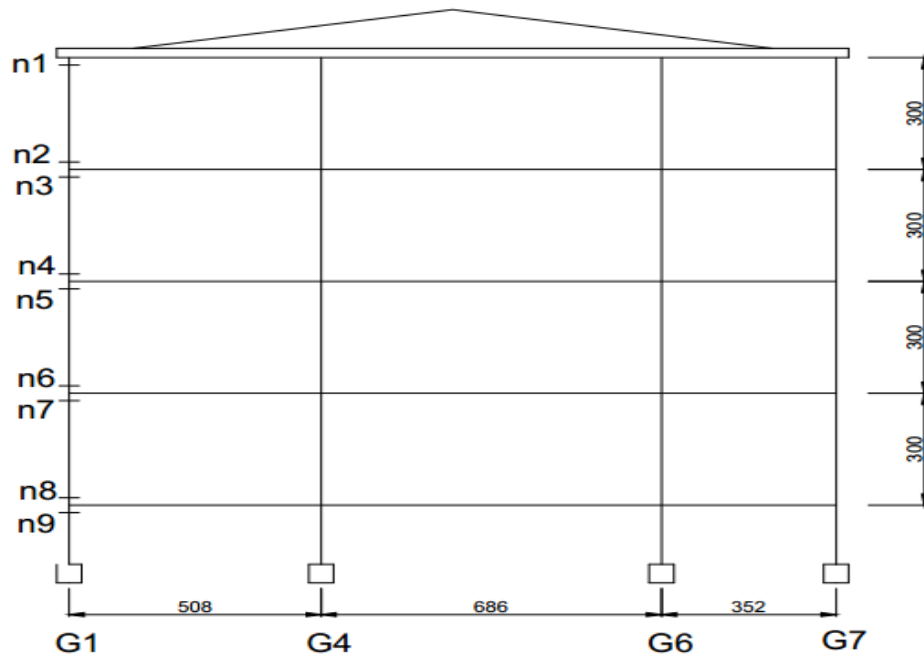


Figure 12 : Modèle de vue en coupe pour le schéma de calcul

2. Descente des charges dues aux charges verticales

On ne va présenter que la descente des charges du poteau G1, mais celle du poteau G4, G6 et G7 seront présentées

Tableau 35 : Récapitulation des charges permanentes G [daN] des poteaux de la file G

Niveau	G1	G4	G6	G7
n1	865	1056	1048	594
n2	1168	1540	1048	982
n3	5388	13029	28180	9074
n4	5739	13380	28863	9425
n5	12448	22366	33893	12116
n6	12860	22778	34696	12529
n7	19569	34500	44316	20582
n8	19939	36183	45036	20952
n9	28798	48539	64913	26574

Tableau 36 : Récapitulation des surcharges d'exploitations Q [daN] des poteaux de la file G

Niveau	G1	G4	G6	G7
N1 et N2	610	2292	3550	1204
N3 et N4	1449	5444	8431	2860
N5 et N6	2227	8366	12958	4395
N7 et N8	2943	11059	17129	5809
N9	3538	13294	20590	6983

3. Descente des charges dues aux charges horizontales

a. Centre de gravité x_g

Par définition, le centre de gravité : $x_g = \frac{\sum (x_i \times S_i)}{\sum S_i}$ (12)

Avec :

x_i : la distance cumulée de chaque poteau (m) ;

S_i : la section de chaque poteau.

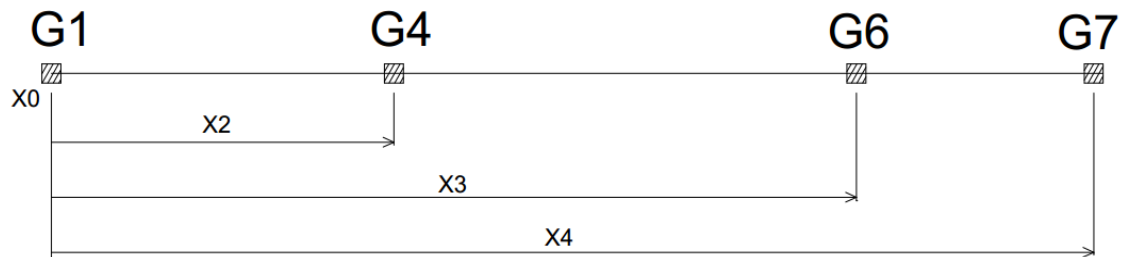


Figure 13 : Distance cumulée de chaque poteau

Tableau 37 : Centre de gravité des poteaux

Niveau	X_i				S_i				X_g (m)
	X_1	X_2	X_3	X_4	S_1	S_2	S_3	S_4	
Tous les niveaux	0.00	5.08	11.94	15.46	0.05	0.05	0.09	0.05	8.76

b. Moment quadratique

Le moment d'inertie est défini par la formule :

$$I_g = \sum (S_i \times d_i^2) \quad (13)$$

Avec :

d_i : La position des poteaux par rapport au centre de gravité x_g .

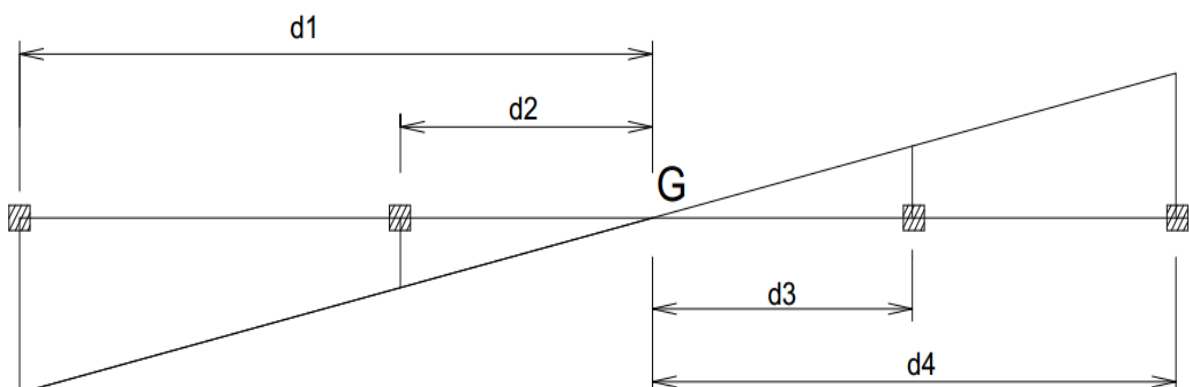


Figure 14 : Position des poteaux par rapport à G

Tableau 38 : Moment d'inertie des poteaux

Niveau	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	I _g (m ⁴)
Tous les niveaux	8.79	3.73	3.13	6.65	7.44

c. Descente des charges

Le moment à équilibrer dans les poteaux est défini par la relation: $M_i = F_i \cdot z_i$ (14)

Avec :

F : la résultante des efforts horizontaux au-dessus de chaque plancher telle que

$$F = h \times L \times v \quad (15)$$

Z : bras de levier (m).

D'où :

Tableau 39 : Moment à équilibrer dans les poteaux

Niveau	h (m)	L (m)	V (daN/m ²)	F=h.L.V (daN)	$Z=\frac{h}{2}$ (m)	M=F.Z (daN.m)
N1	4,00	3.42	172.56	2360,62	2,00	4721
N2 = N3	6,50	3.42	172.56	3836,01	3,25	12467
N4 = N5	9,40	3.42	172.56	5547,46	4,70	26073
N6 = N7	12,81	3.42	172.56	7559,89	6,41	48421
N8 = N9	15,87	3.42	172.56	9365,76	7,94	74317

Le moment va introduire dans les poteaux des efforts F_i tels que: $F_i = \frac{M}{l} d_i S_i$ (16)

Tableau 40 : Efforts horizontaux dus à l'effet du vent dans le portique

Niveau	G1 (daN)	G4 (daN)	G6 (daN)	G7 (daN)
N1	304	154	0	154
N2 = N3	804	407	0	407
N4 = N5	1490	632	995	1128
N6 = N7	2768	1174	1848	2094
N8 = N9	4248	1803	2837	3214

4. Descente des charges dues aux actions accidentelles

Les efforts résultants des secousses sismiques ont deux composantes : verticale et horizontale. Pourtant, on ne tient compte en général que la composante horizontale,

Telleque : $H = \frac{G}{100}$ (17)

Où :

G : charge permanente des poteaux ;

H : la composante horizontale du séisme telle que

On a :

Tableau 41 : Composante horizontale du séisme

Niveau	G (daN)	$H = \frac{G}{100}$	ΔH (daN)
n1	3563	36	
n2	4737	47	47
n3	55671	557	
n4	57406	574	527
n5	80822	808	
n6	82863	829	255
n7	118967	1190	
n8	122111	1221	392
n9	168825	1688	

Le moment à équilibrer dans les poteaux est : $M_i = dH_i \times z_i$ (18)

Et les efforts horizontaux introduits dans les poteaux sont : $F_i = \frac{M \times S_i \times d_i}{l_g}$ (19)

D'où :

Tableau 42 : Descente des charges dues à l'effet du séisme

Niveau	ΔH (daN)	Z (m)	$M = \Delta H \cdot Z$	F1 (daN)	F4 (daN)	F6 (daN)	F7 (daN)
N1 = N2	47	2,50	118,43	8	4	0	4
N3= N4	527	5,40	2 844,13	163	69	109	123
N5 = N6	255	8,81	2 242,75	128	54	86	97
N7 = N8	392	11,87	4 658,73	266	113	178	201
N9			4 658,73	266	113	178	201

Or, on voit que cet effet de séisme est négligeable face aux autres actions, donc on ne va pas le considérer.

5. Combinaisons d'actions

Selon les règles de BAEL 91 révisées 99, on considère deux combinaisons d'action, selon les catégories d'états limites :

- A l'ELU, on a :

$$1,35 G + 1,5 Q + W \quad (20)$$

- A l'ELS, on a :

$$G + Q + 0,77 W \quad (21)$$

Avec :

G : charge permanente ;

Q : surcharge d'exploitation ;

W : effet du vent.

Les calculs sont faits en admettant que les poutres reposent simplement sur les poteaux. Cette façon sous-estime la charge des poteaux centraux mais surcharge un peu les poteaux de rive. Donc, ces combinaisons d'actions vont être minorées de 10% pour les poteaux voisins des poteaux des rives et majorées de 15% pour les poteaux centraux.

On va récapituler dans les tableaux ci-contre les charges de chaque poteau de la file G:

a. Poteau G1

Tableau 43 : Récapitulation des charges sur le poteau G1 (daN)

Niveau	G	Q	vent (W)	ELU	ELS	0,9ELU	0,9ELS
N1	865	610	304	2 387	1 709	2 149	1 539
N2	1 168	610	804	3 295	2 397	2 966	2 157
N3	5 388	1 449	804	10 251	7 456	9 226	6 710
N4	5 739	1 449	1 490	11 411	8 335	10 270	7 502
N5	12 448	2 227	1 490	21 635	15 822	19 471	14 240
N6	12 860	2 227	2 768	23 469	17 218	21 122	15 496
N7	19 569	2 943	2 768	33 601	24 643	30 241	22 179
N8	19 939	2 943	4 248	35 581	26 153	32 023	23 538
N9	28 798	3 538	4 248	48 433	35 608	43 590	32 047

b. Poteau G4

Tableau 44 : Récapitulation des charges sur le poteau G4 (daN)

Niveau	G	Q	vent (W)	ELU	ELS	1,15ELU	1,15ELS
N1	1 056	2 292	154	5 018	3 467	5 770	3 987
N2	1 540	2 292	407	5 924	4 145	6 812	4 767
N3	13 029	5 444	407	26 161	18 786	30 085	21 604
N4	13 380	5 444	632	26 860	19 310	30 889	22 207
N5	22 366	8 366	632	43 375	31 218	49 881	35 901
N6	22 778	8 366	1 174	44 474	32 048	51 145	36 855
N7	34 500	11 059	1 174	64 338	46 463	73 989	53 433
N8	36 183	11 059	1 803	67 238	48 630	77 324	55 925
N9	48 539	13 294	1 803	87 270	63 220	100 361	72 703

c. Poteau G6

Tableau 45 : Récapitulation des charges sur le poteau G6 (daN)

Niveau	G	Q	vent (W)	ELU	ELS	1,15ELU	1,15ELS
N1	1 048	3 550	0	6 740	4 598	7 751	5 288
N2	1 048	3 550	0	6 740	4 598	7 751	5 288
N3	28 180	8 431	0	50 690	36 611	58 293	42 103
N4	28 863	8 431	995	52 607	38 060	60 498	43 769
N5	33 893	12 958	995	66 187	47 617	76 115	54 759
N6	34 696	12 958	1 848	68 124	49 077	78 343	56 438
N7	44 316	17 129	1 848	87 368	62 868	100 473	72 298
N8	45 036	17 129	2 837	89 329	64 349	102 728	74 002
N9	64 913	20 590	2 837	121 355	87 687	139 558	100 841

d. Poteau G7

Tableau 46 : Récapitulation des charges sur le poteau G7 (daN)

Niveau	G	Q	vent (W)	ELU	ELS	0,9ELU	0,9ELS
N1	594	1 204	154	2 762	1 917	2 486	1 725
N2	982	1 204	407	3 538	2 499	3 184	2 249
N3	9 074	2 860	407	16 946	12 247	15 252	11 022
N4	9 425	2 860	1 128	18 140	13 153	16 326	11 837
N5	12 116	4 395	1 128	24 076	17 379	21 668	15 641
N6	12 529	4 395	2 094	25 600	18 536	23 040	16 682
N7	20 582	5 809	2 094	38 594	28 004	34 734	25 203
N8	20 952	5 809	3 214	40 214	29 236	36 192	26 313
N9	26 574	6 983	3 214	49 564	36 033	44 608	32 429

Chapitre 6. CALCUL DES STRUCTURES

L'étude de portique consiste à déterminer les sollicitations sur le portique dont le but est de vérifier si la structure résistera aux chargements qu'elle supporte.

I. Choix du portique à étudier

On choisit d'étudier le portique central (de file G) du fait qu'il est le plus chargé.

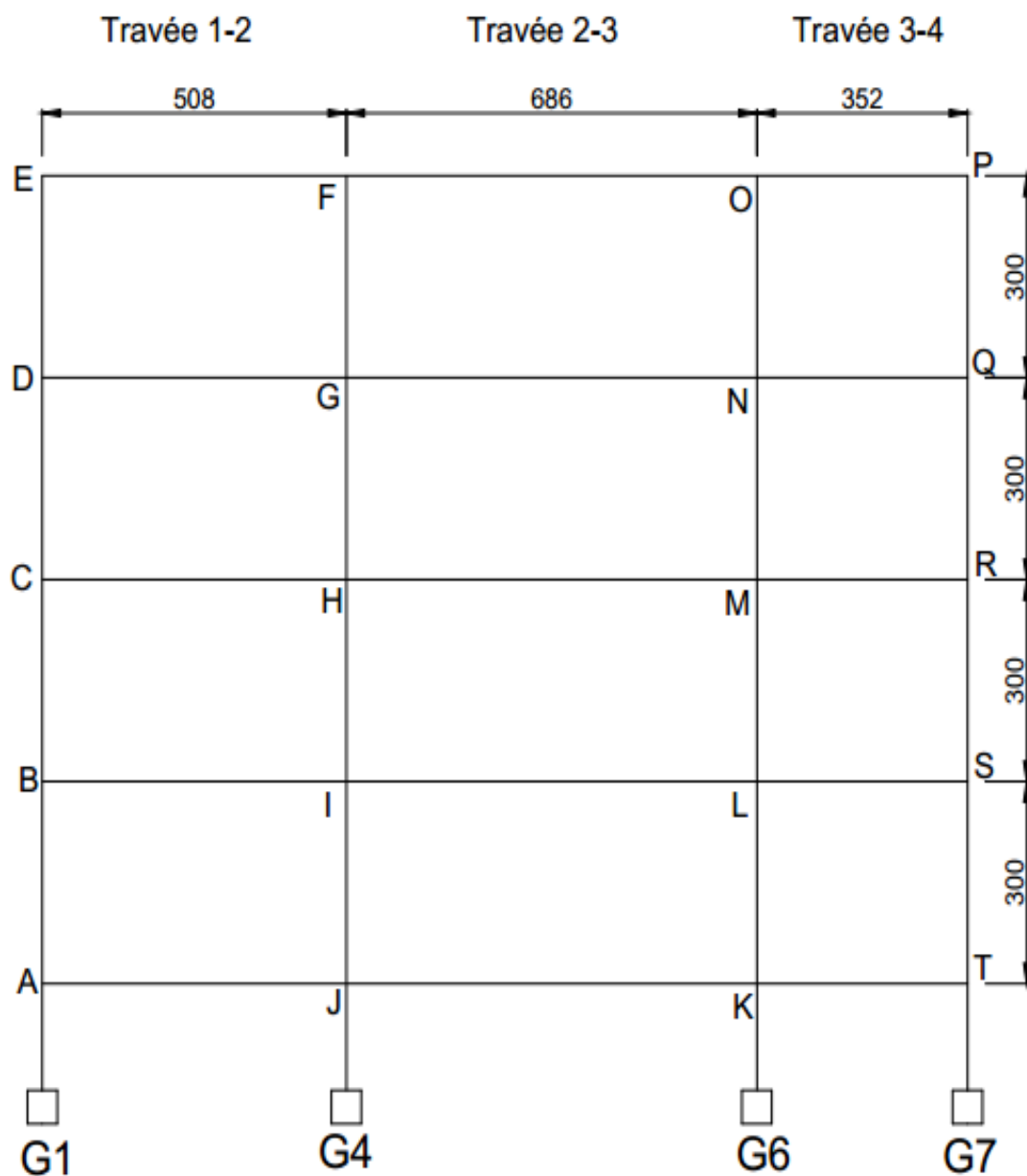


Figure 15 : Schémas du portique à étudier

II. Evaluation des charges

1. Combinaisons d'actions

Les charges vont être considérées aux états limites.

- A l'ELU : $1,35G + 1,5Q + W$

- A l'ELS : $G + Q + 0,77 W$

2. Charges verticales

On ne va présenter que les charges verticales agissantes sur le 1^{ère} étage.

Tableau 47 : Evaluation des charges du 1^{ère} étage

		Dimensions		Poids unitaire (daN/m ²) ou (daN/m ³)		Poids total (daN)		Poids aux états limites (daN)	
Travée	Désignation	S (m ²)	V (m ³)	G	Q	G	Q	qELU	qELS
Travée 1 - 2	Poutre		0,11	2500		275		371	275
	Mur de remplissage	0,70		499		349		472	349
	Escalier	2,45			400		980	1470	980
	Sous-total					624	980	2313	1604
Travée 2-3	Plancher en BA		0,46	2500		1150		1552,5	1150
	poutre		0,11	2500		275		371	275
	Mur de remplissage	2,66		499		1327		1792	1327
	Dégagement	1,12			400		448	672	448
	Toilette+sdb	3,00			100		300	450	300
	Sous-total					2752	748	4838	3500
Travée 3-4	Plancher en BA		0,46	2500		1150		1552,5	1150
	Poutre		0,11	2500		275		371	275
	Mur de remplissage	1,69		499		843		1138	843
	Bureau	3,28		150			492	738	492
	Sous-total					2268	492	3800	2760

3. Charges horizontales

Il s'agit des charges dues au vent.

Par définition : $W = q_d \times l$ (22)

Avec :

q_d : La pression dynamique de base corrigée telle que $q_d = 172.56 \text{ daN/m}^2$;

l : la largeur d'impact du vent telle que $l = 3.42 \text{ m}$

D'où:

$$W = 172.56 \text{ daN/m}^2 = 1.73 \text{ kN/m}^2$$

- A l'ELU: $W = 6.02 \text{ kN/m}$

- A l'ELS: $W = 0.77 \times 6.02 = 4.62 \text{ kN/m}^2$

4. Récapitulation

On va insérer dans un tableau les charges verticales et horizontales agissant sur le portique à étudier :

Tableau 48 : Récapitulation des charges verticales et horizontales sur le portique

Etage	Travée	qELU (kN)	qELS (kN)	W (kN/m ²)	
				ELU	ELS
Toiture	1-2	9.51	6.64	6.02	4.62
	2-3	22.12	15.44		
	3-4	11.35	7.92		
2ème Etage	1-2	19.53	13.64		
	2-3	54.82	39.74		
	3-4	47.00	34.08		
1ère Etage	1-2	19.53	13.64		
	2-3	46.01	33.42		
	3-4	38.00	27.60		
RDC	1-2	19.53	13.64		
	2-3	55.75	40.31		
	3-4	34.00	24.93		

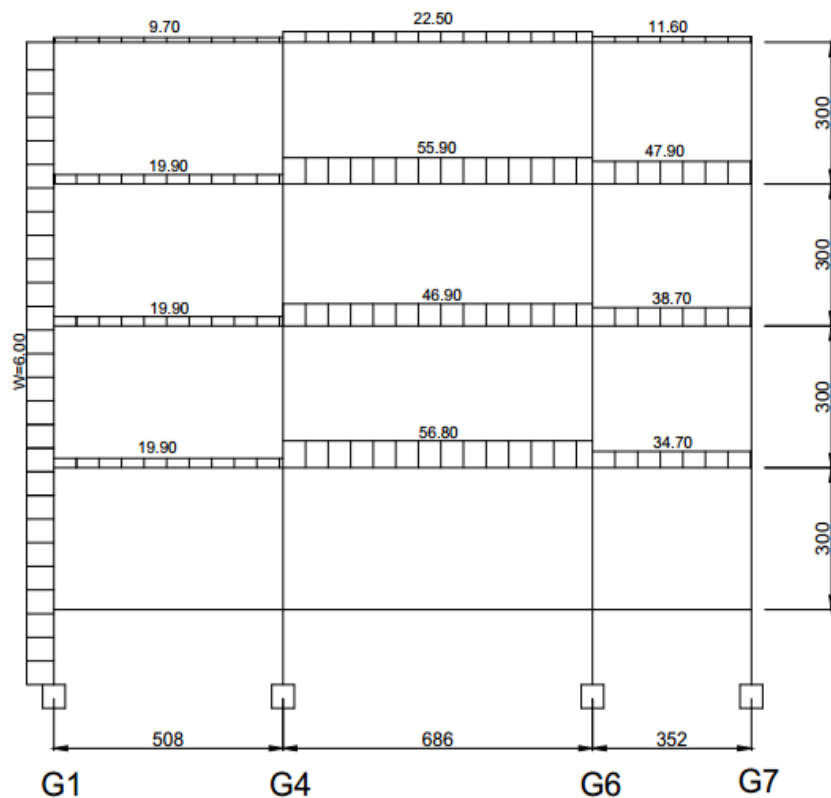


Figure 16 : Modélisation des charges à l'ELU sur le portique (kN/m)

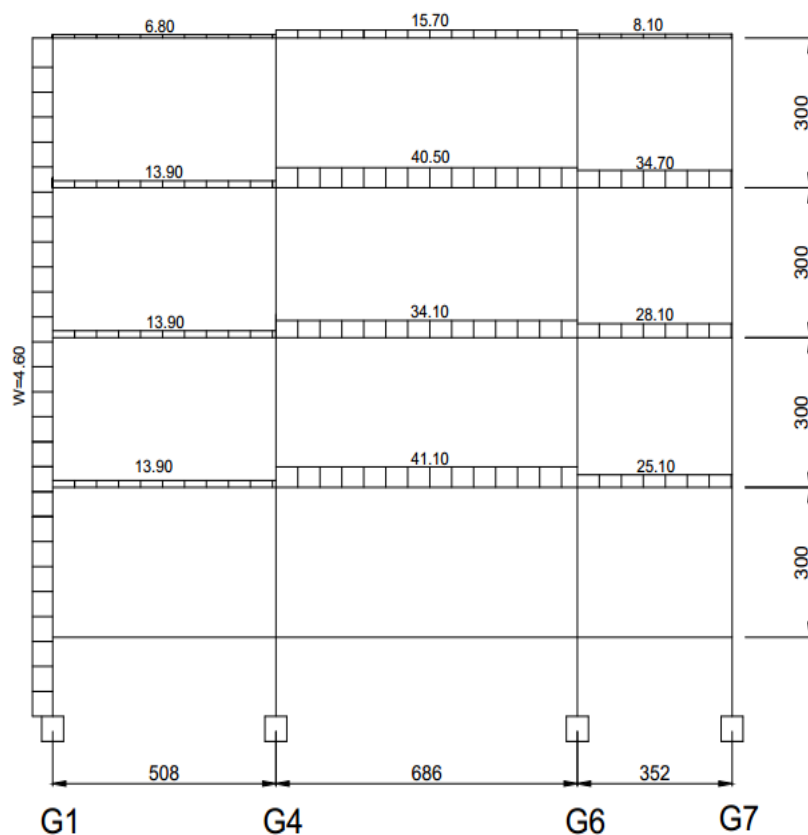


Figure 17 : Modélisation des charges à l'ELS sur le portique (KN /m)

1. Calcul des sollicitations

Parmi les différentes méthodes pouvant utilisées pour la détermination des moments fléchissant et efforts tranchants exercés sur le système, on va choisir celle de CROSS qui est plus pratique pour la construction hyperstatique et par approximations successives, donne des résultats convergents vers la valeur exacte.

Elle consiste à prendre comme valeur approchée du moment cherché le moment qui serait transmis par le nœud aux barres si celles-ci étaient parfaitement encastrées, et à déterminer des corrections qu'il faudrait apporter à ce moment pour obtenir le moment réel. Selon la méthode de CROSS, on suit les étapes suivantes afin d'arriver à la courbe enveloppe:

a. Raideur R des barres

Puisque les poutres sont encastrées à leurs deux extrémités, donc : $R = \frac{I}{L}$ (23)

Avec :

$I = \frac{bh^3}{12}$: Moment d'inertie (section rectangulaire) ; (24)

$I = \frac{\pi D^4}{64}$: Moment d'inertie (section circulaire) ; (25)

L : Longueur de la barre.

b. Coefficient de répartition C_i

Il permet de répartir la somme des moments en un nœud entre les barres qui en dérivent,

tel que : $C_i = \frac{R_i}{\sum R_i}$ (26)

c. Moment d'encastrement parfait

Cela est en fonction de cas de charge sur les barres. Pour notre cas, on a :

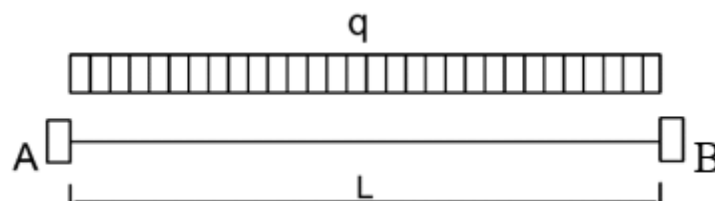


Figure 18 : Cas de charge

Soit AB la barre à considérer, $M_A = + \frac{qL^2}{12}$ (27) et $M_B = - \frac{qL^2}{12}$ (28)

Et au cas où il n'y a pas de charge, $M_i = 0$

d. Moment réel

Le moment réel dans une barre est égale à la somme du moment d'encastrement parfait et les diverses corrections obtenues à chaque tour de nœud.

Tel que, le moment corrigé est égale à : $M_{AB} = - C_{AB} \times M$ (29) et $M_{BA} = \frac{M_{AB}}{2}$ (30)

Où : M : Somme des moments d'encastrement parfait et des moments transmis aux nœuds.

e. Moment en un point x donné

Connaissant la valeur des moments aux appuis de la barre considérée AB, le moment en un point x est obtenu par la formule :

$$M(x) = \mu(x) - M_{AB} + \frac{M_{AB} + M_{BA}}{L \times x} \quad (31)$$

Avec :

$M(x)$: Moment fléchissant au point d'abscisse x;

M_{AB} : Moment transmis par le nœud A à la barre AB;

M_{BA} : Moment transmis par le nœud B à la barre AB;

$\mu(x)$: Moment fléchissant au point d'abscisse x de la poutre droite isostatique, de même portée et supportant les mêmes charges.

f. Effort tranchant

Il est obtenu par la formule : $Tx = \theta + \frac{M_{AB} + M_{BA}}{L}$ (32)

Avec : $\theta = \frac{d\mu}{dx}$: effort tranchant dans la barre droite de même portée reposant sur deux appuis simples et supportant les mêmes charges.

2. Courbes enveloppes

En utilisant la méthode de CROSS, on a les courbes enveloppes des moments fléchissant et des efforts tranchants, des poutres et des poteaux, à l'ELU et à l'ELS.

Ici, on ne va présenter que les courbes enveloppes des moments fléchissant des poutres à l'ELU et à l'ELS. Les autres diagrammes vont être figurés dans l'annexe.

Compte tenu de ces courbes enveloppes, les poutres du 2^{ème} étage sont les plus sollicitées. Donc, notre étude va exécuter suivant ces poutres.

Quant aux poteaux, on va considérer ceux de la file G pour le calcul.

Ces études vont être entamées dans le chapitre suivant.

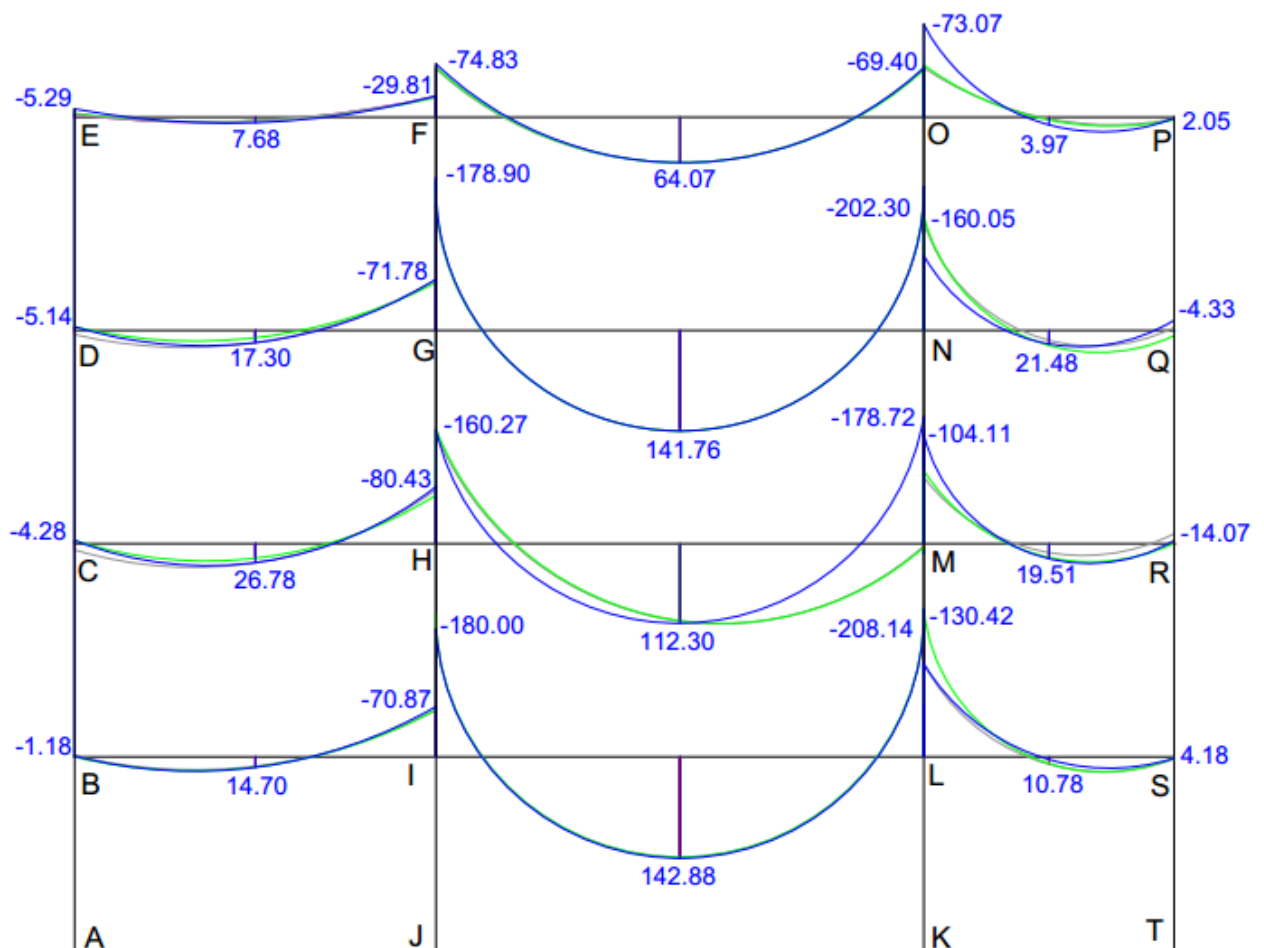


Figure 19 : Courbe enveloppe des moments fléchissant à l'ELU [KN.m]

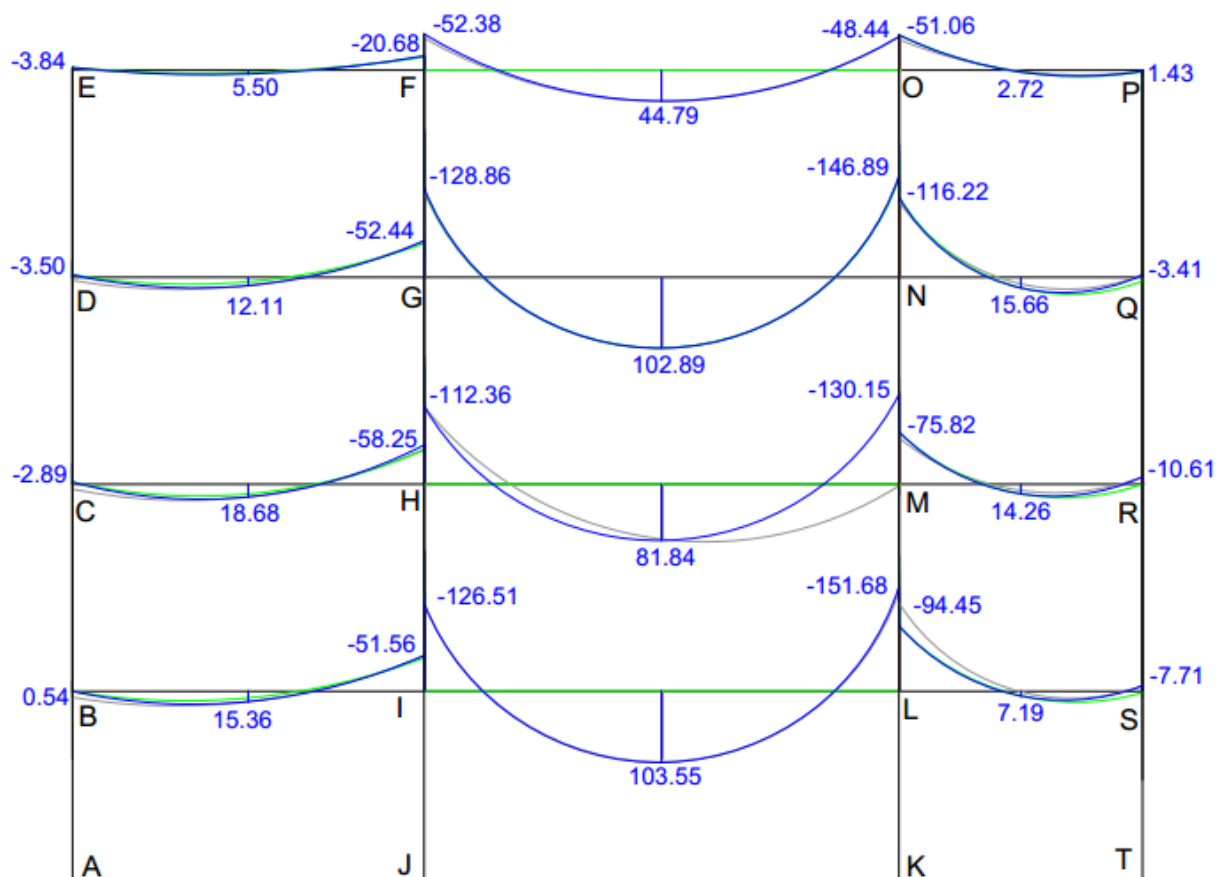


Figure 20 : Courbe enveloppe des moments fléchissant à l'ELS [KN.m]

3. Conclusion

L'objectif de cette partie est de déterminer les différentes sollicitations agissant sur les poteaux et les poutres à l'aide de la méthode de CROSS. Donc le poteau plus chargé sur file G est G6; les poutres les plus sollicitées, ce sont celles de la file G du R d C.

Chapitre 7. ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE

I. Hypothèses et données pour le calcul en béton armé

1. Notions des états limites

Pour les éléments en béton armé dans cette structure, on va appliquer les règles de BAEL 91 révisées 99.

Dans ce cas, on distingue deux états limites pour le calcul d'une section en BA :

- Etat Limite Ultime (ELU) :

Étudie les comportements du béton, l'équilibre statique et la capacité portante maximale qu'un ouvrage peut atteindre. On distingue:

L'état-limite ultime d'équilibre statique qui concerne la stabilité de l'ouvrage ;

L'état-limite de résistance qui concerne le non rupture de l'ouvrage.

- Etat Limite de Service (ELS) :

Il est lié à la condition de déformation excessive, de fissuration excessive et de durabilité de l'ouvrage. Il tient en compte aussi les ouvertures des fissures et la compression du béton. La vérification des contraintes du béton et de l'acier se fait à ELS, et dans le cas où les contraintes ne passent pas on redimensionne la section ; on distingue ainsi :

L'état-limite de service vis-à-vis de la compression du béton : des désordres graves peuvent apparaître dans l'élément ;

L'état-limite de service d'ouverture des fissures : la corrosion des armatures, insuffisamment protégées, compromet la durabilité de l'ouvrage ; des fonctions d'étanchéité ou des critères esthétiques peuvent également ne pas être respectés ;

L'état-limite de service de déformation : des déformations trop importantes de l'ouvrage peuvent créer des désordres : fissuration de cloison ou de carrelages sur une dalle trop fléchie par exemple.

2. Etats d'exposition de la construction ou de l'élément étudié

Selon les conditions et le cas du milieu de la construction, la fissuration peut être :

- La fissuration est considérée comme **Peu Préjudiciable** lorsque :

Les éléments en cause sont situés dans des locaux couverts et clos, non soumis (sauf exceptionnellement et pour de courtes durées) à des condensations ;

Les parements susceptibles d'être fissurés ne sont pas visibles ou ne font pas l'objet de conditions spécifiques concernant l'ouverture des fissures.

- La fissuration est considérée comme **Préjudiciable** lorsque :

Les éléments en cause sont exposés aux intempéries ou à des condensations, ou peuvent être alternativement émergés ou noyés en eau douce (condition acceptée en accord avec le Maître de l'ouvrage) ;

- La fissuration est considérée comme **Très Préjudiciable** lorsque

Les éléments en cause sont exposés à un milieu agressif ou doivent assurer une étanchéité.

3. Caractéristiques du béton:

a. *Résistance caractéristique à la compression à 28 jours d'âges :*

Le béton est dosé à 350 Kg/m³ en utilisant un liant hydraulique (CEM II/A 42.5) mis en œuvre sur chantier dans des conditions de fabrication courantes. Ces conditions nous ont permis de choisir comme résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours de :

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

f_{c28} : Résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours.

b. *Résistance caractéristique à la traction:*

La résistance caractéristique à la traction du béton à 28 jours d'âge est conventionnellement donnée par la formule qui suit :

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} \quad (33)$$

f_{t28} : Résistance caractéristique à la traction du béton à 28 jours d'âges.

Dans ce cas, nous avons $f_{t28} = 2.1 \text{ MPa}$

c. *Résistance de calcul du béton en compression à l'ELU:*

Elle est donnée par la formule :

$$f_{bu} = \frac{0.85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b} \quad (34)$$

Avec :

f_{bu} : Résistance de calcul en compression à l'ELU

θ : Coefficient de température ;

$$\theta = 1 \text{ pour } t > 24h$$

$$\theta = 0.9 \text{ pour } 1h > t > 24h$$

$$\theta = 0.85 \text{ pour } t < 1h$$

t : Durée d'application des charges.

Dans notre cas, on a $\theta = 1$

γ_b : Coefficient de sécurité partiel du béton

$$\gamma_b = 1.5 \text{ pour la combinaison fondamentale}$$

$$\gamma_b = 1.15 \text{ pour la combinaison accidentelle}$$

Ici, nous prendrons comme valeur de γ_b celle de la combinaison fondamentale, c'est-à-dire $\gamma_b = 1.5$

Alors nous avons $f_{bu} = 14.2MPa$

d. *Contrainte admissible de compression $\sigma_{b\bar{c}}$*

La contrainte de compression du béton en service est limitée à une contrainte admissible $\sigma_{b\bar{c}}$ telle que: $\sigma_{bc} \leq \bar{\sigma}_{bc}$

$$\text{Avec :} \quad \bar{\sigma}_{bc} = 0.6 \times f_{c28} \quad (35)$$

Où

σ_{bc} : Contrainte de compression du béton

$\bar{\sigma}_{bc}$: Contrainte de compression admissible du béton ;

f_{c28} : Résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours.

Nous avons $\bar{\sigma}_{bc} = 15MPa$

- Caractéristique des aciers :

Pour le calcul, on utilise des aciers hauts adhérences **E 500**.

Alors, nous avons $f_e = 500MPa$.

$$\sigma_s = f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} \quad (36)$$

Avec :

σ_s : Contrainte de l'acier en service ;

f_{ed} : Résistance de calcul de l'acier à l'ELU ;

f_e : Limite d'élasticité de l'acier ;

γ_s : Coefficient de sécurité partiel.

-1.15 pour combinaison fondamentale

- 1 pour combinaison accidentelle

Dans notre étude, on utilise la combinaison fondamentale. $\gamma_s = 1.15$

Alors, on a $\sigma_s = 435MPa$

On considère une fissuration peu préjudiciable avec un enrobage de 2.5 cm. Dans ce cas, la contrainte de l'acier en service n'est pas limitée.

- Etude de gros œuvre :

Poutre:

Les poutres sont des solides à ligne moyenne droite à section rectangulaire en I. Elles sont souvent posées ou semi-encastées horizontalement avec les poteaux ou murs porteurs. Les effets des moments fléchissant et des efforts tranchants dans les poutres sont grands vis-à-vis des efforts normaux. Par conséquent, elles sont supposées soumises à la flexion simple.

Rôles:

La Poutre a pour rôle de :

Supporter le mur (s'il existe) ;

Supporter les planchers ;

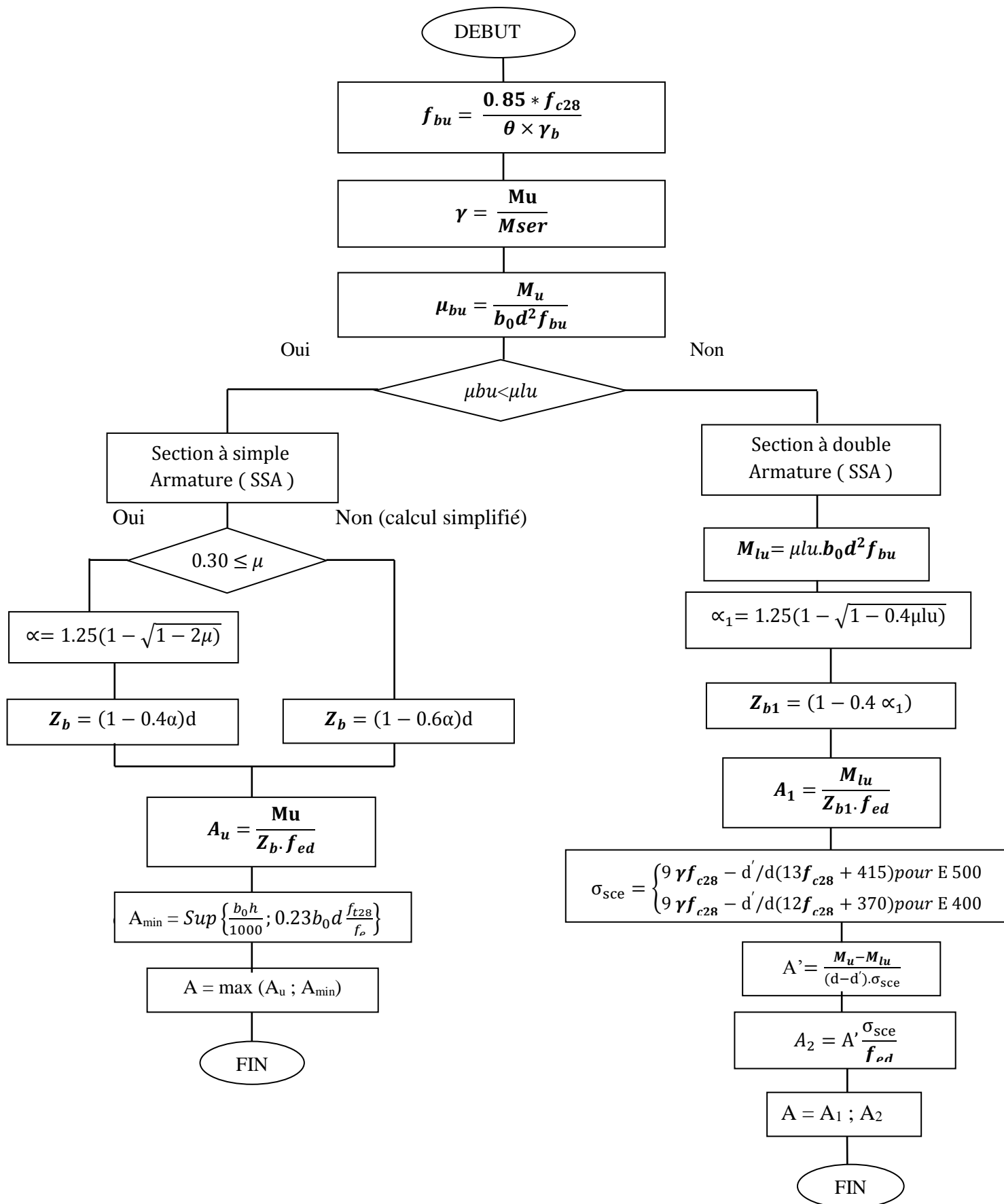
Transmettre les charges aux poteaux ;

Elle participe aussi à la stabilité de la structure.

- Choix de la poutre à étudier :

Les valeurs des sollicitations après calcul nous indiquent que c'est la poutre du premier niveau qui est la plus sollicitée de toutes. Nous allons donc étudier la poutre en question et le calcul des armatures est effectué suivant les règles BAEL91 modifiées 99

4. Organigramme de calcul des éléments soumis en flexion simple a l'ELU



II. Poutre

Les poutres sont des éléments horizontaux porteurs destinés en général à supporter les charges verticales.

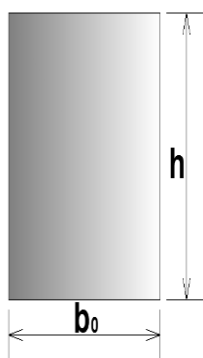
On suppose qu'elles sont soumises à la flexion simple parce que les effets des moments fléchissant et des efforts tranchants dans les poutres sont assez élevés vis-à-vis des efforts normaux.

1. Données de calcul

-La fissuration est considérée comme peu préjudiciable parce que les éléments retenus correspondant au cas défavorable sont situés dans des locaux couverts et clos, le calcul sera donc mené à l'ELU ;

- La poutre a une section rectangulaire définie par :

- $b_0 = 0.22 \text{ m}$
- $h = 0.50$
- $d = 0.45 \text{ m}$



2. Choix de la poutre à étudier

On va étudier les poutres les plus sollicitées, ce sont celles de la file G du R d C

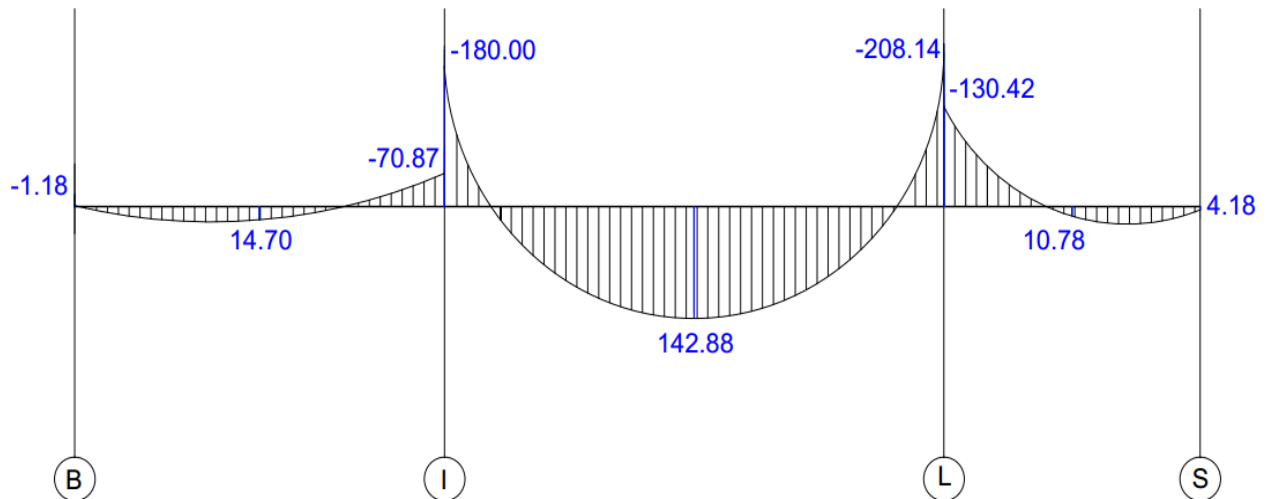


Figure 21 : Valeurs des moments fléchissant à l'ELU [KN.m]

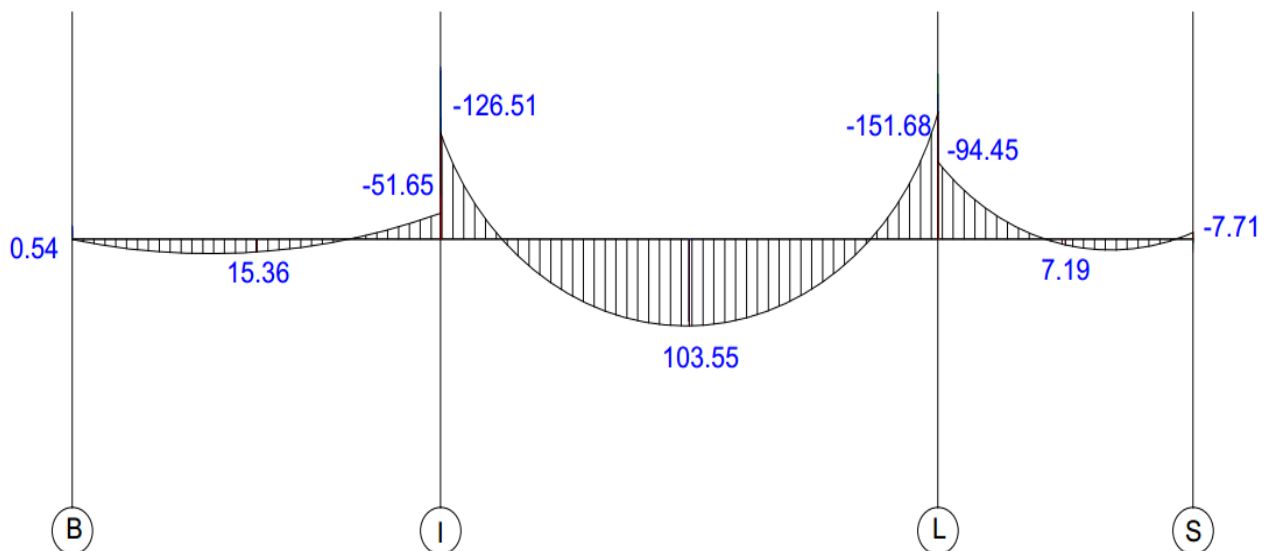


Figure 22 : Valeurs des moments fléchissant à l'ELS [KN.m]

3. Armatures longitudinales:

Pour le calcul des armatures d'une poutre à étudier, la fissuration est peu préjudiciable et les calculs seront déterminés à l'ELU.

Le moment réduit est donné par la relation suivante :

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{b_0 d^2 f_{bu}} \quad (36)$$

Avec d : La distance du centre de gravité des aciers tendus à la fibre la plus comprimée, $d = 0.9h = 0.9 \times 0.50 = 0.45 \text{ m}$ (37)

Ici, $\mu_{lu} = 0.371$ car on utilise des aciers en E 500

Si $\mu_{bu} \leq \mu_{lu}$, on a une Section à Simple Armature.

Si $\mu_{bu} > \mu_{lu}$, alors on a une Section à Double Armature.

Calcul de μ_{bu} sur chaque appui :

Calculons la valeur de μ_{bu} sur l'appui B et la travée BI puis résumons dans un tableau les valeurs des autres appuis et travées.

Sur l'appui B, on a : $M_u = 1.18 \text{ KN.m}$ soit 0.0012 MN.m

$M_{ser} = 0.54 \text{ KN.m}$ soit 0.0005 MN.m

On a : $\mu_{bu} = \frac{0.0012}{0.22 \times 0.45^2 \times 14.2} = 0.019 < \mu_{lu} = 0.371$

Alors la section est simplement armée.

Sur la travée BI, on a : $M_u = 14.70 \text{ KN.m}$ soit 0.015 MN.m

$M_{ser} = 15.36 \text{ KN.m}$ soit 0.015 KN.m

On a : $\mu_{bu} = \frac{0.015}{0.22 \times 0.45^2 \times 14.2} = 0.009 < \mu_{lu} = 0.371$

Alors la section est simplement armée

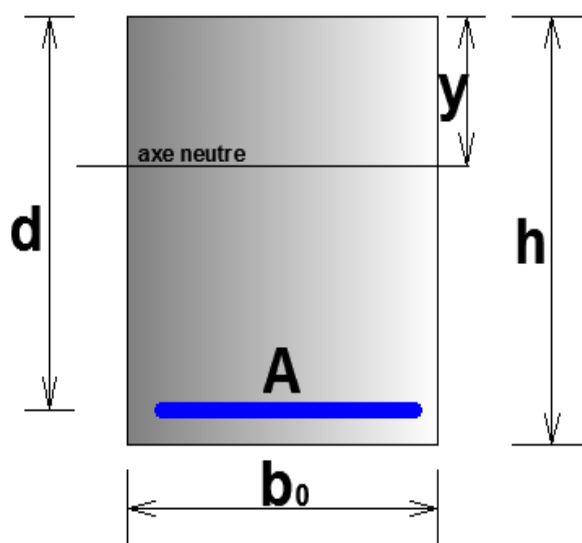


Figure 23 : Poutre de section à simple armature

Tableau 49 : Type de section de chaque poutre

Poutre	B I			I L			L S		
	Gauche	Travée	Droite	Gauche	Travée	Droite	Gauche	Travée	Droite
Mu [MN.m]	0,0012	0,015	0,071	0,180	0,143	0,208	0,13	0,012	0,002
Mser [MN.m]	0,005	0,015	0,051	0,126	0,104	0,152	0,094	0,007	0,008
μ_{bu}	0,002	0,024	0,112	0,285	0,226	0,329	0,205	0,019	0,003
μ_{lu}	0,371								
Sections	$\mu_{bu} < \mu_{lu}$: SSA								

Pour les sections simplement armées, on prévoit des armatures de montage dans la partie comprimée pour assurer une bonne fixation des armatures transversales lors du ferrailage.

- Section à Simple Armature (SSA):

La section à simple armature consiste à calculer les armatures de la section considérée sans tenir compte des armatures comprimées.

On a:

$$A_u = \frac{M_u}{z_b \times f_{ed}} \quad (38)$$

Avec : $-A_u$: La section des armatures longitudinales (tendues)

- M_u : Le moment à l'ELU

- Z_b : Le bras de levier de l'effort de compression.

Où : $Z_b = d (1 - 0.4\alpha)$ si $0.30 \leq \mu_{bu} \leq \mu_{lu}$ (39)

$$\text{Avec } \alpha = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}) \quad (40)$$

$$Z_b = d (1 - 0.6\mu_{bu}) \text{ si } \mu_{bu} < 0.30 \quad (41)$$

Condition de non fragilité :

$$A \geq A_{min}$$

L'armature longitudinale est déterminée en choisissant le maximum de A_u et A_{min} c'est-à-dire :

$$A = \max (A_u ; A_{min})$$

$$\text{Avec } A_{\min} = \text{Sup} \left\{ \frac{b_0 h}{1000}; 0.23 b_0 d \frac{f_{t28}}{f_e} \right\} \quad (42)$$

Tableau 50 : Armatures longitudinales sur les poutres

Poutre	B I			I L			L S		
	Gauche	Travée	Droite	Gauche	Travée	Droite	Gauche	Travée	Droite
Au (cm²)	0,06	0,78	3,68	9,34	7,42	10,79	6,74	0,62	0,10
Amin (cm²)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
A [cm²]	0,96	0,96	3,68	9,34	7,42	10,79	6,74	0,62	0,10
Choix d'armatures	3HA 8	3 HA 8	3 HA 16 + 3 HA 14	3 HA 14 + 3 HA 12	3 HA 16 + 3 HA 16	3 HA 16 + 3 HA 16	3 HA 8	3 HA 8	3 HA 8
	1,5	1,5	10,65	8,01	11,59	11,59	1,5	1,5	1,5

4. Armatures d'âmes:

L'espacement des armatures d'âme est en fonction de l'importance de l'intensité des efforts tranchants.

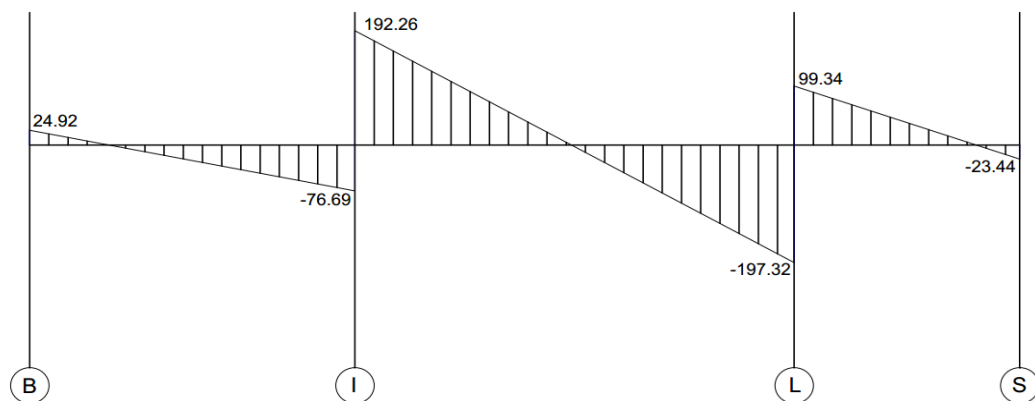


Figure 24 : Valeurs des efforts tranchants à l'ELU dans le R d C (kN.m)

Ils ont pour rôle d'équilibrer les efforts tranchants. Pourtant, ils peuvent être utiles ou non selon la valeur de la contrainte tangente conventionnelle τ_u de chaque poutre.

Soient C_1 , C_2 et C_3 la première, la deuxième et la troisième condition, telles que :

a. Valeur de C_1 , C_2 et C_3

$$C_1 = \min \left[\frac{0.07 \cdot f_{c28}}{\gamma b}; 1.5 \right] = \min[1.17 ; 1.5] = 1.17 \text{ MPa} \quad (43)$$

$$C_2 = \min \left[\frac{0.20 \cdot f_{c28}}{\gamma b}; 5 \right] = \min[3.33 ; 5] = 3.33 \text{ MPa} \quad (44)$$

$$C_3 = \min \left[\frac{0.27 \cdot f_{c28}}{\gamma b}; 7 \right] = \min[4.50 ; 7] = 4.50 \text{ MPa} \quad (45)$$

- Si $\tau_u < C_1$: les armatures d'âme ne sont pas nécessaires ;

- Si $\tau_u \geq C_1$: les armatures d'âme sont nécessaires, mais :

Si $C_1 \leq \tau_u < C_2$: des armatures droites (ou verticales) sont nécessaires et suffisantes;

Si $C_2 \leq \tau_u < C_3$: il nous faut des armatures d'âme oblique;

Si $\tau_u \geq C_3$: on aura besoin des armatures mixte (droite et oblique).

b. Contrainte tangente conventionnelle τ_{uo}

Elle est définie par la relation : $\tau_{uo} = \frac{V_{uo}}{b_o d}$ (46)

Tel que : $V_{uo} = V_{max} - p_u \frac{5h}{6}$ (47)

Où : V_{uo} : Effort tranchant correspondant à la contrainte tangente conventionnelle ;

V_{max} : Effort tranchant maximal au niveau de la poutre ;

p_u : Charge agissant sur la poutre.

D'où ce tableau :

Tableau 51 : Nécessité et nature des armatures d'âme

Poutre	B I		I L		L S	
Appuis	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
V_u (MN)	0,025	0,077	0,192	0,197	0,099	0,023
V_{max} (MN)	0,077		0,197		0,099	
p_u (MN)	0,020		0,056		0,048	
V_{uo} (MN)	0,069		0,174		0,079	
τ_{uo} (MPa)	0,694		1,754		0,798	
Constatacion	$\tau_{uo} < C_1$		$C_1 < \tau_{uo} < C_2$		$\tau_{uo} < C_1$	
Conclusion	Armatures d'âme non nécessaires		Armatures d'âme droite nécessaires		Armatures d'âme non nécessaires	

Mais pour les cas où on n'a pas besoin des armatures d'âme, il faut encore mettre des armatures transversales pour maintenir les armatures longitudinales en place, tel que :

L'espaceement $S_t \leq S_t = \text{Min} \{ 15 \phi_l; b_o + 10 ; 40 \}$ (48)

Avec : $\Phi_l = 1.2 \text{ cm}$ et $b_o = 22 \text{ cm}$

D'où : $S_t = 18 \text{ cm}$

Prenons donc $S_t = 15 \text{ cm}$

c. Diamètre des armatures d'âme

Soit Φ_t le diamètre des armatures d'âme, tel que : $\Phi_t \leq \min \left\{ \Phi_l ; \frac{h}{35} ; \frac{b}{10} \right\}$ (49)

On a, après calcul, $\Phi_t \leq 14.29 \text{ mm}$, or $6 \text{ mm} \leq \Phi_t \leq 12 \text{ mm}$

Sachant que : $\Phi_t = 0.3 \times \Phi_l = 0.3 \times 16 = 4.8 \text{ mm}$

Prenons donc : $\Phi_t = 6 \text{ mm}$

d. Répartition des armatures d'âme le long de la poutre

On va faire les calculs suivant la méthode de CAQUOT.

D'après cette méthode, les étapes de calcul sont comme suit :

- Calculer l'espacement des armatures S_{to} et correspondre sa valeur avec les espacements normalisés suivants : 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 13 – 16 – 20 – 25 – 35 – 40 ;

Tel que : $S_{to} = \theta_o \times A_t$ (50)

Où : $\theta_o = \frac{0.9 \times f_e / \gamma_s}{b_o (\tau_{uo} - 0.3 k f_{t28})}$ (51)

$A_t = 4 \times \frac{\pi \Phi_t^2}{4} = 1.13 \text{ cm}^2$: Section globale d'armatures transversales; (52)

$k = 1$: Pour le cas de FPP.

- Vérifier que $S_{to} \leq \bar{S}_t$ où $\bar{S}_t = \min \{0.9d; 40; \frac{A_t f_{et}}{0.4 b_o}\}$; (53)

- Placer la première armature d'âme à $\frac{S_{to}}{2}$ du nu d'appui;

- Répéter S_{to} n fois afin de couvrir $\frac{5h}{6}$;

Tel que : $n \geq \frac{1}{6} \left(\frac{5h}{S_{to}-3} \right)$ (54)

- Calculer l'o

$$\text{Tel que : } l'_o = \left(\frac{l_o - 5h}{6}\right) \left(\frac{1 - 0.3 k f_{t28}}{\tau_{uo}}\right) \text{ (m)} \quad (55)$$

Avec l_o : Distance où l'effort tranchant s'annule.

D'où :

Tableau 52 : Etapes de calcul de la répartition des armatures suivant la méthode de CAQUOT

Poutre	I L
$\theta_o \text{ (cm}^2\text{)}$	22,49
$A_t \text{ (cm}^2\text{)}$	1,13
$S_{to} \text{ (cm)}$	34
S_{to} selon la norme	25
$\bar{S}_t \text{ (cm)}$	40
Conclusion	Condition vérifiée car $S_{to} < S_t$
n	2
$l_o \text{ (m)}$	3,63
$l'_o \text{ (m)}$	1,79

On a donc :

Tableau 53 : Répartition des armatures d'âme sur la poutre B I

Nombre de répétition : l'_o	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Nombre cumulé	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64
Nombre arrondi	1	1	1	1	1	1	1	2
Nombre pratique	1	1	1	1	1	1	1	1
Espacement (cm)	9	10	11	13	16	20	25	35

Tableau 54 : Répartition des armatures d'âme sur la poutre I L

Nombre de répétition : l'_o	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,79
Nombre cumulé	1,9	3,8	5,7	7,6	9,5	11,4	13,3	15,2	17,1
Nombre arrondi	2	4	6	8	10	11	13	15	17
Nombre pratique	2	2	2	2	2	1	2	2	2
Espacement (cm)	9	10	11	13	16	20	25	35	40

Tableau 55 : Répartition des armatures d'âme sur la poutre L S

Nombre de répétition : l'o	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76
Nombre cumulé	2,76	5,52	8,29	11,05	13,81	16,57	19,34	22,10	24,86
Nombre arrondi	3	6	8	11	14	17	19	22	25
Nombre pratique	3	3	2	3	3	3	2	2	3
Espacement (cm)	7	8	9	10	11	13	16	20	25

e. Vérification vis-à-vis de la contrainte d'adhérence des barres tendues

Il faut que : $\tau_{sc} \leq \tau_{scu}$

Telle que : $\tau_{sc} = \frac{V_u}{0,9 d u}$ et $\tau_{scu} = \Psi_s f_{t28}$ (56)

Où : V_u : Effort tranchant sur chaque appui;

$u = m\pi\Phi$: Périmètre utile;

$\Psi_s = 1,5$: Coefficient de scellement pour les aciers HA.

On a donc :

Tableau 56 : Vérification vis-à-vis de la contrainte d'adhérence des barres tendues

Poutre	B I		I L		L S	
Appuis	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
V_u (MN)	0,025	0,077	0,192	0,197	0,099	0,023
u (m)	0,075	0,339	0,339	0,358	0,358	0,094
τ_{sc} (MPa)	0,819	0,561	1,398	1,359	0,683	0,603
τ_{scu} (MPa)	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
Conclusion	Condition vérifiée car $\tau_{sc} < \tau_{scu}$					

III. Plancher en dalle pleine

Le plancher est un ouvrage horizontal capable de supporter des charges et de les transmettre aux éléments porteurs de l'ossature. Sa caractéristique principale est qu'une dimension (hauteur) est petite devant ses deux autres dimensions (largeur et longueur).

1. Principe de calcul

- La fissuration est peu préjudiciable ;
- Pour ce calcul, on ne va considérer que la dalle la plus sollicitée dont :

La plus petite portée $l_x = 4.00m$;

La plus grande portée $l_y = 6.86m$;

L'épaisseur, d'après le prédimensionnement, est égale à $e = 14cm$.

- Les armatures de la dalle sont déterminés à partir des moments isostatiques au centre de la dalle M_{ox} et M_{oy} , correspondants respectivement aux sens l_x et l_y et évalués pour des bandes de 1 m de largeur.

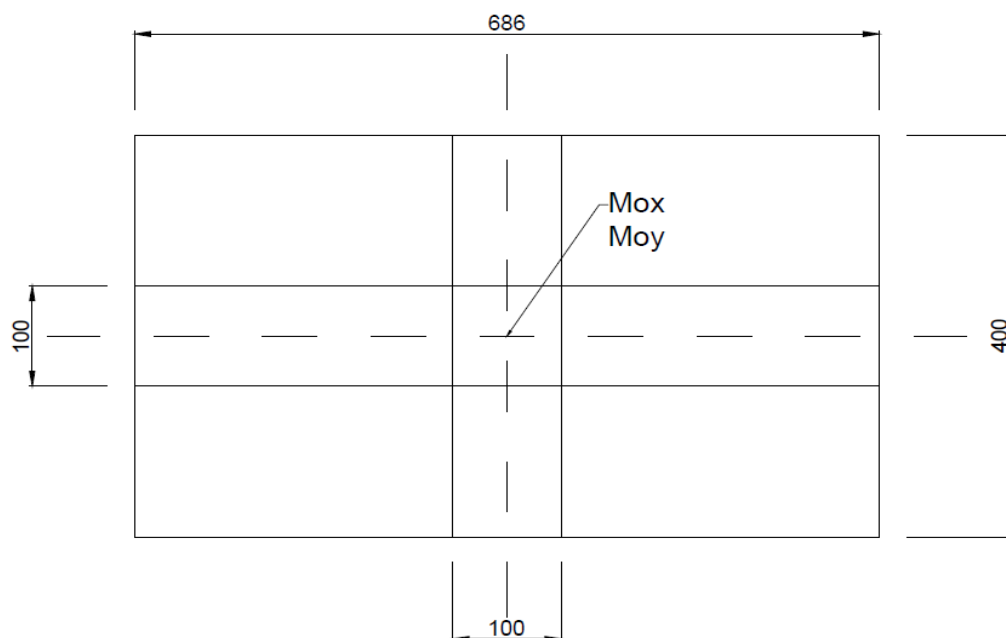


Figure 25: Moment au centre de la dalle

2. Evaluation des charges

a. Charge permanente

Cette charge correspond au poids propre de la dalle et du revêtement.

Tels que :

- L'épaisseur de la dalle est de 14 cm et celle de son revêtement (2 cm);
- Le poids volumique du béton armé est 25 kN/m^3 .

D'où : $G = 3.15 \text{ kN/m}^2$

b. Charge d'exploitation

Il s'agit d'un rangement ayant pour valeur de surcharge de 4 kN/m^2 .

Ces charges doivent être déterminées pour la combinaison d'actions la plus défavorable, c'est-à-dire:

- A l'ELU : $1.35 G + 1.5 Q + W$ (57)

- A l'ELS : $G + Q + 0.77W$ (58)

Soient : p_u : la charge du plancher à l'ELU ;

p_{ser} : la charge du plancher à l'ELS.

D'où :

Tableau 57 : Charges appliquées sur le plancher

G (kN/m ²)	Q (kN/m ²)	p_u (kN/m ²)	p_{ser} (kN/m ²)
3,15	4	10,25	7,15

3. Vérification du sens de la dalle

Le coefficient : $\alpha = \frac{l_x}{l_y} = 0.58$ (59)

$\alpha = 0.58 > 0.40$: on admet donc que la dalle porte dans deux sens (dans le sens de l_x et l_y)

4. Moment au centre de la dalle

Selon les règles de BAEL 91 modifiées 99 :

Pour une dalle de dimension l_x et l_y reposant librement sur son pourtour et supportant une charge p uniformément répartie, les moments au centre de la plaque M_{ox} et M_{oy} , par bande de largeur unité est égal à :

$$M_{ox} = \mu_x \times p \times l_x^2 \quad (60) \text{ et } M_{oy} = M_{ox} \times \mu_y \quad (61)$$

Avec :

M_{ox} : Moment de flexion au centre de la plaque dans le sens de la petite portée ;

M_{oy} : Moment de flexion au centre de la plaque dans le sens de la grande portée.

Comme $\alpha = 0.58$

Donc : $\mu_x = 0.082$ et $\mu_y = 0.457$ (d'après le tableau selon les abaques de Pigeaud)

D'où :

Tableau 58 : Moments de la dalle isostatique

l_x (m)	l_y (m)	μ_x	μ_y	A l'ELU (MN.m /m)		A l'ELS (MN.m /m)	
				M_{ox}	M_{oy}	M_{ox}	M_{oy}
4,00	6,86	0,082	0,457	0,013	0,006	0,009	0,004

5. Moment réel sur la dalle

Les moments dans les panneaux réels sont égaux aux moments isostatiques multipliés par des coefficients forfaitaires.

Soient : M_{ax}, M_{ay} : Les moments aux appuis ;

M_{tx}, M_{ty} : Les moments en travée.

Tels que :

- Suivant la petite portée l_x

$$M_{ax} = -0.75 M_{ox} \text{ et } M_{tx} = 0.60 M_{ox} \quad (62)$$

- Suivant la grande portée l_y

$$M_{ay} = -0.75 M_{oy} \text{ et } M_{ty} = 0.60 M_{oy} \quad (63)$$

D'où :

Tableau 59 : Moment unitaire réel sur la dalle à l'ELU

Portée	Suivant l_x		Suivant l_y	
Moment	M_{ax}	M_{tx}	M_{ay}	M_{ty}
(MN.m/m)	-0,010	0,008	-0,005	0,004

Tableau 60 : Moment unitaire réel sur la dalle à l'ELS

Portée	Suivant l_x		Suivant l_y	
Moment	M_{ax}	M_{tx}	M_{ay}	M_{ty}
(MN.m/m)	-0,007	0,006	-0,003	0,003

6. Armatures principales sur la dalle

La fissuration est peu préjudiciable donc le calcul sera mené à l'ELU.

Pour ce calcul, on va suivre l'organigramme de calcul présenté dans l'annexe

a. Type de section

- Si $\mu_{bu} \leq \mu_{lu}$: SSA ;
- Si $\mu_{bu} > \mu_{lu}$: SDA.

Avec :

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{b_0 d^2 f_{bu}} : \text{Moment réduit ;}$$

μ_{lu} : Moment réduit limite tel que $\mu_{lu} = 0.372$ pour E 500 ;

$$d = 0.9 h = 0.13\text{m}$$

On a :

Tableau 61 : Type de section de la dalle

Dalle	Suivant la petite portée l_x			Suivant la petite portée l_y		
	Appui gauche	Travée	Appui droite	Appui gauche	Travée	Appui droite
M_u (MN.m/m)	0,010	0,008	0,010	0,005	0,004	0,005
M_{umax} (MN.m/m)	0,010			0,005		
μ_{bu}	0,321			0,160		
μ_{lu}	0,372			0,372		
Sections	$\mu_{bu} < \mu_{lu}$: SSA					

b. Les armatures principales

$$A = \text{Max} (A_u; A_{min})$$

$$\text{Avec : } A_u = \frac{M_u}{z_b f_{ed}} \text{ et } A_{min} = \text{Max} \left(\frac{B}{1000} ; \frac{0,23 b_o d f_{t28}}{f_e} \right) \quad (64)$$

$$\text{Tel que : } z_b = d (1 - 0,6\mu) \text{ (calcul simplifié) car } \mu_{bu} < 0,30 \quad (65)$$

On a :

Tableau 62 : Armatures principales de la dalle

Dalle	Suivant la petite portée l_x	Suivant la petite portée l_y
z_b	0,10	0,12
A_u (cm ² /m)	2,19	0,98
A_{min} (cm ²)	1,69	1,69
A (cm ² /m)	2,19	1,69
Choix d'armatures	HA10	HA8
Espacement S_t (cm)	25	25

7. Armatures d'âme

Comme on a déjà vu précédemment :

- Si $\tau_u < C_1$: les armatures d'âme ne sont pas nécessaires ;
- Si $\tau_u \geq C_1$: les armatures d'âme sont nécessaires.

Tel que : $C_1 = \min \left\{ \frac{0,07 f_{c28}}{\gamma_b}; 1,5 \right\} = 1,167 \text{ MPa}$ (66)

$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 d}$: Contrainte tangente conventionnelle ; (67)

V_u : Effort tranchant par unité de longueur

Où :

- Au milieu de l_x : $V_u = \frac{P}{3 l_y}$ (68)

- Au milieu de l_y : $V_u = \frac{P}{(2l_x + l_y)}$ (69)

P : Charge totale uniformément répartie sur la plaque

Comme : $l_x = 4,00m$, $l_y = 6,86m$, $b_0 = 1,0 m$, $d = 0,13m$

D'où :

Tableau 63 : Vérification de la nécessité des armatures d'âme de la dalle

	Suivant la petite portée l_x	Suivant la petite portée l_y
P (MN)	1,025	
V_u (MN/m)	0,05	0,069
τ_u (MPa)	0,39	0,53
Conclusion	$\tau_u < C_1$: donc les armatures d'âme ne sont pas nécessaires pour la dalle	

IV. Poteau

Un poteau est un organe de structure d'un ouvrage sur lequel se concentrent de façon ponctuelle les charges de la superstructure et par lequel ces charges se répartissent vers les infrastructures de cet ouvrage.

Du point de vue de la mécanique des structures, les poteaux sont des éléments verticaux soumis principalement à la compression.

Pour la suite, on va étudier les poteaux de la file la plus défavorable, c'est le cas de la file G. G6 sur le poteau de rive et G1, G4 et G7 représentent les poteaux intérieurs.

La fissuration est peu préjudiciable.

1. Elancement

Le risque de flambement est défini en fonction de l'élancement λ tel que : $\lambda = \frac{l_f \sqrt{12}}{a}$ (70)

Avec :

l_f : La longueur de flambement où $l_f = 0.7 l_o$ (car les poteaux sont encastres à ces deux extrémités);

l_o : La longueur libre du poteau ;

a : Le petit côté de la section du poteau.

On a, donc :

Tableau 64 : Elancement des poteaux

	a (m)	lo (m)	lf (m)	λ
Poteau de rive	0,34	3,10	2,14	21,82
Poteau intérieur	0,22	3,10	2,14	33,73

Puisque $\lambda < 35$ donc la compression centrée est assurée.

2. Armatures longitudinales

Le calcul sera mené à l'ELU.

a. La section de l'armature longitudinale

La section de l'armature longitudinale est obtenue par la formule :

$$A = \frac{1}{0.85f_{ed}} \left(\beta N_u - \frac{B_r \times f_{bu}}{0.9} \right) \quad (71)$$

Avec :

$$\beta : \text{fonction de l'élancement, tel que } \beta = 1 + 0.2 \times \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2 \text{ (car } \lambda < 35 \text{)} ; \quad (72)$$

N_u : Effort normal résistant ;

$$B_r: \text{Section réduite du poteau, telle que } B_r = (a - 0,02) \times (b - 0,02). \quad (73)$$

$$B_r = \prod (a - 0,02)^2 / 4 \quad (74)$$

D'où :

Tableau 65 : Calcul de la section des armatures longitudinales

A (cm ²)	a (cm)	b (cm)	β	N_u (MN)	B_r (cm ²)	A (cm ²)
G1	22	22	1,16	0,44	483	-0,68
G4	22	22	1,16	0,79	483	0,42
G6	34	-	1,16	1,40	906	0,53
G7	22	22	1,16	0,45	483	-0,65

b. La section minimale des armatures A_{min}

$$\text{Sachant que : } A_{min} = \text{Max} \left(4 \mu ; \frac{0.2 B}{100} \right) \quad (75)$$

Avec :

$$\mu: \text{Le périmètre de la section du poteau tel que } \mu = 2 (a+b); \quad (76)$$

$$B : \text{La section réelle du poteau telle que } B = a \times b. \quad (77)$$

$$\text{D'où : } A_{min} = 4.72 \text{ cm}^2$$

c. La section maximale des armatures A_{max}

$$\text{Sachant que : } A_{max} = \frac{5 B}{100} \quad (78)$$

Donc $A_{\max} = 31.25 \text{ cm}^2$

d. *L'effort ultime*

Condition de sécurité :

$$N_u \leq N_{u, \lim} \text{ tel que } N_{u, \lim} = \alpha \left[\frac{B r f_{c28}}{0.9 \gamma_b} + \frac{A f_e}{\gamma_b} \right] \quad (79)$$

$$\text{Avec } \alpha = \frac{0.85}{\beta} \quad (80)$$

e. *Conclusion*

Il faut que : $A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$

Mais si $A < A_{\min}$; alors $A = A_{\min}$

D'où :

Tableau 66 : Armatures longitudinales des poteaux

Poteau	A (cm ²)	Armatures longitudinales		N_u (MN)	$N_{u, \lim}$ (MN)
G1	3,52	4HA12	4,52	0,44	0,93
G4	3,52	4HA12	4,52	0,79	0,93
G6	8,54	8HA10	9,04	1,40	1,76
G7	3,52	4HA12	4,52	0,45	0,93

$N_u < N_{u, \lim}$, donc la condition de sécurité est vérifiée.

3. Armatures transversales

a. *Diamètre ϕ_t des armatures transversales*

$$\text{En pratique: } \phi_t = 0,3 \phi_l \quad (81)$$

A condition que : $6 \text{ mm} \leq \phi_t \leq 12 \text{ mm}$

Comme $\phi_l \text{ max} = 12 \text{ mm}$

Alors $\phi_t = 3.6 \text{ mm}$

Soit $\phi_t = 6 \text{ mm}$

b. Espacement des armatures transversales

Il faut espacer les armatures tant dans la zone courante que dans la zone de recouvrement.

➤ Zone courante

L'espacement des armatures dans la zone courante est obtenu par la relation :

$$S_{tc} \leq \text{Min} (15\phi_{l \text{ min}} ; a + 10 ; 40) \quad (82)$$

Tableau 67 : Zone courante

Poteau	$\phi_{l \text{ min}}$	$15 \phi_{l \text{ min}}$	$a + 10$	S_{tc}
G1	10	15	32	15

➤ Zone de recouvrement

Celui dans la zone de recouvrement est défini par la relation :

$$S_{tr} = \frac{l'_r - 4\phi_l}{x-1} \quad (83)$$

Avec :

$$l'_r : \text{La longueur de recouvrement telle que } l'_r = 0,6 l_s ; \quad (84)$$

$$l_s : \text{La longueur de scellement telle que } l_s = \frac{\phi_l f_e}{4\tau_{su}} = 44 \text{ cm} ; \quad (85)$$

$$\tau_{su} : \text{La contrainte ultime d'adhérence telle que } \tau_{su} = 0,6 \psi_s^2 f_{t28} ; \quad (86)$$

Ψ_s : Le coefficient de scellement tel que $\Psi_s = 1,5$ pour HA;

x : Le nombre de nappes d'armatures de couture ;

Tableau 68 : Zone de recouvrement

Poteau	$\phi_{l \text{ max}} \text{ (mm)}$	$l_s \text{ (cm)}$	$l'_r \text{ (cm)}$	$S_t \text{ (cm)}$
G1	12	53	32	13

Chapitre 8. ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE

La fondation se définit comme un élément architectural d'un bâtiment qui assure la transmission et la répartition des charges de cet ouvrage dans le sol.

Le type de fondation sera établi suivant la capacité portante du sol. Soit il a des qualités suffisantes pour qu'on puisse y fonder l'ouvrage, soit ses qualités sont médiocres et on devrait procéder à son renforcement.

I. Choix du type de fondation

Suite à l'étude géotechnique réalisée préalablement au laboratoire et les sols de fondation sont constitués de latéritique rougeâtre, elle a noté que la fondation convenable pour la construction est une semelle filante pour la Contrainte admissible du sol, telle que $\overline{\sigma}_{sol} = 0.30 MPa$.

La méthode de fondation consistant à terrasser le sol médiocre sur une certaine épaisseur et à le remplacer par un matériau graveleux de bonne qualité et fortement compacté, paraît être une méthode relativement sûre et très compétitive vis-à-vis des solutions pieux parce que son exécution est moins difficile par rapport à ce dernier.

II. Etude de la fondation

Pourtant, il nous semble important de savoir ses caractéristiques afin de pouvoir faire le calcul de la semelle.

1. Semelle filante

C'est la semelle qui reprend les charges de la structure (verticales, horizontales et obliques) et les transmet et répartit sur le sol.

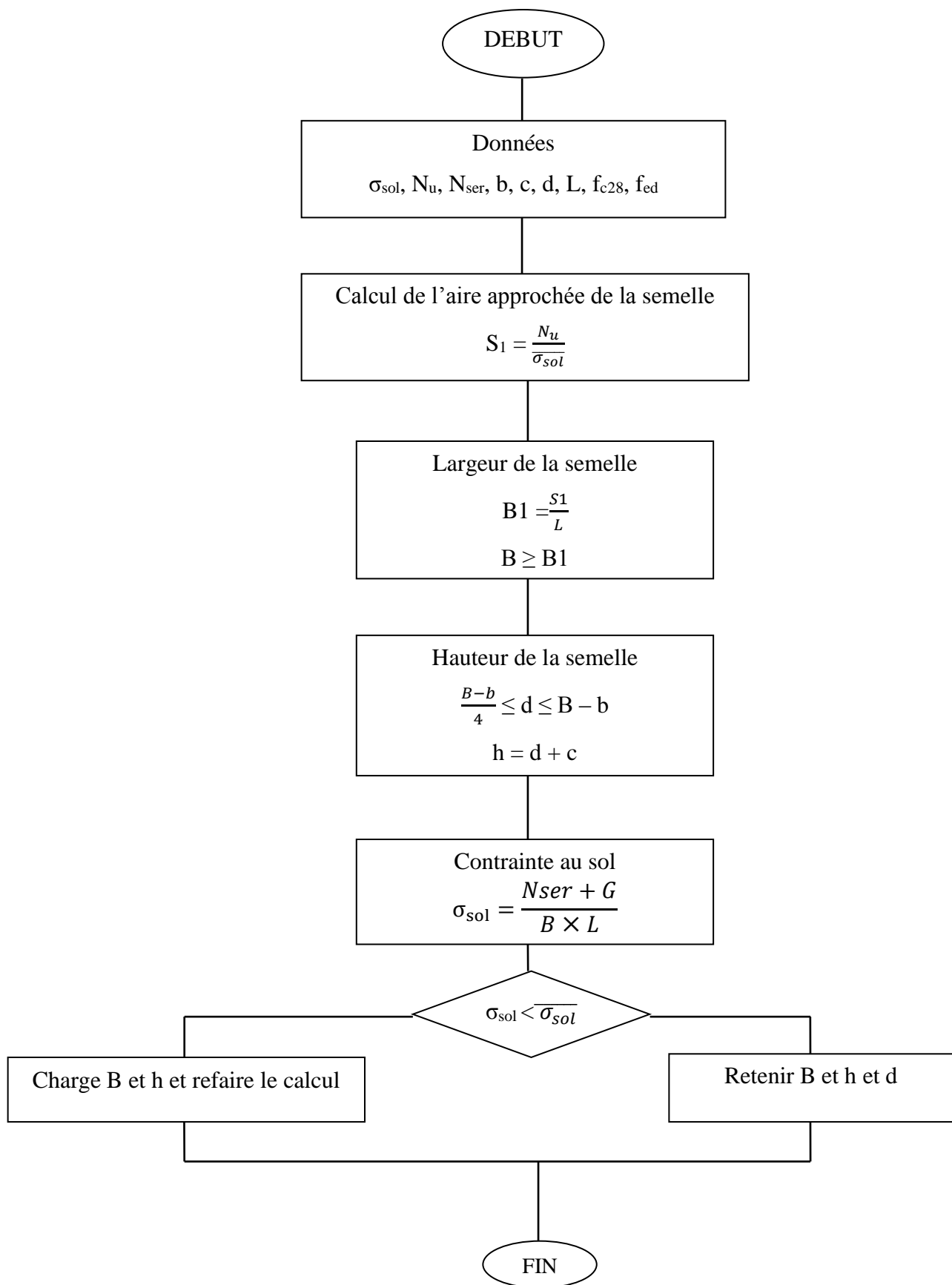
La semelle est filante lorsque sa longueur est beaucoup plus grande que sa largeur.

a. Hypothèses de calcul

Tableau 69 : Hypothèses de calcul de la fondation

Béton	Acier
<ul style="list-style-type: none"> - CEM I 42.5 - Dosage : 350 kg/m³ - $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$ 	<ul style="list-style-type: none"> - E 500 - $f_e = 500 \text{ MPa}$ - $\gamma_s = 1,15$:(combinaison fondamentale).
<ul style="list-style-type: none"> - $f_{t28} = 2,1 \text{ MPa}$ - $\overline{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$ - $\theta = 1$ ($t \geq 24 \text{ h}$) - $\gamma_b = 1,5$ (combinaison fondamentale) - $f_{bu} = 14,17 \text{ MPa}$ 	<ul style="list-style-type: none"> - $f_{ed} = 435 \text{ MPa}$

b. organigramme de calcul de la semelle filante



c. Dimensionnement

On va utiliser l'organigramme de calcul ci-dessus, pour dimensionner cette semelle.

Soient :

N_u : Charge arrivée à la tête de la semelle à l'ELU, telle que $N_u = 1.28 \text{ MN/ml}$;

N_{ser} : Charge arrivée à la tête de la semelle à l'ELS, telle que $N_{ser} = 0.94 \text{ MN/ml}$;

b : épaisseur du mur, tel que $b = 0.24 \text{ m}$;

L : longueur du mur, posons $L = 1 \text{ m}$ car le calcul se fait par mètre linéaire ;

d : hauteur utile de la semelle ;

c : enrobage, tel que $c = 5 \text{ cm}$.

➤ **Aire approchée S**

Elle est définie par la relation : $S = \frac{N_u}{\sigma_{sol}}$ (87)

Comme : $N_u = 1.28 \text{ MN/ml}$ et $\overline{\sigma_{sol}} = 0.30 \text{ MPa}$

Alors : $S = 0.43 \text{ m}^2$

➤ **Largeur B**

La largeur de la semelle $B \geq B_1$ où $B_1 = \frac{S_1}{L} = 0.43 \text{ m}$

Prenons : $B = 0.75 \text{ m}$

➤ **Hauteur h**

La hauteur de la semelle $h = d + c$ (88)

Telle que : $\frac{B-b}{4} \leq d \leq B - b$ (89)

AN: $(0,75 - 0.24) / 4 \leq d \leq 0,75 - 0.24$

$0,13 \leq d \leq 0,51$

Prenons: $d = 0.45 \text{ m}$

AN: $h = 0,45 + 0.05$

D'où : $h = 0.50\text{m}$

➤ **Contrainte au sol**

Condition de sécurité : $\sigma_{sol} < \overline{\sigma_{sol}}$

Telle que : $\sigma_{sol} = N_{ser} + \frac{G}{B \cdot L}$ (90)

Avec : $G = B \times h \times L \times 0.025 = 0.009\text{ MN}$ (91)

Alors : $\sigma_{sol} = 0.16\text{ MPa}$

Comme : $\overline{\sigma_{sol}} = 0.30\text{ MPa}$

On peut dire donc que la condition de sécurité est vérifiée.

Tableau 70 : Dimensionnement de la semelle filante

N_u (MN/ml)	N_{ser} (MN/ml)	B (m)	h (m)	σ_{sol} (MPa)	$\overline{\sigma_{sol}}$ (MPa)
1,28	0,94	0,75	0,50	0,16	0,30
Condition de sécurité vérifiée car $\sigma_{sol} < \overline{\sigma_{sol}}$					

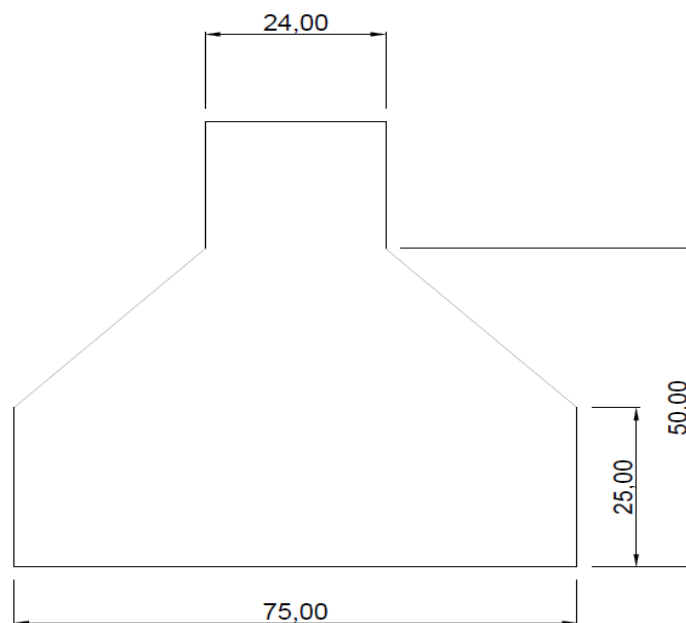


Figure 26 : Dimensions de la semelle

d. Armatures

Pour ce calcul, on va utiliser la méthode des Bielles.

Le calcul sera mené à l'ELU.

La semelle est constituée des armatures principales ayant une section A_x et des armatures de répartition de section A_y , telles que :

$$A_x = \frac{N_u(B - b)}{8 \times d \times f_{ed}} \quad (92) \text{ et } A_y = \frac{A_x}{4} \quad (93)$$

Tableau 71 : *Armatures de la semelle filante*

	Section (cm ²)	Diamètre des aciers (mm)	Espacement (cm)
Armatures principales	1,60	HA 10	25
Armatures de répartition	0,40	4 HA 6	19

Chapitre 9. ETUDE DES ELEMENTS SECONDAIRES

I. Assainissement

L'assainissement consiste à évacuer trois types d'eaux :

- Les eaux pluviales (EP) ;
- Les eaux vannes (EV) provenant des WC ;
- Les eaux usées (EU) provenant des salles d'eau.

Ainsi, ce paragraphe a pour but de dimensionner le système d'évacuation de l'ensemble de manière à assurer une évacuation rapide et sans stagnation des eaux usées provenant des appareils sanitaires et ménagers.

1. Réseau d'évacuation intérieure

Ce réseau intéresse l'évacuation de l'ensemble eaux usées et eaux vannes. A partir des appareils sanitaires, le réseau se compose des éléments suivants :

- Les siphons indispensables pour chaque appareil sanitaire et destinés à empêcher la pénétration de l'air vicié des canalisations dans et au voisinage des locaux où les appareils se trouvent ;
- Les collecteurs d'appareils sur lesquels sont branchés les siphons : ils recueillent les eaux provenant de ces derniers et les acheminent vers les tuyaux de chute auxquels ils sont raccordés ;
- Les tuyaux de chute qui, selon un système séparatif, servent de conduits d'évacuation indépendants pour les deux eaux ci-dessus jusqu'au branchement à l'égout à travers lequel ils rejoignent le réseau public ;
- Des ventilations primaires dans le prolongement des tuyaux de chute formées par des tubes pour mettre ces derniers en communication avec l'air libre au niveau de la toiture.

- *Matériau de la tuyauterie*

La tuyauterie du réseau est en PVC et les principaux avantages sont :

- La résistance à la corrosion et à l'abrasion ;
- La tenue au choc ;
- La facilité de mise en œuvre ;

- Un coût plus abordable.

- *Diamètre des collecteurs d'appareils*

La pente recommandée est de 1 cm/m. les diamètres minimaux des collecteurs sont :

Tableau 72 : Diamètres intérieurs minimaux des collecteurs d'appareils

Appareils	ϕ intérieur minimal [mm]
Lavabo	30
Evier, douche	33
Baignoire	38
Machine à laver	33
WC	80

- *Diamètre des tuyaux de chute*

a. Chute d'eaux usées

Les diamètres intérieurs des tuyaux de chute d'eaux usées sont choisis dans le tableau ci-dessous.

Tableau 73 : Diamètres intérieurs des tuyaux de chute d'eaux usées

Appareils	Nombre d'appareils	ϕ intérieur minimal [mm]
Baignoire, évier, lavabo, douche, lave-main et machine à laver	1 à 3 dont 1 baignoire au plus	50
	9 appareils et au-delà	65
WC	1 ou plusieurs	90

En prenant en compte le nombre total d'appareils de tous les étages et en adoptant une même section de tuyauterie sur toute la hauteur de la colonne, le diamètre à retenir est de 90 mm. Soit un diamètre commercial de 100 mm.

b. Chutes d'eaux vannes

En tenant compte des mêmes considérations que précédemment, les tuyauteries des eaux vannes seront également constituées de PVC $\phi 100$.

- *Evacuation des eaux pluviales*

L'évacuation des eaux pluviales sera assurée par les tuyaux de descente avec entrées d'eau à moignon cylindrique. Les entrées d'eaux pluviales sont généralement constituées

de deux parties : la platine et le moignon en plomb d'épaisseur 2,5 mm, assemblées entre elles par soudure ou tout système d'assujettissement étanche.

a. Débits à évacuer provenant de la toiture

Le débit à évacuer provenant de la toiture s'évalue à l'aide de la méthode rationnelle par la relation :

$$Q = C.I.A \quad (94)$$

C : coefficient de ruissellement égale à 1,00 pour une toiture étanche

A : la surface de la toiture desservie

I : débit de base par mètre carré de projection horizontale de la toiture, égal à 0,05 l/s/m²

Tableau 74 : Débits à évacuer de la toiture

DEP N°	C	I [l/s/m²]	A [m²]	Q [l/s]
1	1,00	0,05	30,05	1,50
2	1,00	0,05	9,86	0,49

b. Diamètre des tuyaux de chute d'eaux pluviales

La descente d'eau pluviale (DEP) est dimensionnée à partir de la relation suivante :

$$Q = V N \phi^2 \pi / 4 \quad (95)$$

V : vitesse de l'eau dans la conduite prise égale à 1 m/s

N : nombre de DEP

Le calcul donne les diamètres commerciaux suivants :

Tableau 75 : Diamètre des DEP

DEP N°	Q [l/s]	ϕ [mm]	ϕ commercial [mm]
1	1,50	46	100
2	0,49	23	100

- Collecteurs principaux*

Ils reçoivent les eaux recueillies par les descentes et les renvoient au réseau d'égouts.

a. Pente minimale

Leur pente minimale est, selon chaque cas :

- 1 cm/m pour les canalisations ne collectant que des eaux pluviales
- 2 cm/m pour les canalisations collectant des EU ou des EV

b. Débit de base des vidanges

Chaque appareil a un débit de base établi par le tableau.

Tableau 76 : Débit total de vidange

Appareils	Nombre	Débit Nominal [l/s]	Débit total [l/s]
WC	9	1,50	13,50
Lavabo	9	0,75	6,75
Baignoire	1	1,20	1,20
Evier	2	0,75	1,50
Douche	6	0,50	3,00
Machine à laver	2	0,65	1,30
Total	29	-	27,25

c. Débit probable

Le calcul du débit probable des collecteurs principaux tient compte de la probabilité des simultanités de vidange qui introduit un coefficient de simultanéité déterminé à l'aide de l'abaque.

Pour 29 appareils : $K = 0.15$

Ainsi, $Q = 0.15 * 27.25 = 4.09 \text{ l/s}$ (96)

d. Diamètre

En utilisant des tuyaux demi-pleins pour un réseau séparatif, le tableau de l'Annexe J.6 permet de trouver le diamètre adéquate en fonction de la vitesse d'écoulement comprise entre 1 et 2 m/s pour éviter les dépôts solides, et la pente fixée à 2 cm/m. Ainsi, $\varphi = 150 \text{ mm}$.

- *Fosse septique*

Le système de traitement et d'évacuation adopté est présenté dans la figure suivante :

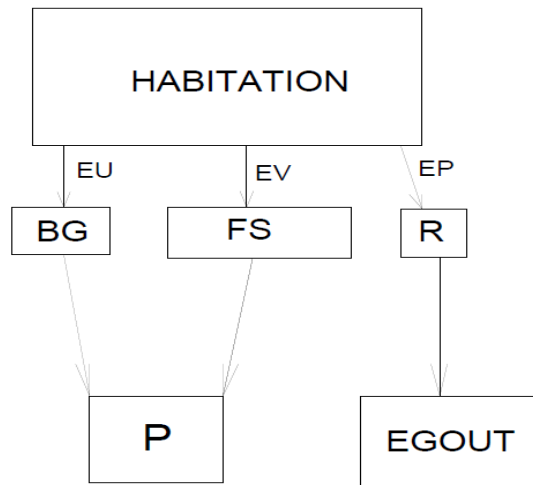


Figure 27 : Système de traitement et d'évacuation des eaux (EP, EU et EV)

La fosse septique comprend un réservoir en béton armé fortement étanche qui contient en général trois (3) compartiments :

- Le comportement de chute ;
- Le comportement décantation ;
- Le comportement d'épuration ou simplement le filtre (qui constitué par de couche superposée de matière filtrante : mâchefer).

a. Dimensionnement

Le dimensionnement de la fosse septique dépendant essentiellement du nombre des usagers, le volume est fixé règlementairement à 250 litres par usager. Sa profondeur utile doit être supérieure à 1 m.

Le nombre des usagers est fixé à 12 personnes. Et le nombre de visiteurs est estimé à 3 personnes. Ainsi, une fosse septique identiques seront placé au Sous-sol avec une capacité de $N = 20$ personnes chacune.

- Volume de la fosse septique

$$V = 250N = 250 * 20 = 5000 [l]$$

- Volume du compartiment de chute

$$V_1 = \frac{2}{3}V = 3333 [l] \quad (97)$$

- Volume du compartiment décantation

$$V_2 = \frac{1}{3}V = 1667[l] \quad (98)$$

- Longueur de chaque compartiment

En considérant une profondeur et une largeur respective $h = 1.55\text{m}$ et $l = 1.70\text{m}$, les longueurs de chaque compartiment sont les suivants :

$$L_1 = \frac{V_1}{(h * l)} = 1.08\text{m} \text{ Soit } L_1 = 1.10\text{m} \quad (99)$$

$$L_2 = \frac{V_2}{(h * l)} = 0.54\text{m} \text{ Soit } L_2 = 0.60\text{m} \quad (100)$$

- Dimensions du compartiment filtre

Pour le filtre, pour un nombre d'usagers N et une hauteur de l'épurateur $H'=1,45\text{ m}$, la surface du lit bactérien S est :

$$S = \frac{N}{(10 H'^2)} = \frac{15}{(10 * 1.10^2)} = 0.95\text{m}^2 \text{ et } L_3 = 0.65\text{m} \quad (101)$$

Récapitulation des dimensions de la fosse septique

Tableau 77 : Dimensions de chaque compartiment de la fosse septique

Compartiment	Chute	Décantation	Filtre
Volume [l]	2000	1000	1,56
Hauteur [m]	1,25	1,25	1,08
Longueur [m]	1,00	0,50	0,85

- Regards

Dans le réseau d'assainissement, les regards assurent de multiples fonctions, du simple accès pour entretien au rôle de siphon.

a. Regards de branchement

Les regards de branchements de dimensions $40 \times 40 \text{ cm}^2$ pour une profondeur de 50 cm sont placés :

- Au pied de chaque chute d'eau pluviale ;
- A chaque changement de direction ou de pente des canalisations ;
- A chaque intersection des canalisations.

b. Puisard

Ils sont utilisés pour isoler une partie du réseau des odeurs provenant notamment des EU et des EV.

II. Electricité

A partir du réseau de distribution, l'alimentation en énergie électrique d'un bâtiment comprend:

- Un branchement placé sous le contrôle de la JIRAMA ;
- Des installations intérieures à la charge des propriétaires.

a. Objectifs généraux

Les quatre points suivants doivent être assurés obligatoirement :

- La protection du bâtiment contre la foudre dans les régions exposées ;
- La protection contre les surtensions pour les appareils sensibles ;
- La protection des personnes contre les contacts indirects ;
- Le bon fonctionnement en général de l'installation électrique.

b. Principe d'installation

Les principes à caractères obligatoires sont les suivants :

- Un même circuit ne doit desservir plus de huit points d'utilisation ;
- Les socles de prise de courant seront alimentés par des circuits différents de ceux alimentant les foyers lumineux.

c. Dispositifs de protection

- Protection des circuits

Les dispositifs suivants dont les calibrages se trouvent à l'Annexe sont choisis :

- Disjoncteurs principaux différentiels de 30 mA qui sont sensibles aux variations brusques de courant et placés à l'origine du circuit ;
- Fusibles.
- Protection du bâtiment

La protection consiste à placer un système de protection extérieure ayant pour fonction de capter les coups de foudre. Les différents éléments suivants sont ainsi mis en place :

- Un paratonnerre à tige installé sur la toiture ;
- Des conducteurs de toiture et de descente en cuivre ou en acier galvanisé et inoxydable.
- Une prise de terre capable de faire écouler dans un temps très court un courant de foudre dans le sol.

- Protection des personnes

Elle est assurée par la mise en place d'une prise de terre, autre que celle du paratonnerre, à laquelle seront reliées notamment les prises de courant de l'installation munies à cet effet de contact de terre et sert à faire écouler un courant de fuite dans le sol.

Ainsi, le choix se porte sur une prise de terre à conducteur posé en boucle à fond de fouille.

d. Projet d'éclairage

L'éclairage remplit plusieurs fonctions :

- Donner une perception de l'environnement (Eclairage d'ambiance) ;
- Mettre en valeur une partie d'une construction ;
- Permettre d'accomplir une tâche (Eclairage de travail).

Il est essentiel alors de mener une étude du projet d'éclairage ayant pour but de déterminer le nombre de sources lumineuses nécessaires pour chaque local, conformément à sa destination et à son niveau d'éclairement souhaité.

- Eclairements moyens recommandés

L'éclairage d'une pièce répond à sa destination.

- Choix des luminaires

Pour la présente étude, les deux types de lampes suivantes sont choisis :

- Lampes à incandescences ;
- Tubes fluorescents.

Les caractéristiques de ces types de lampes sont données dans le tableau ci-après.

Tableau 78 : Caractéristiques des lampes

Types de lampe	Longueur [m]	Puissance [Watts]	Flux lumineux [lumens]
Lampes à incandescence	-	40	350
	-	60	600
	-	75	850
	-	100	1300
Tubes fluorescents	60	20	1000
	120	40	2500
	150	65	4000

a. Calcul du flux lumineux total et du nombre de luminaires

- *Indice du local K*

Les éclairages étant directs ou semi-directs ou mixtes, l'indice du local est donné par les relations suivantes.

$$K = \frac{a b}{[h (a + b)]} \quad (102)$$

Avec :

a : largeur de la pièce [m]

b : longueur de la pièce [m]

h : hauteur des luminaires au-dessus du plan utile [m]

- *Rapport de suspension J*

Le rapport de suspension est donné par :

$$J = \frac{(H - h)}{H} \quad (103)$$

Où H : hauteur sous-plafond

Il est à noter que nous avons pris également aux valeurs suivantes :

- J = 0 lorsque le luminaire est contre le plafond ;
- J = $\frac{1}{3}$ lorsque le luminaire est suspendu.

- *Facteur de réflexion*

C'est un facteur qui tient compte des couleurs des pièces.

Pour le présent projet, les teintes choisies sont claires pour le plafond, les murs et le sol.

- *Facteur d'utilisation U*

U est en fonction de J, K, des facteurs de réflexion et de la classe photométrique des luminaires.

- *Facteur de dépréciation d*

Ce facteur tient compte de la baisse d'efficacité de l'installation d'éclairage liée à la poussière régnant dans la pièce. Soit d = 1,25 (empoussièrément faible).

- *Flux lumineux total F*

C'est à partir du flux lumineux total que le nombre de luminaire nécessaire pour

le local étudié est obtenu.
$$F = \frac{E \cdot d \cdot S}{\eta \cdot U} \quad (104)$$

E : Eclairage moyen du local considéré en [lux]

S : Surface de la pièce [m²]

η : Rendement

- *Nombre de luminaires*

Ainsi, f étant le flux lumineux d'une unité de luminaire, le nombre de luminaires est :

$$N = \frac{F}{f} \quad (105)$$

- *Application à un appartement*

Tableau 79 : Nombre de luminaires dans chaque pièce au R d C

Locaux	a [m]	b [m]	h [m]	K	E [lx]	Eclairage	U	F [lm]	f [lm]	N [Unité]
Séjour + Mini bar	6,60	7,53	3,41	1,03	150	Direct	0,75	12425	4000	3
Coin feu + Coin TV	4,00	6,62	3,41	0,73	150		0,61	8139	4000	2
Cuisine	3,47	3,96	3,41	0,54	300		0,51	10104	4000	3
Coin repas	3,28	4,71	3,41	0,57	300		0,51	11359	4000	3
Chambre visiteurs	3,34	3,92	3,41	0,53	100		0,51	3209	2500	1
SdB Visiteurs	2,10	2,42	3,41	0,33	200		0,51	2491	1000	2
Cellier	1,90	3,60	3,41	0,36	150		0,51	2515	1000	3
Toilette	1,26	2,36	3,41	0,24	200		0,51	1458	1000	1
Hall d'entrée	1,59	2,52	3,41	0,29	100		0,51	982	1000	1
Escalier	2,16	4,84	3,41	0,44	150		0,51	3844	2500	2
Dégagement	1,90	4,48	3,41	0,39	150		0,51	3129	2500	1
Terrasse	2,60	4,48	3,41	0,48	100		0,51	2855	2500	1

III. Conclusion partielle

L'étude technique du projet met en valeur la réalisation de ce mémoire. Elle a pour déterminer le dimensionnement de l'ouvrage à partir de la règle BAEL 91/99 et finalement l'élément secondaire. Ainsi, le prochain chapitre nous renseignera sur la technologie de mise et les matériaux nécessaires pour la construction.

Partie III :

**TECHNOLOGIE DE MISE EN
OEUVRE**

Chapitre 10. LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Afin de mieux faciliter l'approvisionnement pour la construction, nous nous proposons d'utiliser de préférence des matériaux locaux. Mais pour des raisons techniques et architecturales, nous utiliserions des matériaux importés.

I. Granulats

Granulats ou agrégats, des matériaux inertes qui entrent dans la composition du béton, ils forment notamment le squelette des bétons hydrauliques.

Trois grandes familles de granulats sont ainsi définies, selon la norme NF P 18-545:

- les sables où $d = 0$ et $D \leq 4$ mm;
- les gravillons où $d \geq 4$ mm et $D \geq 12$ mm;
- les graves où $d = 0$ et $D > 4$ mm, mélange de sable et de gravillons, voire de fillers.

Les granulats employés pour le béton doivent être propres parce que les impuretés perturbent l'hydratation du ciment et entraînent des adhérences entre les granulats et la pâte.

1. Sables

On utilise généralement du sable de rivière ou de carrière débarrassé des impuretés, jamais de sable marin (en raison de sa salinité et de l'extrême finesse de ses grains) ou de sable de remblai car ces derniers contiennent des éléments néfastes pour la qualité du béton et du mortier.

La dimension maximum des sables varient selon leur type d'utilisation :

- Sable pour crépis et enduits et maçonnerie : 2.5 mm ;
- Sable pour béton armé : 5 mm ;
- Sable pour béton non armé : 10 mm.

2. Gravillons

Le gravier est composé de particules rocheuses lisses quand elles sont issues d'une rivière (c'est le gravier le plus recherché) ou concassées quand elles proviennent d'une carrière.

Il faut impérativement que le gravier soit débarrassé de la boue et des saletés qu'il pourrait contenir avant de fabriquer le béton.

Afin d'avoir une bonne résistance et une bonne ouvrabilité du béton, on va utiliser des gravillons de calibre 5/15 et 15/25.

II. Ciment

Le ciment est un liant hydraulique car il a la propriété de s'hydrater et de durcir en présence d'eau.

On va utiliser pour la construction le CEM I 42.5 et le CEM II 32.5.

- CEM I 42.5 : ciment de structure courant c'est-à-dire destiné pour le béton armé sollicité comme le poteau, la poutre, le plancher, semelle.
- CEM II 32.5 : destiné pour la chape, les enduits et le joint.

Il faut les placer dans un local à l'abri des intempéries et abrité du soleil et de l'humidité et/ou mettre les sacs dans un plastique étanche afin que l'humidité de l'air ne puisse les durcir, surtout pendant la période d'hiver.

III. Eau de gâchage

L'eau a comme objet d'hydrater le liant et de mouiller les granulats.

Tout comme les autres composants du mélange, elle doit être propre. Le dosage doit faire preuve d'une attention particulière car trop d'eau dans le béton entraîne la naissance de fissures et une perte de résistance au moment du séchage.

La quantité d'eau doit donc respecter la relation $\frac{E}{C} = \frac{1}{2}$ afin d'avoir un béton maniable.

Avec : E : la quantité d'eau ;

C : la quantité de ciment.

IV. Adjuvants

Ce sont des produits chimiques, liquides ou en poudre, incorporés en faible quantité dans le béton et destinés à leur conférer des propriétés particulières.

Parmi eux, il y a :

- Les modificateurs de prise (accélérateur, retardateur);
- Les plastifiants ;
- Les entraîneurs d'air ;
- Les hydrofuges.

V. Aciers

Pour les armatures des bétons armés, on va utiliser des barres à haute adhérence (HA), ayant une nuance Fe E 500, et les caractères d'adhérences suivant :

- Coefficient de fissuration $\eta = 1.6$;

- Coefficient de scellement $\Psi = 1.5$.

Ils doivent être stockés dans des milieux parfaitement protégés par l'humidité afin d'éviter la rouille.

VI. Briques

Les briques sont des produits céramiques, dont les matières premières sont des argiles, avec ou sans additifs.

Ils sont destinés pour la maçonnerie des murs de remplissage d'épaisseur 22 cm et 24 cm avec enduit. On va utiliser les briques pleines en terres cuites, selon de dimensions 9*1*22 d'après la norme TBM.

VII. Bois

Les bois sont destinés à faire des coffrages, des échafaudages et des étais (s'il n'y en a pas).

Il faut donc des différents types de bois comme : madriers, bois rond, planches, bastaings. Ils doivent être droits et sains.

Chapitre 11. MISE EN OEUVRE DES OUVRAGES EN BA

I. Le mortier et le béton**1. Le mortier**

Le mortier est le mélange d'agréats (sable), de liant (ciment ou chaux), d'eau et d'adjuvants (si on en a besoin).

a. Dosage

Il sera dosé selon sa nature d'emploi. Puisqu'il est destiné à faire :

- Des enduits ;
- Des joints de maçonnerie ;
- Des chapes.

On va présenter dans le tableau ci-dessous leur dosage respectif avec la quantité des matériaux qui le composent :

Tableau 80 : Quantité des matériaux composant le mortier

Désignation	Dosage (kg/m ³)	Quantité de sable		Quantité d'eau	
		(l)	(brouette)	(l)	(seau)
Enduit	350	400	8	175	17.5
Joint	300	400	8	150	15
Chape	400	400	8	200	20

Remarque :

Sur le chantier, on utilise du brouette et du seau pour quantifier les matériaux de construction (sable, gravillons, eau) dont 1 brouette = 50 l et 1 seau = 10 l.

b. Mode d'exécution

- Quantifier les matériaux constituant le mortier ;
 - Mesurer le sable avec du brouette et l'eau avec du seau pour faciliter la mise en œuvre ;
 - Mélanger le sable et le ciment à sec suivant leurs proportions définies, en utilisant de pelles ou d'une bétonnière ;
 - Ajouter progressivement l'eau qui est préalablement mesurée, jusqu'à l'obtention de la plasticité recommandée.

2. Le béton

Le béton est le mélange de liant (ciment ou chaux), d'agréats (sable et graviers), d'eau et éventuellement d'adjuvants.

a. Dosage

Comme le mortier, son dosage varie selon la nature de son utilisation.

Tableau 81 : Quantité des matériaux composant le béton

Désignation	Dosage (kg/m ³)	Quantité de sable		Quantité de graviers		Quantité d'eau	
		(l)	(brouette)	(l)	(brouette)	(l)	(seau)
Béton armé	350	400	8	800	16	175	17,5
Béton de propreté	150	400	8	800	16	75	7,5

b. Mode d'exécution

- Bétonnage manuel

- Mélanger le sable et le ciment avec de pelles;
- Ajouter le gravier et brasser de nouveau jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène;
- Faire un cratère au centre du mélange ;
- Verser y de l'eau de façon progressive jusqu'à l'obtention de la plasticité souhaitée et mélanger le en même temps.

- Bétonnage avec la bétonnière

C'est pratique d'utiliser une bétonnière pour préparer une grande quantité de béton. On suit les étapes suivantes pour son exécution :

- Humidifier la bétonnière en versant un peu d'eau (environ 10l) ;
- Ajouter les gravillons puis le sable ;
- Verser un peu d'eau et le ciment ;
- Laisser malaxer et verser de l'eau jusqu'à obtention de la bonne consistance de béton.

Il suffit de 2 à 3 mn pour réaliser un béton à la bétonnière.



Bétonnage manuel

Bétonnage avec la bétonnière

Figure 28 : Mise en œuvre du béton

II. Le coffrage et le décoffrage

1. Le coffrage

Le coffrage est une étape importante d'une construction dans le cas où on doit couler du béton. En effet, c'est cet assemblage qui va maintenir le béton jusqu'à ce qu'il soit sec.

Le coffrage a donc pour but de permettre au béton de prendre la forme souhaitée et de maintenir le matériau jusqu'à sa prise. Il doit être réalisé convenablement pour ne pas gaspiller le béton et pour éviter que la terre ne s'y mélange.

Le coffrage peut être métallique ou en bois mais il faut que les règles suivantes soient respectées:

- La surface du coffrage devra présenter une correcte planéité et doit épouser la forme exacte des ouvrages à coffrer ;
 - Les coffrages devront être étanches pour empêcher les fuites des laitances ;
 - Les coffrages devront aussi parfaitement raidis pour éviter toutes déformations surtout au moment du coulage du béton;
 - Il faut se servir de cales ou de piquets pour raidir le coffrage et assurer sa stabilité;
 - Les fonds de coffrage seront toujours nettoyés et arrosés avant le coulage du béton.
- Grâce au coffrage, le béton ne se répand partout et on bénéficie de guide pour couler la dalle et la lisser à niveau.



Coffrage entre poteau et dalle

Coffrage de la poutre

Figure 29 : Réalisation du coffrage

2. Le décoffrage

Le décoffrage doit être au moins 2 jours après coulage pour les parois et pour les fonds au moins un délai de 21 jours est nécessaire.

Les arêtes du béton coulé deviennent fragiles une fois que le béton a séché, il faut donc être méticuleux. Pour ce faire, il faut :

- Retirer un à un les piquets de maintien placés lors du coulage du béton, de même pour les chevillettes de maçon plantées dans le sol ;
- Décoller doucement les planches du béton pour ne pas briser les arêtes en donnant quelques coups de marteau sur les planches pour désolidariser le coffrage du béton (ou utiliser de l'huile de décoffrage qui est à enduire aux planches de coffrage avant le coulage du béton pour faciliter cette opération de décoffrage).

Il ne faut surtout pas insérer un burin ou un tournevis dans les interstices, autrement cette action abîmerait le béton qui vient d'être coulé.

III. Les armatures pour béton armé

Les armatures peuvent être longitudinales ou transversales (cadres, étriers ou épingles).

Les armatures longitudinales jouent le rôle de résistance des éléments en béton tandis que les armatures transversales maintiennent ces dernières et la section du béton.

1. Les travaux de ferrailages

Pour les travaux de ferrailage, on suit les étapes suivantes :

- Façonner les barres en les coupant longitudinalement à la cisaille ou aux mandrins (surtout pour les aciers HA) en tenant compte du plan d'exécution ;
- Assembler les par ligature en utilisant des fils recuits.

Il faut que les barres assemblées soient de même nuance et pendant ce travail, il faut toujours suivre les plans de ferrailages.



*Façonnage
de l'armature*

*Fils recuits pour
ligaturer les barres*

*Assemblage
des armatures*

Figure 30 : Ferrailage des armatures

2. Les cales béton

Ils permettent assurer l'enrobage des aciers afin de les protéger contre le phénomène d'oxydation.

Or, cet enrobage est en fonction du type du site de l'ouvrage, il doit au moins être égal à :

- 4 cm pour le cas de la fissuration très préjudiciable;

- 3 cm pour les parements non coffrés soumis à des actions agressives, ou à des intempéries, ou à des condensations (cas exceptionnel);
- 2 cm pour le cas de fissuration préjudiciable ;
- 1 cm pour le cas de fissuration peu préjudiciable.

Pour ce faire :

- Construire un moule de profondeur « e » selon l'épaisseur de la cale nécessaire;
- Remplir le moule de mortier ;
- Introduire des boucles de fil à ligaturer.
- Couper le mortier en blocs avant que le mortier ne durcisse trop.



Figure 31 : Fabrication des cales bétons

IV. Coulage du béton

Couler le béton et égaliser-le au fur et à mesure en tirant la règle bien en appui sur les planches

- Utiliser un fil à plomb pour vérifier la verticalité du coffrage des poteaux avant coulage du béton;
- En même temps, vibrer le béton surtout sur les angles et tapoter les planches de coffrage pour faire remonter la laitance de ciment ;
- Lisser la surface à la taloche par des mouvements circulaires pour les planches;

- Le lendemain du bétonnage, procéder à la cure du béton après le décoffrage en l'arrosant 3 fois par jour pendant 7 jours.



Vibration du béton de la dalle

Coulage du béton

Figure 32 : Vibration et Coulage

V. Conclusion partielle

L'étude de la technologie est achevée. Elle nous a permis de connaître les matériaux essentiels pour la construction du bâtiment et les différentes démarches à suivre pour la réalisation des éléments qui constituent le bâtiment. Ainsi, nous terminerons notre étude avec l'évaluation financière du projet et étude d'impact environnemental.

Partie IV :

**EVALUATION FINANCIERE DU
PROJET ET ETUDE D'IMPACT
ENVIRONNEMENTAL**

Chapitre 12. SOUS-DETAIL DE PRIX

Un sous-détail de prix est un ensemble de calculs conduisant à la détermination de prix unitaires pour les différentes parties de l'ouvrage afin d'établir le devis estimatif.

Par définition :
$$PU = K_1 * \frac{D}{R} \quad (106)$$

Avec :

PU : Prix unitaire ;

K_1 : Coefficient de déboursés ;

D : Déboursés ;

R : Rendement pour une activité donnée.

Le déboursés est l'ensemble des dépenses unitaires : location des matériels, salaire des mains d'œuvres, coût des matériaux nécessaires.

1. Coefficient de déboursés K_1

Ce coefficient est défini par la relation :

$$K_1 = \frac{\left(1 + \frac{A_1}{100}\right) \times \left(1 + \frac{A_2}{100}\right)}{1 - \left[\left(\frac{A_3}{100}\right) \times \left(1 - \frac{TVA}{100}\right)\right]} \quad (107)$$

- A_1 : Frais généraux proportionnels aux déboursés, telles que

$$A_1 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 ;$$

- A_2 : Bénéfices bruts et frais financiers proportionnels aux prix de revient de l'entreprise, telles que

$$A_2 = a_5 + a_6 + a_7 + a_8 ;$$

- A_3 : Frais proportionnels aux TVA, tel que telles que $A_1 = a_9$;

T : Le TVA tel que TVA = 20%.

On va présenter dans le tableau ci-contre la valeur de ce coefficient de déboursés :

Tableau 82 : Coefficient de déboursés

Origine des frais	Décomposition à l'intérieur de chaque catégorie de frais	Indice de composition		A_i
Frais généraux proportionnels aux déboursés	Frais d'agence et patente de l'entreprise	a_1	3,5	14,5
	Frais de chantier	a_2	6	
	Frais d'études et de laboratoire	a_3	3	
	Assurances	a_4	2	
Bénéfices bruts et frais financiers proportionnels aux prix de revient	Bénéfice net et impôt sur les bénéfices	a_5	15	27
	Aléas techniques	a_6	2	
	Aléas de révision des prix	a_7	0	
	Frais financiers	a_8	10	
Frais proportionnel au prix règlement avec TVA	Frais de siège	a_9	0	0

D'où le coefficient de déboursé $K_1 = 1.45$

2. Sous-détail de prix

Tableau 83 : Sous-détail de prix de la chape dosée à 400 kg/m^3

Désignation : Béton Q400									
Rendement : R = 2m³/j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Outillage	fft	1	fft	1	17 000,00	17 000,00			17 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2 600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1 600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	2	h	8	1 200,00		19200,00		
Manœuvre	Hj	3	h	8	800,00		19200,00		42 600,00
Matériaux									
Sable	m³	0,4	m³	0,8	21 500,00			17 200,00	499 200,00
Ciment CEM I 42.5	kg	400	kg	800	600,00			480 000,00	
Eau	m³	0.2	m³	0.4	5 000,00			2 000,00	
Total des déboursés D								558 800,00	
PU = K ₁ × D / R								405 130,00	

Tableau 84 : Sous-détail de prix du béton dosé à 350 kg/m³

Désignation : Béton Q350									
Rendement : R = 3m³/j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Bétonnière	U	1	h	4	14 000,00	56000,00			
Pervibrateur	U	1	h	4	11 000,00	44000,00			
Outillage	fft	1	fft	1	17 000,00	17000,00			117 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	4	h	8	1 200,00		38400,00		
Manœuvre	Hj	5	h	8	800,00		32000,00		74 600,00
Matériaux									
Sable	m³	0,4	m³	1,2	21 500,00			30 960,00	
Gravillons	m³	0,8	m³	2,4	32 000,00			92 160,00	
Ciment CEM I 42.5	kg	350	kg	1050	600,00			630000,00	755 820,00
Eau	m³	0.2	m³	0.54	5 000,00			2 700,00	
Total des déboursés D								947 420,00	
PU = K ₁ × D / R								457 919,67	

Tableau 85 : Sous-détail de prix d'enduit dosé à 300 kg/m³

Désignation : Enduit (ép. = 1,5cm)									
Rendement : R = 20m³/j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Outillage	fft	1	fft	1	17 000,00	17000,00			17 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2 600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1 600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	2	h	8	1 200,00		19200,00		
Manœuvre	Hj	6	h	8	800,00		38400,00		61 800,00
Matériaux									
Sable	m³	0,0	m³	0,2	21 500,00			4 300,00	
Eau	m³	0.2	m³	4	5 000,00			20 000,00	
Ciment CEM I 42.5	kg	3	kg	60	600,00			36 000,00	40 300,00
Total des déboursés D								139 100,00	

$PU = K1 * D / R$	10 084,75
-------------------	------------------

Tableau 86 : Sous-détail de prix du béton dosé à 150 kg / m³

Désignation : Béton Q150									
Rendement : R = 3m³/j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Bétonnière	U	1	h	2	14 000,00	28000,00			
Pervibrateur	U	1	h	2	11 000,00	22000,00			
Outillage	fft	1	fft	1	17 000,00	17000,00			67 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	1	h	8	1 200,00		9600,00		
Manœuvre	Hj	3	h	8	800,00		19200,00		33 000,00
Matériaux									
Sable	m³	0,4	m³	1,2	21 500,00			30960,00	
Gravillons	m³	0,8	m³	2,4	32 000,00			76800,00	
Ciment CEM I 42.5	kg	150	kg	450	600,00			270000,00	380 760,00
Eau	m³	0.2	m³	0.6	5 000,00			3 000,00	
Total des déboursés D								480 760,00	
PU = K ₁ × D / R								232 367,33	

Tableau 87 : Sous-détail de prix de la maçonnerie de briques

Désignation : Maçonnerie de brique (ép. = 22cm)									
Rendement : R = 20m³/j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Outillage	fft	1	fft	1	17 000,00	17000,00			17 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	3	h	8	1 200,00		28800,00		
Manœuvre	Hj	5	h	8	800,00		32000,00		65 000,00

Matériaux									
Brique	U	110	U	2200	90,00			198000,00	
Sable	m ³	0,03	m ³	0,44	21 500,00			9460,00	
Ciment CEM I 42.5	kg	5,5	kg	110	600,00			66000,00	293 460,00
Eau	m ³	0.2	m ³	4	5 000,00			20 000,00	
Total des déboursés D								375 460,00	
PU = K ₁ × D / R								27 220,85	

Tableau 88 : Sous-détail de prix des armatures

Désignation : E 500									
Rendement : R = 60Kg/j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Outillage	fft	1	fft	1	17 000,00	17 000,00			17 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2 600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1 600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	3	h	8	1 200,00		28 800,00		
Manœuvre	Hj	4	h	8	800,00		25 600,00		58 600,00
Matériaux									
Acier Tor de tout Φ	kg	1	kg	60	3 200,00			192 000,00	
fil recuit	kg	0,1	kg	6	4 500,00			27 000,00	219 000,00
Total des déboursés D								404 100,00	
PU = K ₁ × D / R								9 765,75	

Tableau 89 : Sous détail de prix des coffrages en bois

Désignation : Coffrage en bois Rendement : R = 60 m ² /j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Outillage	fft	1	fft	1	17000,00	17000,00			17 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	2	h	8	1 200,00		19200,00		
Manœuvre	Hj	4	h	8	800,00		25000,00		49 000,00

Matériaux									
planche (L = 4m.l=15cm)	U	2	U	120	3 000,00			180000,00	
Bois rond L=4m et $\phi 10$	U	1,5	U	90	1 800,00			54000,00	
Bois carrée de 4*4 cm de 4m de long	U	0,5	U	30	3 000,00			36000,00	
Pointe	U	0,3	U	18	4000,00			48000,00	318 000,00
Total des déboursés D								870 000,00	
PU = $K_1 \times D / R$								21 025,00	

Tableau 90 : Sous-détail de prix de l'hérissonnage

Désignation : Hérissonnage d'épaisseur ép. = 10cm									
Rendement : R = 15 m²/j									
Composant des prix			Coût direct			Dépenses directes			Total (Ar)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
Matériels									
Outillage	fft	1	fft	1	17 000,00	17000,00			17 000,00
Main d'œuvre									
Chef de chantier	Hj	1	h	1	2 600,00		2600,00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	1	1 600,00		1600,00		
Ouvriers spécialisés	Hj	2	h	8	1 200,00		19200,00		
Manœuvre	Hj	4	h	8	800,00		25600,00		49 000,00
Matériaux									
Sable de pose e=2cm	m³	0.03	m³	0,45	21500,00			9675,00	
Tout venant	m³	0,1	m³	1,5	42000,00			63000,00	
Ciment CEM I 42.5 (chape e=1cm)	kg	4	kg	60	600,00			36000,00	12 3675,00
Eau	m³	0.2	m³	3	5 000,00			15 000,00	
Total des déboursés D								189 675,00	
PU = K _I × D / R								18 335,25	

Chapitre 13. DETAIL QUANTITATIF ET ESTIMATIF

On va présenter dans le tableau ci-dessous le devis quantitatif et estimatif de cette construction.

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU [Ar]	Montant [Ar]
1	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER				
1-1	Installation et repli de chantier	fft	1	6 700 000,00	8 000 000,00
<i>Total travaux préparatoires</i>					8 000 000,00
2	TERRASSEMENT				
2-1	Débroussaillage et nettoyage	m ²	1350	550,00	742 500,00
2-2	Décapage et nettoyage	m ²	660	400,00	264 000,00
2-3	Fouille en excavation	m ³	55	3100,00	170 500,00
2-4	Fouille en rigole	m ³	200	1350,00	270 000,00
2-5	Remblai	m ³	100	1250,00	125 000,00
<i>Total terrassement</i>					1 572 000,00
3	OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE				
3-1	Béton de propreté	m ³	6,5	232 367,33	1 510 387,67
3-2	Béton de forme	m ³	12,5	321 048,00	4 013 100,00
3-3	<i>Béton dosé à 350 kg/m3</i>	m ³	95	457 919,67	43 502 368,33
3-4	Armatures	kg	4000	9 765,75	39 063 000,00
3-5	Coffrage	m ²	429	21 025,00	9 019 725,00
3-6	Hérissonnage	m ³	17	18 335,25	311 699,25
3-7	Sable concassage	m ³	4,5	21 500,00	96 750,00
3-8	Film polyane	m ²	84	14 000,00	1 176 000,00
3-9	Arase étanche	m ²	20,5	10 944,00	224 352,00
3-10	Soubassement maçonnerie d'agglos	m ²	53,5	15 600,00	834 600,00
3-11	Soubassement maçonnerie de moellons	m ³	15	169 364,00	2 540 460,00
3-12	Emulsion bitumineuse	m ²	40	60 000,00	2 400 000,00
<i>Total ouvrages en infrastructure</i>					104 692 442,25
4	OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE				
4-1	Béton dosé à 250 kg/m3	m ³	9,5	281590,00	2 675 105,00
4-2	<i>Béton dosé à 350 kg/m3</i>	m ³	450	457 919,67	206 063 850,00
4-3	Armatures	kg	2250	9 765,75	21 972 937,50
4-4	Coffrage	m ²	1950	21 025,00	40 998 750,00
<i>Total ouvrages en superstructure</i>					271 710 642,50

5	MAÇONNERIE & RAVALEMENT				
5-1	Maçonnerie de briques	m ²	850	27 220,85	23 137 722,50
5-2	Maçonnerie de claustras	m ²	5,40	17 560,00	94 824,00
5-3	Enduit au mortier de ciment dosé à 300 kg/m ³	m ²	1829,04	10 084,75	18 445 411,14
<i>Total maçonnerie & ravalement</i>					41 677 957,64
6	CHARPENTE - COUVERTURE – TERRASSE				
6-1	Charpente en bois	m ³	3,5	714 410,00	2 500 435,00
6-2	Tôle profil BAC	m ²	195	28 600,00	5 577 000,00
6-3	Faîtière et solin	ml	47	21 200,00	996 400,00
6-4	Bande de rive en tôle plane	ml	24	30 000,00	720 000,00
6-5	Planche de rive en bois dur	ml	2,4	12 000,00	28 800,00
6-6	Tuyau de descente EP Ø100	ml	115	9 100,00	1 046 500,00
6-7	Partie courante	m ²	65	25 000,00	1 625 000,00
6-8	Relevés d'étanchéité	ml	67	23 000,00	1 541 000,00
6-9	Etanchéité pour chéneaux	m ²	36	17 000,00	612 000,00
6-10	D.E.P. diam. 90 mm	U	10	8 300,00	83 000,00
<i>Total charpente - couverture - terrasse</i>					13 486 725,00
7	ASSAINISSEMENT				
7-1	Buse en ciment				
	Buse Ø 100 mm	ml	20	14 000,00	280 000,00
	Buse Ø 120 mm	ml	12	18 000,00	216 000,00
	Buse Ø 150 mm	ml	12	19 000,00	228 000,00
	Buse Ø 200 mm	ml	24	20 000,00	480 000,00
	Buse Ø 250 mm	ml	10	25 000,00	250 000,00
7-2	Regard en voile BA				
	Dimensions int : 40x40 cm	U	5	497 408,80	397 927,04
	Dimensions int : 60x60 cm	U	4	497 408,80	397 927,04
	Dimensions int : 70x70 cm	U	3	497 408,80	373 056,60
7-3	Fosse septique pour 12 personnes type traditionnel	U	1	4 000 000,00	4 000 000,00
7-4	Puisard en maçonnerie de moellons	U	1	1 500 000,00	1 500 000,00
<i>Total assainissement</i>					6 668 910,68
8	REVETEMENTS SOL ET MURAL				
8-1	Chapes épaisseur 4 cm dosé à 400 kg/m ³	m ³	23	10 722,75	246 623,25
8-2	Carreaux de sol 30x30	m ²	350	41 200,00	14 420 000,00
8-3	Plinthes ht 10 cm en carreaux	ml	175	10 041,00	1 757 175,00
8-4	Carreaux de faïence 15x15 et 30*15	m ²	223	39 600,00	8 830 800,00
8-5	Parkex en bois de palissandre	m ²	200	55 200,00	11 040 000,00
<i>Total revêtements sol et mural</i>					36 294 598,25

9	MENUISERIE BOIS				
9-1	porte isoplane: 90 x 210	U	8	200 000,00	1 600 000,00
9-2	porte isoplane: 80 x 210	U	11	190 000,00	2 090 000,00
9-3	porte pleine: 150 x 210	U	2	756 500,00	1 513 000,00
9-4	porte pleine: 100 x 210	U	1	5 873 000,00	5 873 000,00
9-5	porte pleine: 90 x 210	U	2	547 200,00	1 094 400,00
9-6	placard				
	MEB6: 1,86x0,60 x 2,00	U	1	630 000,00	630 000,00
	MEB7: 1,64x0,60 x 2,00	U	4	540 000,00	2 160 000,00
	MEB8: 3,04x0,60 x 2,00	U	2	856 000,00	1 712 000,00
	MEB9: 2,40x0,60 x 2,00	U	1	763 000,00	763 000,00
	MEB10: 1,20x0,60 x 2,00	U	1	500 000,00	500 000,00
	MEB11: 2,20x0,60 x 2,00	U	1	700 000,00	700 000,00
	MEB12: 1,80x0,60 x 2,00	U	1	650 000,00	650 000,00
	MEB13: 1,80x0,70 x 2,00	U	1	650 000,00	650 000,00
	MEB14: 1,26x0,60 x 2,00	U	1	510 000,00	510 000,00
9-7	escalier massif en bois palissandre	U	1	7 560 500,00	7 560 500,00
<i>Total menuiserie bois</i>					28 005 900,00
10	MENUISERIE METALLIQUE				
10-1	Grille métallique	m2	1,5	68 000,00	102 000,00
10-2	Garde-corps métallique	ml	50	60 000,00	3 000 000,00
10-3	Porte: 1500x2100	U	2	350 000,00	700 000,00
10-4	Porte: 1000x2100	U	3	310 000,00	930 000,00
10-5	Garde-corps et rampe d'escalier	ml	19	60 000,00	1 140 000,00
10-6	Nez de marche en cornière 20x3	ml	67	15 000,00	1 005 000,00
10-7	Volet roulant électrique 2400x2440	U	2	2000 000,00	4 000 000,00
<i>Total menuiserie métallique</i>					10 877 000,00
11	MENUISERIE ALUMINIUM				
11-1	Porte vitrée: 1500 x 2100	U	1,00	598 500,00	598 500,00
11-2	Châssis vitrée: 2000 x 1100	U	16,00	418 000,00	6 688 000,00
11-3	Châssis vitrée: 2000 x 2120	U	2,00	798 000,00	1 596 000,00
11-4	Châssis vitrée: 2000 x 1610	U	6,00	610 000,00	3 660 000,00
11-5	Porte vitrée: 2000 x 2610	U	1,00	710 976,00	710 976,00
11-6	Jalousie à 7 lames : 1000 x 1100	U	1,00	209 000,00	209 000,00
11-7	Châssis vitrée: 2000 x 600	U	7,00	228 000,00	1 596 000,00
11-8	Porte-fenêtre vitrée: 2000 x 2100	U	3,00	927 360,00	2 782 080,00
11-9	Châssis vitrée: 1500 x 1610	U	2,00	458 850,00	917 700,00
11-10	Châssis vitrée: 1500 x 1100	U	3,00	313 500,00	940 500,00
11-11	Châssis vitrée: 1000 x 1610	U	3,00	304 000,00	912 000,00
11-12	Jalousie à 7 lames : 750 x 1100	U	3,00	156 750,00	470 250,00
<i>Total menuiserie aluminium</i>					21 081 006,00

12	PLOMBERIE SANITAIRE				
12-1	Lavabo	U	2	150 000,00	300 000,00
12-2	Plan vasque				
	Dimensions : 120 x 60 cm	U	5	50 000,00	250 000,00
	Dimensions : 148 x 60 cm	U	2	60 000,00	120 000,00
	Dimensions : 166 x 60 cm	U	2	70 000,00	140 000,00
12-3	Siège WC à l'anglaise	U	9	285 600,00	2 570 400,00
12-4	Receveur de douche 80x80	U	5	500 000,00	2 500 000,00
12-5	Evier double bac en inox de 120x60	U	2	80 000,00	160 000,00
12-6	Evier simple bac en inox de 100x60	U	1	60 000,00	60 000,00
12-7	Accessoires				
	Miroir 50x60cm	U	8	50 000,00	400 000,00
	Porte papier hygiénique	U	9	10 000,00	90 000,00
	Porte serviette	U	9	10 000,00	90 000,00
	Porte savon	U	11	10 000,00	110 000,00
12-8	Chauffe eau: 50 litres	U	2	501 600,00	1 003 200,00
12-9	Chauffe eau: 100 litres	U	4	786 400,00	3 145 600,00
12-10	Canalisation d'alimentation	ens	2	4 000 000,00	8 000 000,00
12-11	Canalisation d'évacuation des EU et EV	ens	1	2 500 000,00	2 500 000,00
12-12	Ventilation haut et basse	U	22	20 000,00	440 000,00
12-13	Baignoire d'angle	U	2	1 128 000,00	2 256 000,00
<i>Total plomberie sanitaire</i>					24 135 200,00
13	ELECTRICITE				
13-1	Tableau compteur	U	2	3 500 000,00	7 000 000,00
13-2	Tableau disjoncteur	U	10	600 000,00	6 000 000,00
13-3	Câblage électrique	fft	1	5 000 000,00	5 000 000,00
13-4	Prise 2P+T	U	58	33 200,00	1 925 600,00
13-5	Point lumineux	U	55	54 000,00	2 970 000,00
<i>Total électricité</i>					22 895 600,00
14	CLOISON ET PLAFONNAGE				
14-1	Solivage en bois dur	m ³	3,5	450 000,00	1 575 000,00
14-2	Faux-plafond en Placoplatre	m ²	231	17 440,00	4 028 640,00
14-3	Plafond en volige	m ²	110	10 837,00	1 192 070,00
<i>Total cloison et plafonnage</i>					6 795 710,00
15	PEINTURE				
15-1	Peintre genre Bessier en 2 couches	m ²	1152	5 400,00	6 220 800,00
15-2	Peinture acrylique intérieur et extérieur	m ²	2003	6 000,00	12 018 000,00
15-3	Peinture antirouille	m ²	60	3 400,00	204 000,00
15-4	Peinture glycérophthalique	m ²	147	7 500,00	1 102 500,00
15-5	Vernis brillant en 2 couches	m ²	110	7 800,00	858 000,00
<i>Total peinture</i>					20 403 300,00

16	AMENAGEMENTS EXTERIEURS & CLOTURE				
16-1	ASSAINISSEMENT				
16-2	Buse en ciment Ø 400	ml	22	14 000,00	308 000,00
16-3	Caniveau en béton armé	ml	10	20 000,00	200 000,00
16-4	AIRE DE CIRCULATION ET PARKING- ESPACESVERTS				
16-5	Couche de tout venant 0/31,5	m ³	65	42 000,00	2 730 000,00
16-6	Béton coulé dosé à 350 kg	m ³	6,5	457 919,67	2 976 477,83
16-7	Paves autobloquants	m ²	290	25 000,00	7 250 000,00
16-8	Bordure de jardin en béton	ml	144	15 000,00	2 160 000,00
16-9	Epandage de terre végétale	m ²	230	15 000,00	3 450 000,00
16-10	CLOTURE				
16-11	Clôture en maçonnerie de briques	m ²	245	28 948,71	7 092 433,95
16-13	Peinture acrylique extérieur	m ²	490	4 500,00	2 205 000,00
16-14	Séparation en grillage	ml	33	30 000,00	990 000,00
16-15	Portail à 2 vantaux: 4000 x 2500	U	1	4 000 000,00	4 000 000,00
16-16	Portail à 1 vantail: 1000 x 2100	U	1	800 000,00	800 000,00
<i>Total aménagements extérieur&clôture</i>					34 161 911,78

Tableau 92: Récapitulation du devis estimatif

N°	Désignations	Montant (Ariary)
1	TRAVAUX PREPARATOIRES	8 000 000,00
2	TERRASSEMENT	1 572 000,00
3	OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE	104 692 442,25
4	OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE	271 710 642,50
5	MAÇONNERIE & RAVALEMENT	41 677 957,64
6	CHARPENTE - COUVERTURE - TERRASSE	13 486 725,00
7	ASSAINISSEMENT	6 668 910,68
8	REVETEMENTS SOL ET MURAL	36 294 598,25
9	MENUISERIE BOIS	28 005 900,00
10	MENUISERIE METALLIQUE	10 877 000,00
11	MENUISERIE ALUMINIUM	21 081 006,00
12	PLOMBERIE SANITAIRE	24 135 200,00
13	ELECTRICITE	6 795 710,00
14	CLOISON ET PLAFONNAGE	6 795 710,00
15	PEINTURE	20 403 300,00
16	AMENAGEMENT EXTERIEUR& CLOTURE	34 161 911,78
	Montant HTVA	636 359 014,10
	TVA 20%	127 271 802,80
	Montant total TTC	763 630 816,92

Arrêté le présent détail quantitatif et estimatif à la somme de SEPT CENT SOIXANTE TROIS MILLION SIX CENT TRENTE MILLE HUIT SIEGE ARIARY (763 630 816,92Ariary) y comprise la taxe sur la valeur ajoutée de 20% s'élevant à CENT VINGT SEPT MILLION DEUX CENT SOIXANTE ONZE MILLE HUIT CENT SEIGE ARIARY (127271802,80 Ariary).

Soit le montant du coût au mètre carré bâti à la somme de NEUF CENT CINQUANTE QUATRE MILLE CINQ CENT TRENTE HUIT ARIARY (954538,52Ariary)

Chapitre 14. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

La prise en compte des impacts environnementaux s'avère être essentielle, quel que soit le type du travail, surtout pour les services ayant des interactions avec l'environnement comme dans le domaine du génie civil, au regard des enjeux qui se manifestent avant, pendant et après la construction d'un ouvrage.

I. Généralités

On peut définir l'impact environnemental comme les effets positifs ou négatifs durant le cycle de vie entier du bâtiment, de l'extraction des matériaux de construction jusqu'à la démolition du bâtiment.

L'étude de l'impact environnemental consiste, donc, à examiner, étudier les effets, positifs ou négatifs, de l'ouvrage liés à l'environnement afin de les évaluer et de prendre enfin des mesures pour réduire, prévenir, limiter ou supprimer les conséquences.

Les impacts environnementaux de la construction se concentrent autour des chantiers et des produits finaux (bâtiments, routes, ponts...).

En effet, l'analyse environnementale se caractérise comme un outil à destination :

- Des industriels : elle permet d'identifier les matériaux et procédés dont l'impact sur l'environnement peut être réduit ;
- Des maîtres d'œuvre : l'analyse environnementale constitue un appui essentiel pour optimiser leur choix à l'échelle des matériaux, des systèmes constitutifs et des projets dans leur globalité ;
- Des maîtres d'ouvrage qui ont la possibilité de comparer des solutions qui leur sont proposées et de vérifier que les objectifs fixés en matière de performance environnementale sont tenus tout au long du projet.

II. Evaluation des impacts

L'analyse des impacts a révélé des impacts aussi bien négatifs que positifs.

1. Impacts négatifs

Les impacts négatifs peuvent se manifester avant, pendant et après la construction.

a. Avant

La construction de ce bâtiment requiert l'utilisation de matières premières comme les granulats, l'argile, le bois... Ils peuvent également servir à la fabrication de matériaux élaborés comme le béton, le ciment, le verre, les briques...

Les impacts de ces activités sur l'environnement sont variés :

- L'extraction de matières premières implique un prélèvement de ressources important causant des nombreux dégâts dans les divers domaines ou milieux concernés ;
- Le traitement chimique des certains matériaux est potentiellement polluant ;
- L'énergie consommable pour la transformation des matériaux est également responsable de rejets de polluants dans l'air et dans l'eau ;
- Le transport de ces matériaux nécessite des camions qui sont aussi sources de la dégradation de la route, de la pollution de l'air.

b. Pendant l'ouvrage

Pendant la construction de l'ouvrage, des problèmes sont survenus au niveau du milieu physique (eau, air et sol) et du milieu humain.

➤ Au niveau du milieu physique

- Air : Les équipements mobiliers, les matériaux de construction, les engins et les camions sont des responsables de l'émission des polluants dans l'air. Elles concernent plus particulièrement les particules fines en suspension (les poussières), le dioxyde de carbone (CO₂)... qui ont des effets néfastes pour l'environnement ainsi que pour la santé des employés et des riverains.

- Eau : La consommation excessive d'eau potable et le rejet des polluants dans l'eau sont considérables durant le chantier : les installations du stockage, le traitement des déchets, l'utilisation des produits chimiques (peinture etc.), le lavage des matériels et les engins de chantier...

Par ailleurs, les eaux usées des entourages stagnent presque sur ce terrain, le problème posé c'est que ces eaux usées pourront disperser dans des différents lieux causant enfin des maladies, des saletés du quartier...

- Sol : La pollution du sol est provenue des rejets divers : déchets de béton et déversements involontaires des hydrocarbures... D'où les risques d'érosion, de sédimentation liés aux travaux et de la pollution de la nappe phréatique...

➤ Au niveau du milieu humain

Durant le chantier, des divers problèmes pourront être survenus tant aux employés qu'aux riverains. Parmi ces impacts, on va citer :

- La pollution sonore : Les bruits causant par les engins vont contrarier les employés et perturber les entourages.

- Les déchets : Accumulation des déchets, provenant des produits utilisés, pouvant obstruer les fossés ou les canaux d'eau et aussi entraîner des maladies.

- Blocage d'accès : Il va y avoir une difficulté d'accès et de circulation des habitants dans le quartier pendant la construction. Les camions et les engins vont créer aussi des embouteillages lors de leur circulation sur la route.

- Accident : dû à une projection des matériaux, effondrement accidentel d'une partie de construction, chute des matériaux ou des personnels à une hauteur importante.

c. *Après*

- L'insécurité : A cause de la possibilité d'existence de beaucoup de monde, les autres bâtiments à son entourage courent un risque d'insécurité.

Bref, dans le secteur de la construction, les impacts négatifs sont principalement liés aux activités des chantiers de construction. De plus, ils infectent le personnel du chantier et les environnants (les voisins, les passagers).

2. Impacts positifs

L'impact positif porte sur le développement global de la société, tant sur le plan d'urbanisme (nouvelle infrastructure) que sur le plan social. Le quartier d'implantation et de l'harmonisation avec l'environnement du projet. La villa sera implantée dans le

quartier d'Ankerana Akadindramamy car le bâtiment s'y intègre très bien. Il est conçu avec des matériaux haut de gamme qui, par conséquent, nous permettent de qualifier la villa étage.

III. Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Après avoir identifiés les impacts négatifs environnementaux, on va procéder maintenant à la proposition des mesures correctives pour y remédier.

➤ Concernant les matériaux de construction

Utiliser des matériaux et produits durables, qui réduisent la consommation de matières premières et atténuent les impacts environnementaux associés à l'extraction des ressources, à la fabrication, au transport et à l'installation de ces matériaux et produits.

➤ Concernant la pollution de l'eau, de l'air et du sol

- Collecter et utiliser l'eau de pluie (s'il y en a), afin de réduire la consommation d'eau potable,
- Prendre en compte des nouveaux plans de canalisation des eaux usées ;
- Faire des activités liées à l'amélioration de l'environnement (reboisement, grand ménage...) ;
- Maintenir en bon état les matériels et les véhicules pour minimiser les émissions des bruits et des gaz ;
- Stocker les déchets dans des bacs à ordures ;
- Evacuer les eaux cumulées sur le chantier pour éviter son infiltration dans la nappe phréatique ;
- Mettre en évidence des locaux sanitaires pour les employés.

➤ Sur le niveau social

- Mettre des agents de surveillance ou d'organisation du chantier, des panneaux de signalisation pour indiquer les gens afin d'éviter tout type d'accident ;

- Equiper tous les ouvriers par des équipements de protection comme les casques, les bottes, les gants, les combinaisons, les lunettes, les gilets, les harnais... pour assurer leur sécurité ;
- Disposer des appareils préventifs au cas d'accidents (extincteur au cas d'un incendie);
- Eviter les travaux de nuit pour ne pas déranger la population environnante ;
- Prévoir des itinéraires de transport des engins pour éviter les embouteillages ;
- Gérer la dispersion des déchets pendant toute la phase de construction.

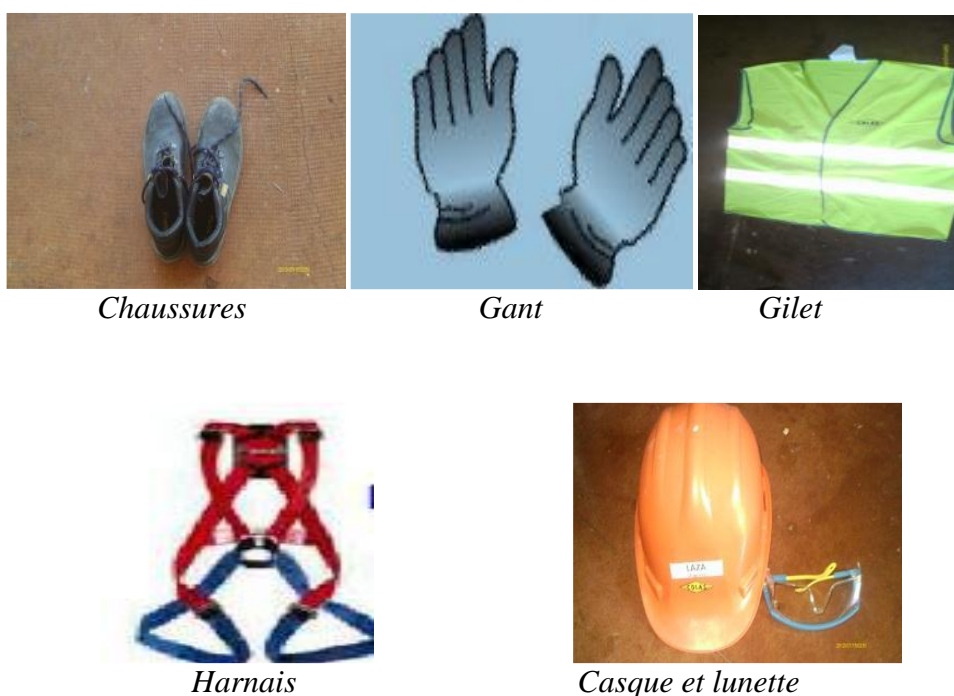


Figure 33 : Equipements de Protection Individuelle

IV. Mesures d'accompagnement impacts positifs

Du point de vue économique, le présent projet est une issue à la crise de logements.

Du point de vue technique, le projet permettrait à la formation d'ouvriers et des cadres dans le pays, des transferts de compétences optimisant la capacité des jeunes employés et des transferts de techniques et de savoir-faire entre les travailleurs nationaux.

Du point de vue infrastructure locale, le projet apporterait de l'innovation et contribuerait à l'embellissement de la ville.

CONCLUSION

Au terme de ce mémoire de fin d'étude, intitulée « ETUDE DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA R+2 AVEC SOUS - SOL A USAGE D'HABITATION SIS A ANKERANA » nous pouvons considérer qu'un tel projet présente une importance capitale du fait que l'édification par plusieurs résidences privées parvient à un certain développement.

Tout d'abord, nous avons pu étudier la faisabilité du projet et la conception architecturale conformément à la norme en vigueur en termes de confort.

Techniquement, un technicien doit aussi avoir une connaissance sur la complexité des calculs ainsi que les paramètres s'y afférant afin de résoudre les problèmes se rattachant au dimensionnement des différents éléments de l'ouvrage.

Ensuite, du point de vue technologique, il est très important pour un technicien de maîtriser la mise en œuvre d'un bâtiment dans le domaine théorique et pratique.

Enfin, nous tenons à confirmer que pour assurer la pérennité de l'ouvrage et le confort des usagers, le respect des normes en vigueur est donc indispensable.

En bref, la réalisation de ce projet nous a permis d'apprendre plusieurs méthodes et procédures en termes d'étude du bâtiment. L'élaboration de notre projet se situe donc dans un cadre positif.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Mme RAVAOHARISOA Lalatiana, Cours de Béton Armé (2014-2015)
- [2] Mr RAZAFINJATO Victor, Cours de RDM (2014) et Calcul Des Structures (2015)
- [3] Mr ANDRIANARIMANANA Richard, Cours de Dessin Technique (2014) et Cours de Technologies des Bâtiments
- [4] Mme RAJAONARY Veroniaina, Cours de Procédés Généraux de la Construction (2015)
- [5] Prof. Barakat A, Matériaux de carrière et de construction
- [6] CESFA BTP, Dalles-éléments de cours
- [7] F. Martignoni, Travaux d'infrastructure
- [84] Jean Roux, PRATIQUE DU B.A.E.L 91, Cours avec exercices corrigés
- [9] Les mémoires de fin d'étude

WEBOGRAPHIE

http://www.google_earth.com

www.fntp.fr

www.maconnerie.com

www.cours-genie-civil.com

www.techno-science.net

ANNEXES

ANNEX I. DESCENTE DES CHARGES

Poteau G1						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
n1	Tôles profil BAC	2,95	1,20		10	35,4
	Charpente en bois	1,20	1,50		20	36
	Chéneaux + étanchéité	1,50		0,50	925	694
	Plafond	2,50	1,00		40	100
	N1					865
n2	Venant de n1					865
	Poteau	0,22	0,22	2,50	2500	302,5
	N2					1 168
n3	Venant de n2					1 168
	Poutre longitudinale	2,54	0,22	0,50	2500	699
	poutre transversale	1,20	0,22	0,35	2500	231
	Mur de remplissage	3,74	0,70	2,50	499	3266
	Plafond Plâtre	2,54	1,20		21	64
	Revêtement	2,54	1,20		63	192
	N3					5 388
n4	Venant de n3					5 388
	Poteau	0,22	0,22	2,90	2500	350,9
	N4					5 739
n5	Venant de n4					5 739
	Poutre longitudinale	2,54	0,22	0,50	2500	699
	poutre transversale	1,20	0,22	0,35	2500	231
	Mur de remplissage	3,74	0,70	2,90	499	3789
	Plafond Plâtre	2,54	1,20		21	64
	Revêtement	2,54	1,20		63	192
	Escalier	2,45	1,20		590	1735
	N5					12 448
n6	Venant de n5					12 448
	Poteau	0,22	0,22	3,41	2500	413
	N6					12 860
n7	Venant de n6					12 860
	Poutre longitudinale	2,54	0,22	0,50	2500	699
	poutre transversale	1,20	0,22	0,35	2500	231
	Mur de remplissage	3,74	0,70	2,90	499	3789
	Plafond Plâtre	2,54	1,20		21	64
	Revêtement	2,54	1,20		63	192
	Escalier	2,45	1,20		590	1735
	N7					19 569
n8	Venant de n7					19 569
	Poteau	0,22	0,22	3,06	2500	370
	N8					19 939
	Venant de n8					19 939
	Longrine	2,54	0,24	0,60	2500	914

Poteau G1						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
n9	Mur de remplissage	2,54	0,70	3,06	499	2715
	Revêtement	2,54	1,20		63	192
	Voile en béton	1,20		2,90	450	1 566
	Radier partiel	2,54	1,20		570	1 737
	Escalier	2,45	1,20		590	1 735
	N9					28 798

Poteau G4						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
n1	Tôles profil BAC	7,76	1,92		10	149
	Charpente en bois	1,92	3,00		20	115
	Chéneaux + étanchéité	0,72		0,50	925	333
	Plafond	5,97	1,92		40	458
	N1					1 056
n2	Venant de n1					1 056
	Poteau	0,22	0,22	4,00	2500	484
	N2					1 540
n3	Venant de n2					1 540
	Plancher en BA	5,97	1,92	0,14	2500	4 012
	Poutre longitudinale	2,54	0,22	0,50	2500	699
	poutre transversale	1,20	0,22	0,35	2500	231
	Mur de remplissage	3,74	0,70	3,80	499	4 964
	Cloison	2,58	0,70	2,50	294	1 327
	Plafond Plâtre	2,54	1,20		21	64
	Revêtement	2,54	1,20		63	192
	N3					13 029
n4	Venant de n3					13 029
	Poteau	0,22	0,22	2,90	2500	350,9
	N4					13 380
n5	Venant de n4					13 380
	Plancher en BA	5,97	1,92	0,14	2500	4012
	Poutre longitudinale	2,54	0,22	0,50	2500	699
	poutre transversale	1,20	0,22	0,35	2500	231
	Mur de remplissage	3,74	0,70	2,90	499	3 789
	Plafond Plâtre	2,54	1,20		21	64
	Revêtement	2,54	1,20		63	192
	N5					22 366
n6	Venant de n5					22 366
	Poteau	0,22	0,22	3,41	2500	413
	N6					22 778
n7	Venant de n6					22 778
	Plancher en BA	5,97	1,92	0,14	2500	4012

Poteau G4						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
	Poutre longitudinale	3,84	0,22	0,50	2 500	1 056
	poutre transversale	2,54	0,22	0,35	2 500	489
	Mur de remplissage	4,46	0,70	2,90	499	4 518
	Cloison	1,92	0,70	2,90	294	1 146
	Plafond Plâtre	5,97	1,92		21	125
	Revêtement	5,97	1,92		63	376
	N7					34 500
n8	Venant de n7					34 500
	Poteau	0,22	0,22	3,06	2 500	1 683
	N8					36 183
n9	Venant de n8					36 183
	Longrine	2,54	0,24	0,60	2500	914
	Revêtement	5,19	3,42		63	1 118
	Voile en béton	5,19		2,90	450	6 773
	Béton banché	5,19	1,20		570	3 550
	N9					48 539

Poteau G6						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
n1	Tôles profil BAC	6,75	3,42		10	231
	Charpente en bois	3,42	1,57		20	107
	Plafond	5,19	3,42		40	710
	N1					1 048
n2	Venant de n1					1 048
	N2					1 048
n3	Venant de n2					1 048
	Plancher en BA	5,19	3,42	0,14	2 500	6 212
	Poutre	3,42	0,22	0,35	2 500	658
	Mur de remplissage	12,04	0,70	3,80	499	15 981
	Cloison	5,42	0,70	2,50	294	2 789
	Plafond Plâtre	5,19	3,42		21	373
	Revêtement	5,19	3,42		63	1 118
	N3					28 180
n4	Venant de n3					28 180
	Poteau circulaire	3,14	0,03	2,90	2 500	683
	N4					28 863
n5	Venant de n4					28 863
	Plancher en BA	5,19	1,52	0,14	2 500	2 761
	Poutre longitudinale	5,19	0,22	0,50	2 500	1 427
	poutre transversale	3,42	0,22	0,35	2 500	658
	Mur de remplissage	1,90	0,70	2,90	499	1 925

Poteau G6						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
	Plafond Plâtre	5,19	1,52		21	166
	Revêtement	5,19	1,52		63	497
	Garde corps	2,00		0,90	10	18
	N5					33 893
n6	Venant de n5					33 893
	Poteau circulaire	3,14	0,03	3,41	2 500	803
	N6					34 696
n7	Venant de n6					34 696
	Plancher en BA	5,19	3,42	0,14	2 500	6 212
	Poutre longitudinale	5,19	0,22	0,50	2 500	1 427
	poutre transversale	2,54	0,22	0,35	2 500	489
	Plafond Plâtre	5,19	3,42		21	373
	Revêtement	5,19	3,42		63	1 118
	N7					44 316
n8	Venant de n7					44 316
	Poteau	3,14	0,03	3,06	2 500	721
	N8					45 036
n9	Venant de n8					45 036
	Longrine	5,19	0,24	0,60	2 500	1 868
	Voile en béton	5,19		2,90	450	6 773
	Revêtement	5,19	3,42		63	1 118
	Béton banché	5,19	3,42		570	10 117
	N9					64 913

Poteau G7						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
n1	Tôles profil BAC	2,29	3,42		10	78
	Charpente en bois	3,42	1,40		20	96
	Plafond	5,97	1,76		40	420
	N1					594
n2	Venant de n1					594
	Poteau	0,22	0,22	3,20	2 500	387,2
	N2					982
n3	Venant de n2					982
	Plancher en BA	3,42	1,76	0,14	2 500	2 107
	Poutre longitudinale	3,42	0,22	0,50	2 500	941
	Mur de remplissage	3,42	0,70	3,80	499	4 540
	Plafond Plâtre	3,42	1,76		21	126
	Revêtement	3,42	1,76		63	379
	N3					9 074
n4	Venant de n3					9 074
	Poteau	0,22	0,22	2,90	2 500	350,9

Poteau G7						
Niveau	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Total
	N4					9 425
n5	Venant de n4					9 425
	Plancher en BA	1,76	1,42	0,14	2 500	875
	Poutre longitudinale	3,42	0,22	0,50	2 500	941
	poutre transversale	1,76	0,22	0,35	2 500	339
	Mur de remplissage	3,42	0,70	2,90	499	3 464
	Plafond Plâtre	3,42	1,76		21	126
	Revêtement	3,42	1,76		63	379
	Garde corps	3,50		0,90	10	32
	N5					12 116
n6	Venant de n5					12 116
	Poteau	0,22	0,22	3,41	2 500	413
	N6					12 529
n7	Venant de n6					12 529
	Plancher en BA	3,42	1,76	0,14	2 500	2 107
	Poutre longitudinale	3,42	0,22	0,50	2 500	941
	poutre transversale	1,76	0,22	0,35	2 500	339
	Mur de remplissage	3,42	0,70	2,90	499	3 464
	Plafond Plâtre	3,42	1,76		21	126
	Revêtement	3,42	1,76		63	379
	Escalier en bois	1,50	1,00		465	698
	N7					20 582
n8	Venant de n7					20 582
	Poteau	0,22	0,22	3,06	2 500	370
	N8					20 952
n9	Venant de n8					20 952
	Longrine	2,54	0,24	0,60	2 500	914
	Libage	5,19	0,24	0,80	2 500	2 491
	Voile en béton	1,76		2,90	450	792
	Béton banché	1,76	1,42		570	1 425
	N9					26 574

ANNEX II.EVALUATION DES CHARGES SUR LE PORTIQUE

II.1. Charges de la Toiture

Travée	Désignation	Dimensions		Poids unitaire (daN/m ²) ou (daN/m ³)		Poids total (daN)		Poids aux états limites (daN)	
		S (m ²)	V (m ³)	G	Q	G	Q	qELU	qELS
1-2	Toiture	2,95		100		295		398	295
	Toiture	2,95			125		369	553	369
	Sous-total					295	369	951	664
2-3	Toiture	6,86		100		686		926	686
	Toiture	6,86			125		858	1286	858
	Sous-total					686	858	2 212	1 544
3-4	Toiture	3,52		100		352		475	352
	Toiture	3,52			125		440	660	440
	Sous-total					352	440	1 135	792

II.2. Charges du 2^{ème} Etage

Travée	Désignation	Dimensions		Poids unitaire (daN/m ²) ou (daN/m ³)		Poids total (daN)		Poids aux états limites (daN)	
		S (m ²)	V (m ³)	G	Q	G	Q	qELU	qELS
1-2	Poutre		0,11	2 500		275		371	275
	Mur de remplissage	0,70		499		349		472	349
	Escalier	1,85			400		740	1 110	740
	Sous-total					624	740	1 953	1 364
2-3	Plancher		0,46	2 500		1 150		1 552,5	1 150
	poutre		0,08	2 500		200		270	200
	Mur de remplissage	2,66		499		1 327		1 792	1 327
	Cloison	1,75		294		515		695	515
	Dégagement	1,6			400		640	960	640
	Toilette+sdb	1,42			100		142	213	142
	Sous-total					3 192	782	5 482	3 974
3-4	Plancher		0,46	2 500		1 150		1 553	1 150
	Poutre		0,11	2 500		275		371	275
	Mur de remplissage	2,66		499		1 327		1 792	1 327
	Chambre	3,28		200			656	984	656
	Sous-total					2 752	656	4 700	3 408

II.3. Charges du 1^{ère} Etage

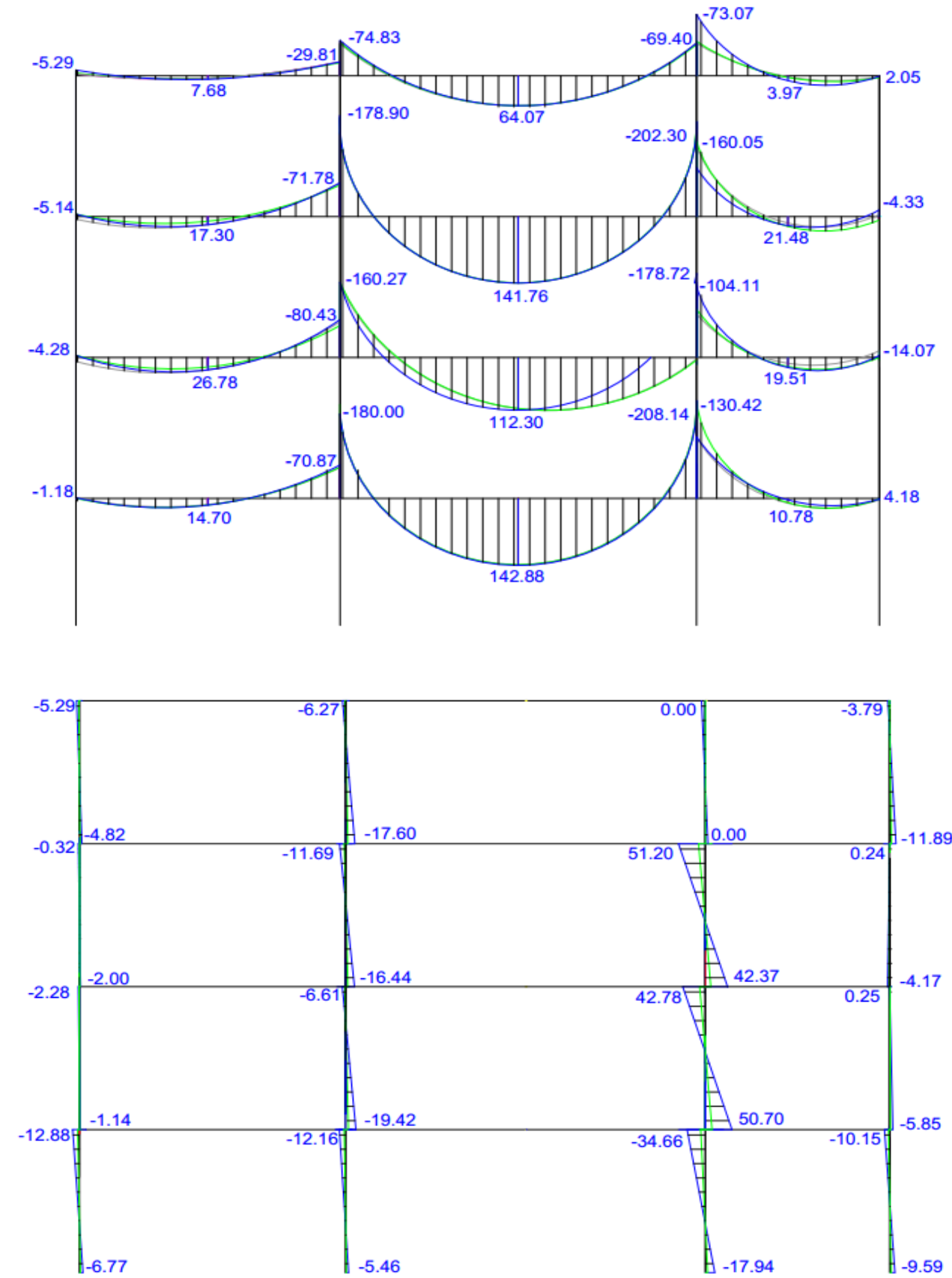
Travée	Désignation	Dimensions		Poids unitaire (daN/m ²) ou (daN/m ³)		Poids total (daN)		Poids aux états limites (daN)	
		S (m ²)	V (m ³)	G	Q	G	Q	qELU	qELS
1-2	Poutre		0,11	2500		275		371	275
	Mur de remplissage	0,70		499		349		472	349
	Escalier	1,85			400		740	1 110	740
	Sous-total					624	740	1 953	1 364
2-3	Plancher en BA		0,46	2 500		1 150		1 552	1 150
	poutre		0,11	2 500		275		371	275
	Mur de remplissage	2,66		499		1 327		1 792	1 327
	Dégagement	1,12			400		448	672	448
	Toilette+sdb	1,42			100		142	213	142
	Sous-total					2 752	590	4 601	3 342
3-4	Plancher en BA		0,46	2 500		1 150		1 552,5	1 150
	Poutre		0,11	2 500		275		371	275
	Mur de remplissage	1,69		499		843		1 138	843
	Bureau	3,28		150			492	738	492
	Sous-total					2 268	492	3 800	2 760

II.4. Charges de la RDC

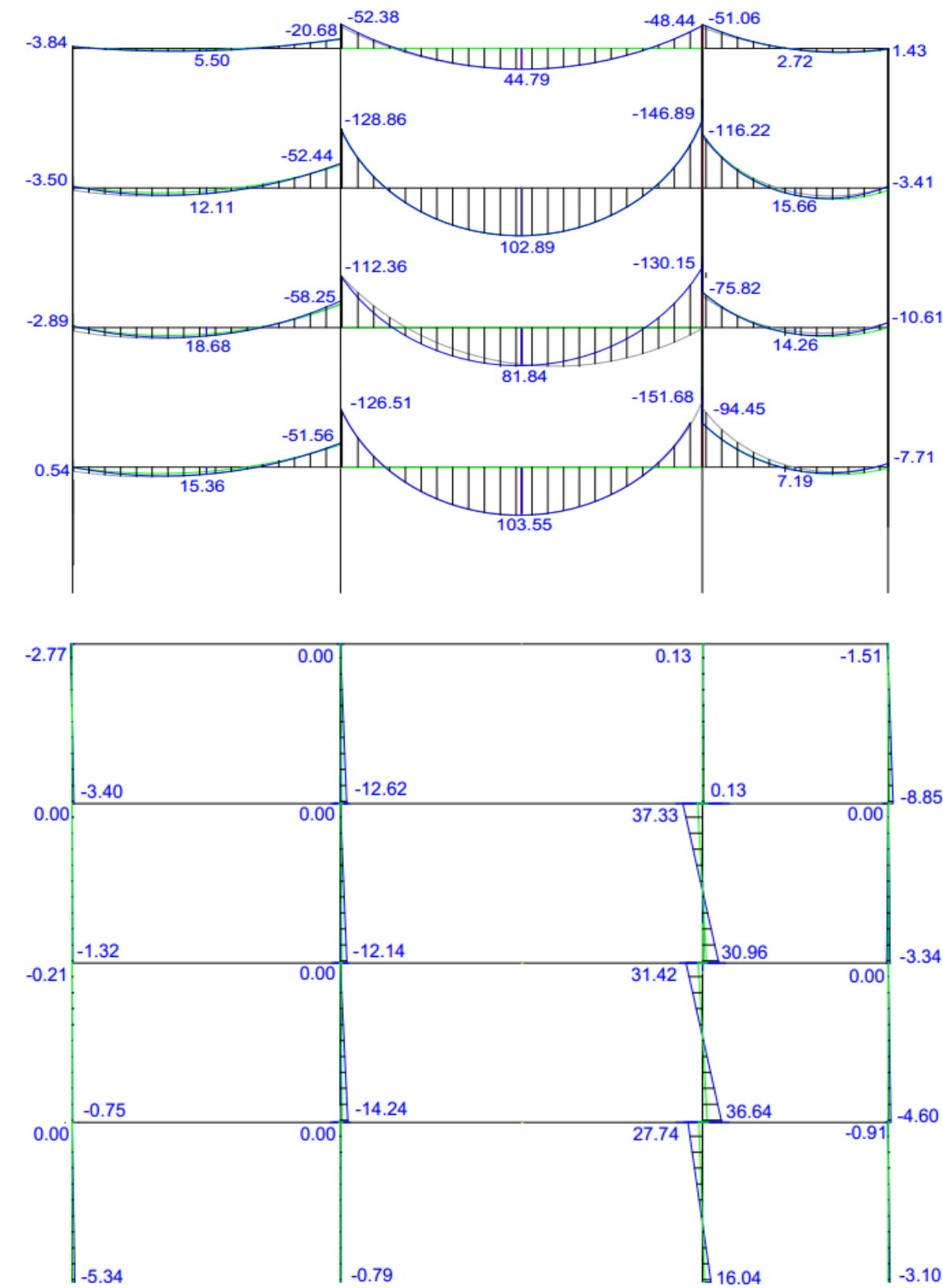
Travée	Désignation	Dimensions		Poids unitaire (daN/m ²) ou (daN/m ³)		Poids total (daN)		Poids aux états limites (daN)	
		S (m ²)	V (m ³)	G	Q	G	Q	qELU	qELS
1-2	Poutre		0,11	2 500		275		371	275
	Mur de remplissage	0,70		499		349		472	349
	Escalier	1,85			400		740	1 110	740
	Sous-total					624	740	1 953	1 364
2-3	Plancher en BA		0,46	2 500		1 150		1 553	1 150
	poutre		0,11	2 500		275		371	275
	Mur de remplissage	2,66		499		1 327		1 792	1 327
	Cloison	1,34		294		394		532	394
	Cellier	1,90			150		285	428	285
	Séjour	3,00			100		300	450	300
	Bibliothèque	0,75			400		300	450	300
	Sous-total					3 146	885	5 575	4 031
3-4	Plancher en BA		0,46	2 500		1 150		1 553	1 150
	Poutre		0,11	2 500		275		371	275
	Mur de remplissage	1,69		499		843		1 138	843
	Mini - bar	1,5		150			225	338	225
	Sous-total					2 268	225	3 400	2 493

ANNEX III.COURBES ENVELOPPES

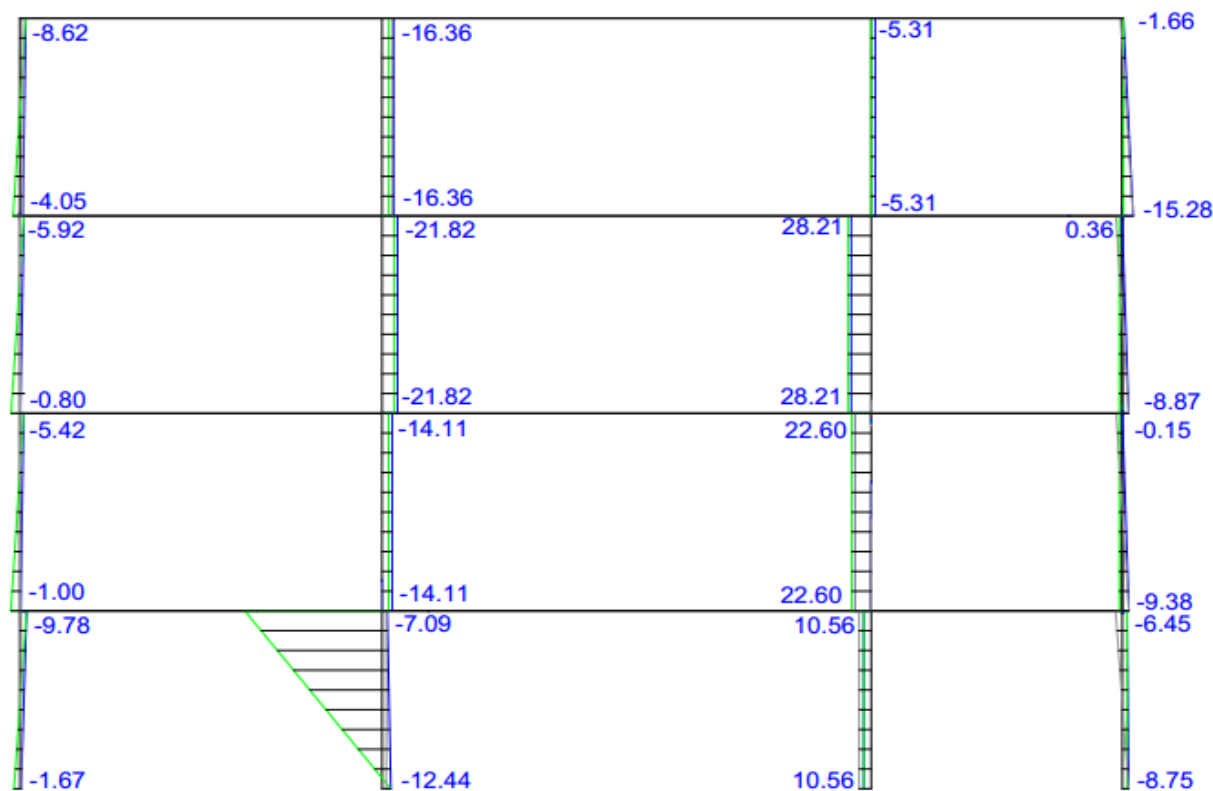
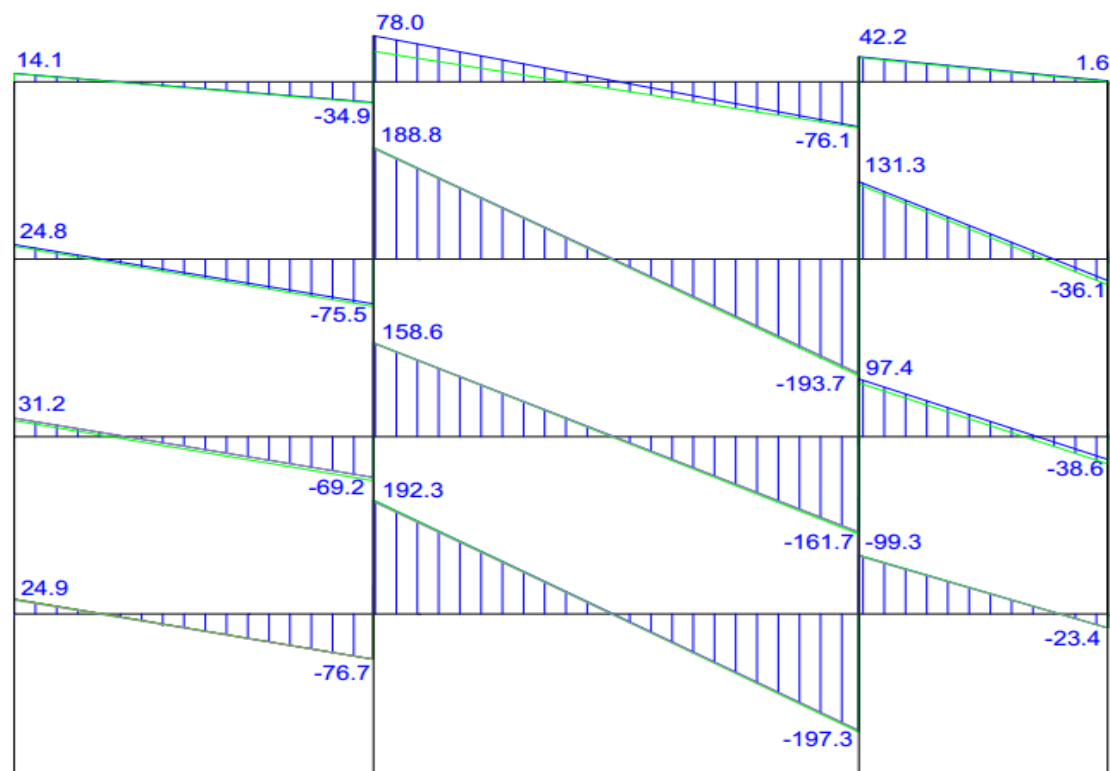
III.1. COURBES ENVELOPPES DES MOMENTS FLECHISSANTS A L'ELU



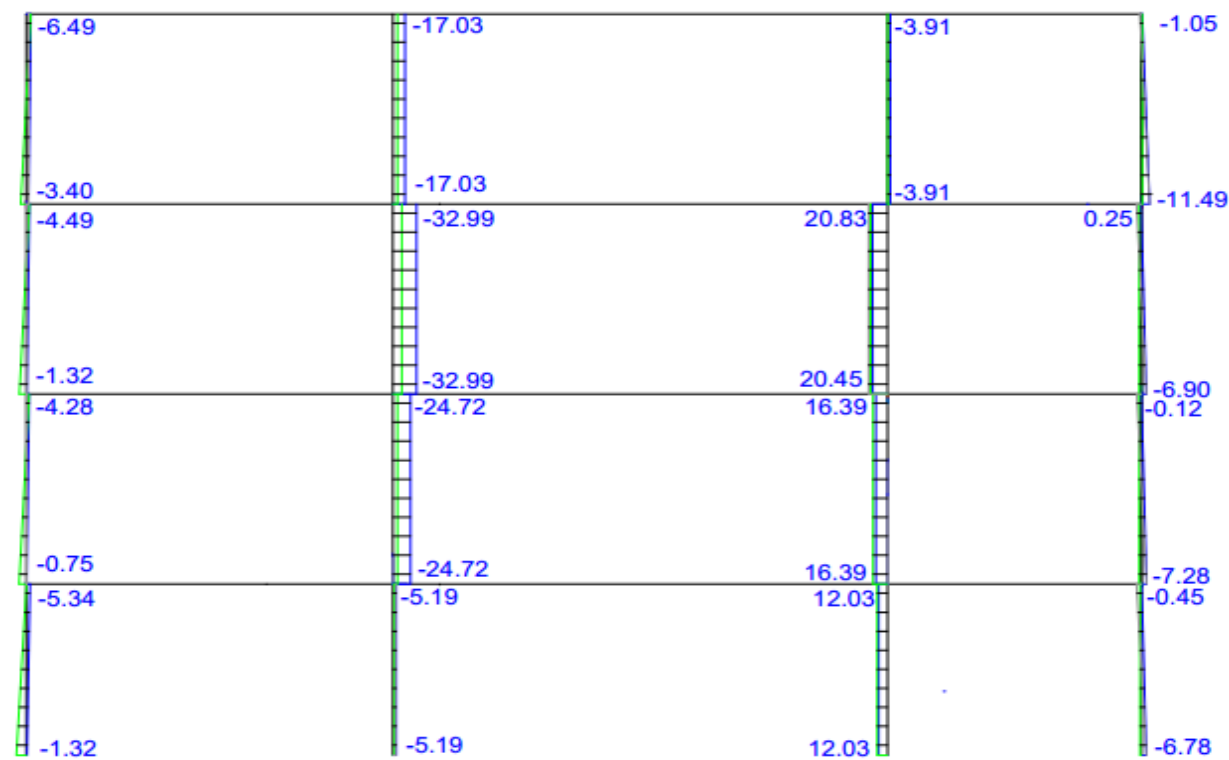
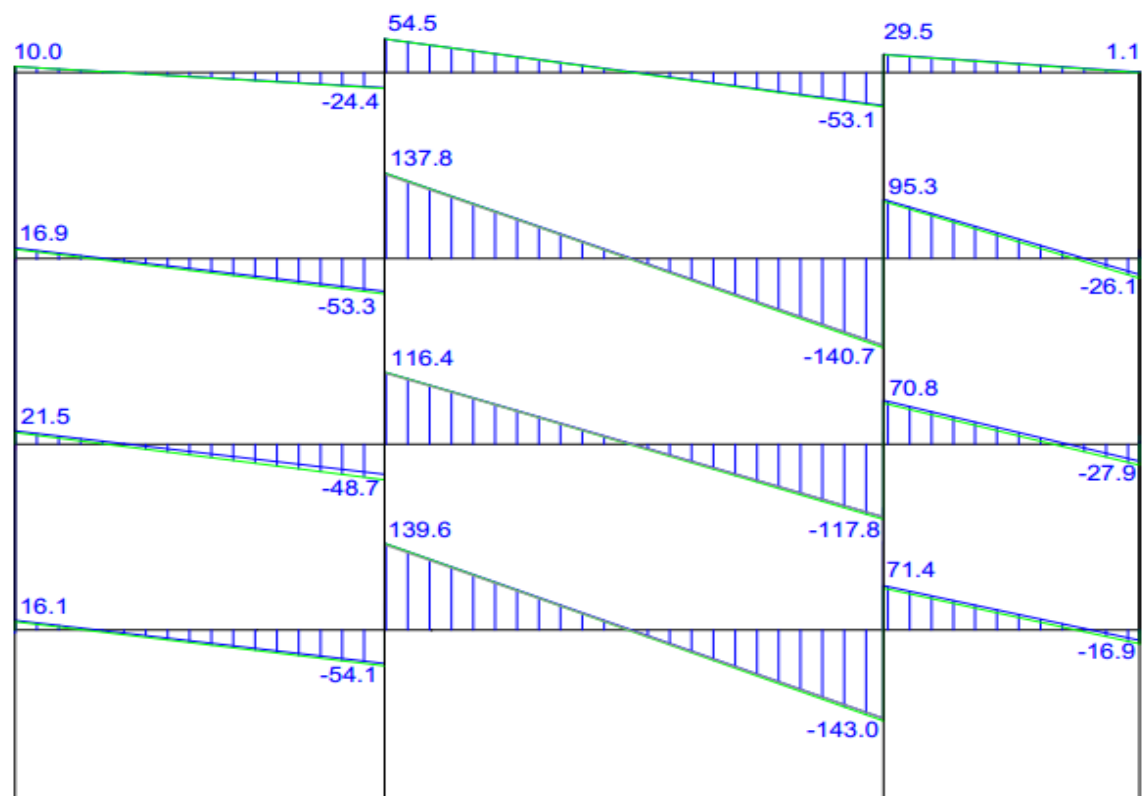
III.2 COURBES ENVELOPPES DES MOMENTS FLECHISSANTS A L'ELS



III.3. COURBES ENVELOPPES DES EFFORTS TRANCHANTS A L'ELU

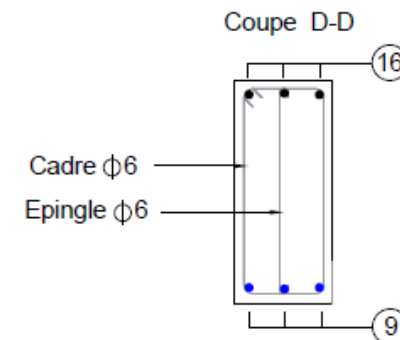
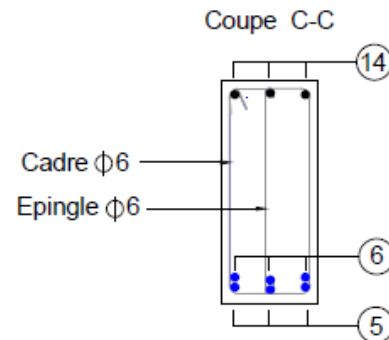
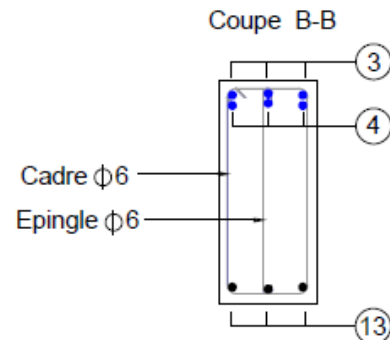
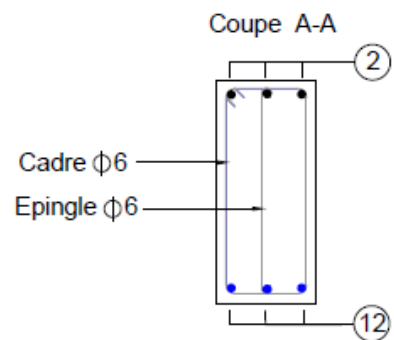
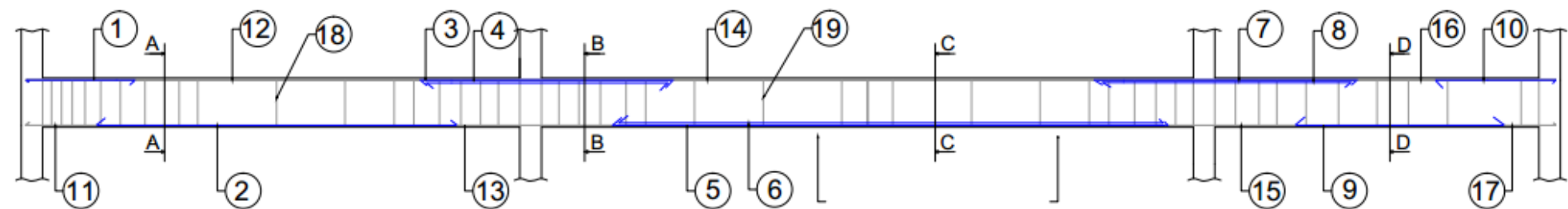



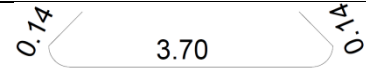
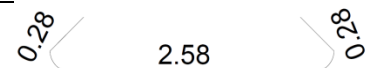
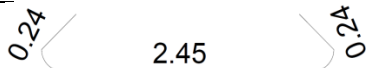
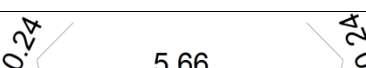
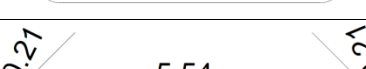
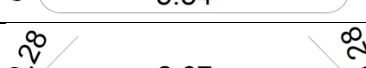
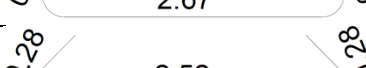
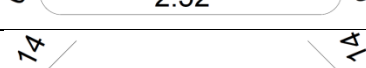
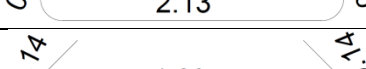
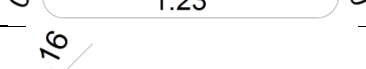
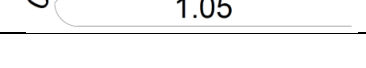
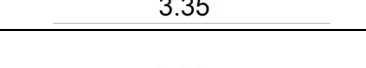
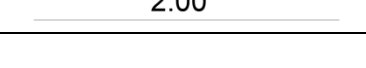
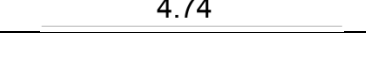
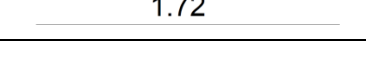
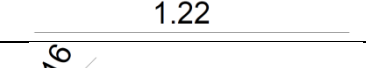
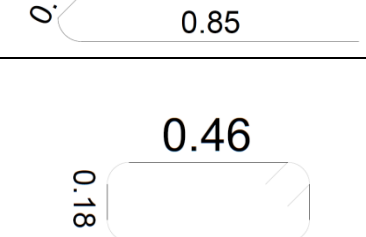
III 4. COURBES ENVELOPPES DES EFFORTS TRANCHANTS A L'ELS



ANNEX IV.PLANS DE FERRAILLAGE

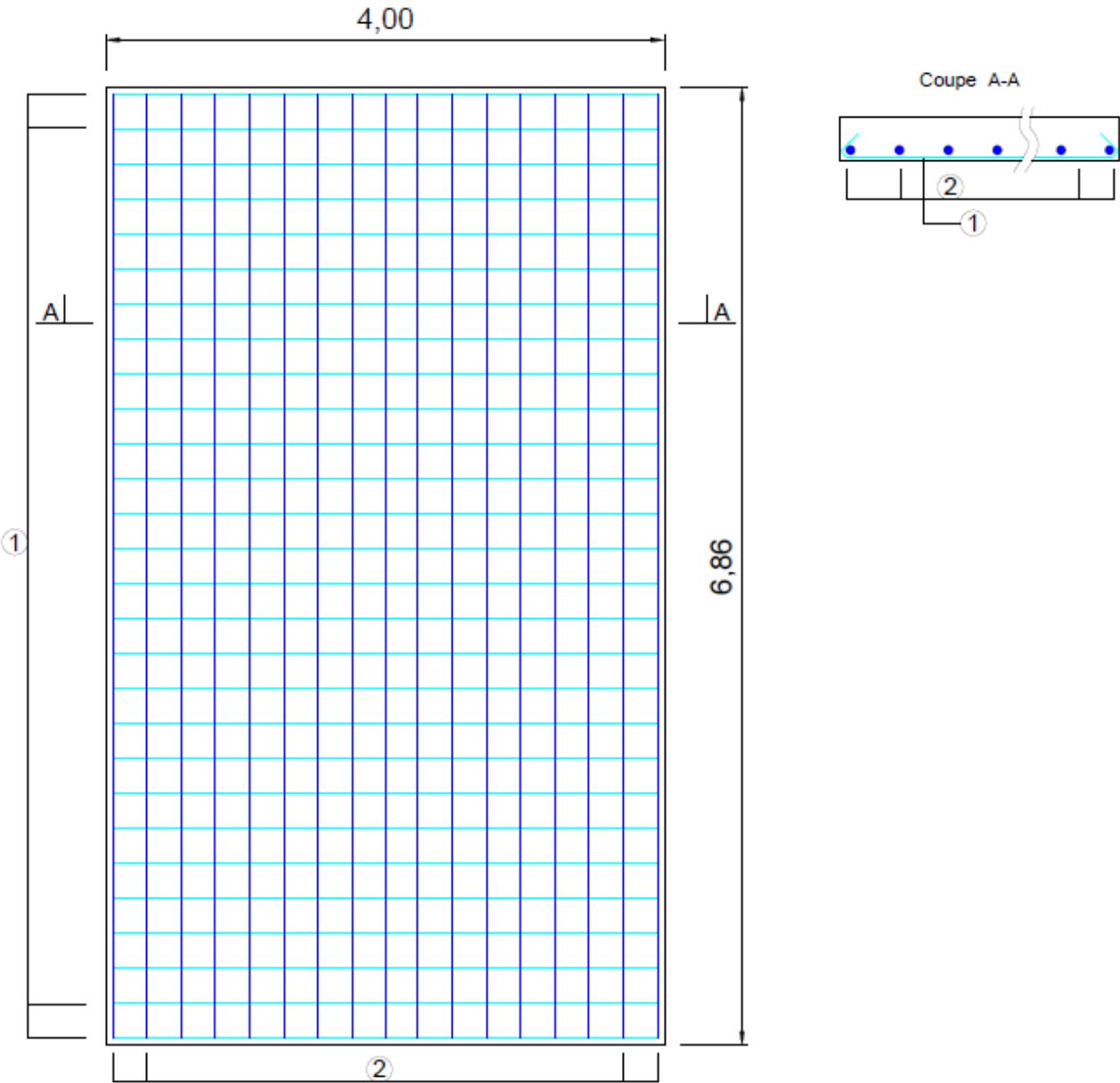
IV.1 PLAN DE FERRAILLAGÉ DE LA POUTRE

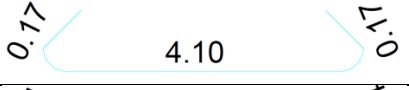
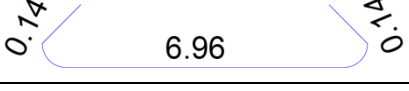


NOMENCLATURES					
N°	Nuance d'acier	Diamètre (mm)	Nombre	Longueur développée (m)	Forme
1	HA 500	8	3	1,38	
2		8	3	3,98	
3		16	3	3,14	
4		14	3	2,94	
5		14	3	6,15	
6		12	3	5,96	
7		16	3	3,23	
8		16	3	3,08	
9		8	3	2,41	
10		8	3	1,51	
11		8	3	1,21	
12		8	3	3,35	
13		8	3	2,00	
14		8	3	4,74	
15		8	3	1,72	
16		8	3	1,22	
17		8	3	1,01	
18		6	49	1,49	

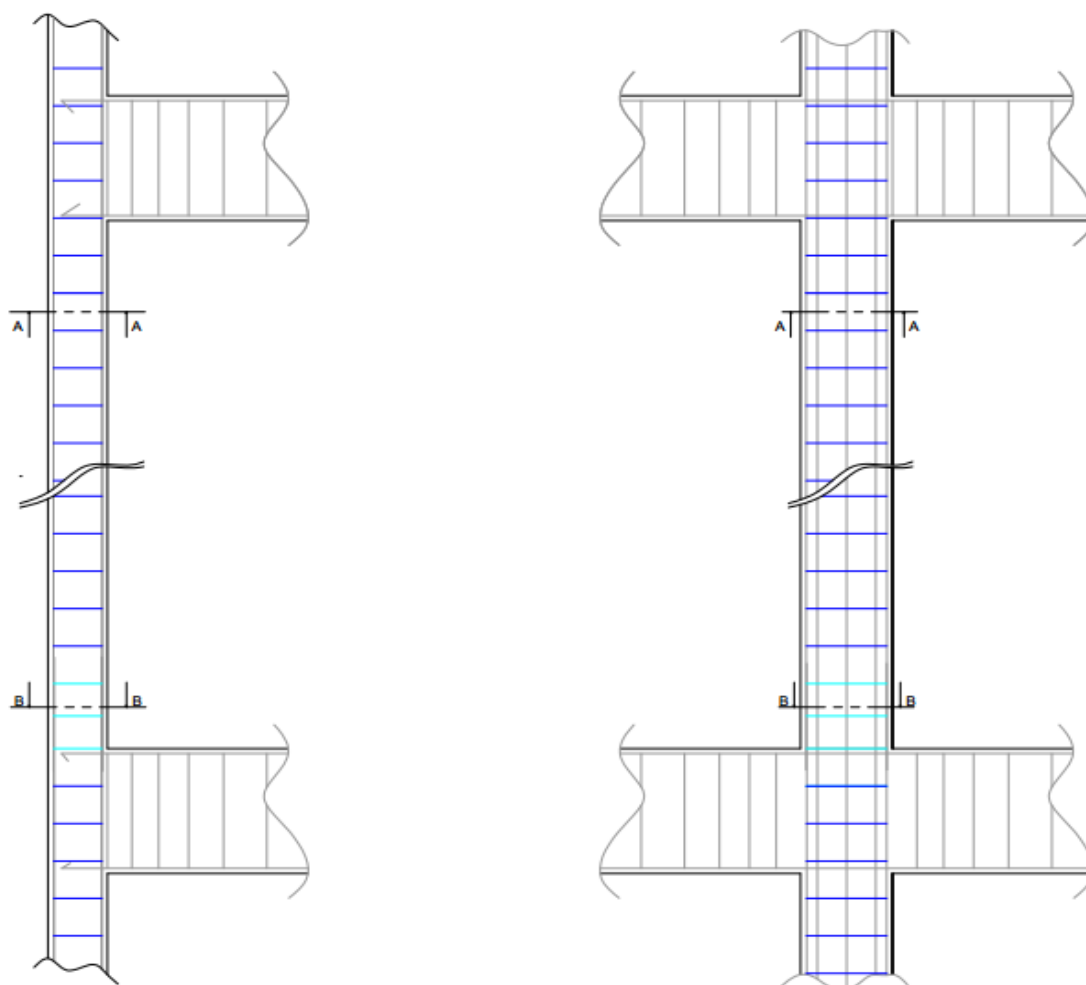
19		6	49	0,67	0.46
----	--	---	----	------	------

IV.2 PLAN DE FERRAILLAGE DU PLANCHER



NOMENCLATURES						
N°	Nuance d'acier	Diamètre (mm)	Espacement (cm)	Nombre	Longueur développée (m)	Forme
1	HA 500	10	25	28	4,45	
2		8	25	16	7,24	

IV.3 PLAN DE FERRAILLAGE DU POTEAU



Coupe A-A

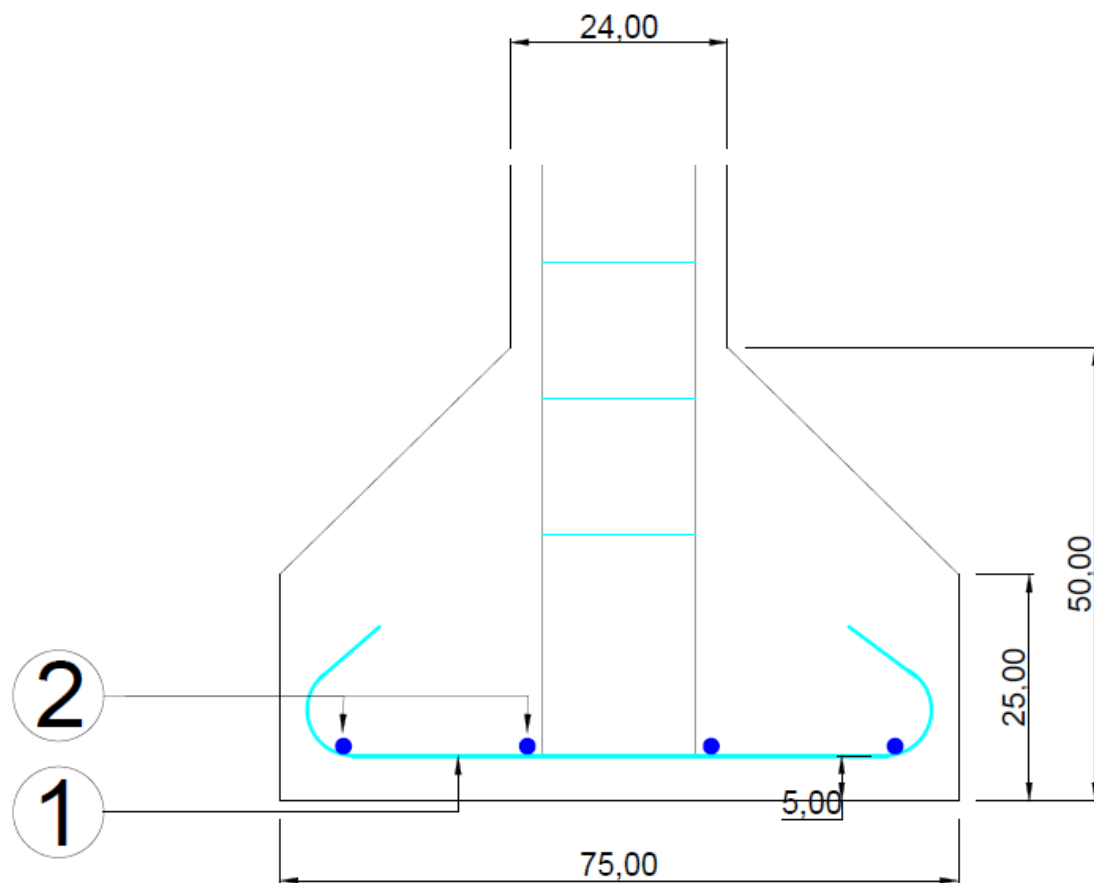


Coupe B-B



NOMENCLATURES						
N°	Nuance d'acier	Diamètre (mm)	Espacement (cm)	Nombre	Longueur développée (m)	Forme
1	HA 500	12	18	4	3,10	3.10
2		6	15	18	1,09	
3		6	13	3	1,09	
1	HA 500	10	11	4	3,10	3.10
2		6	15	18	1,09	
3		6	13	3	1,09	

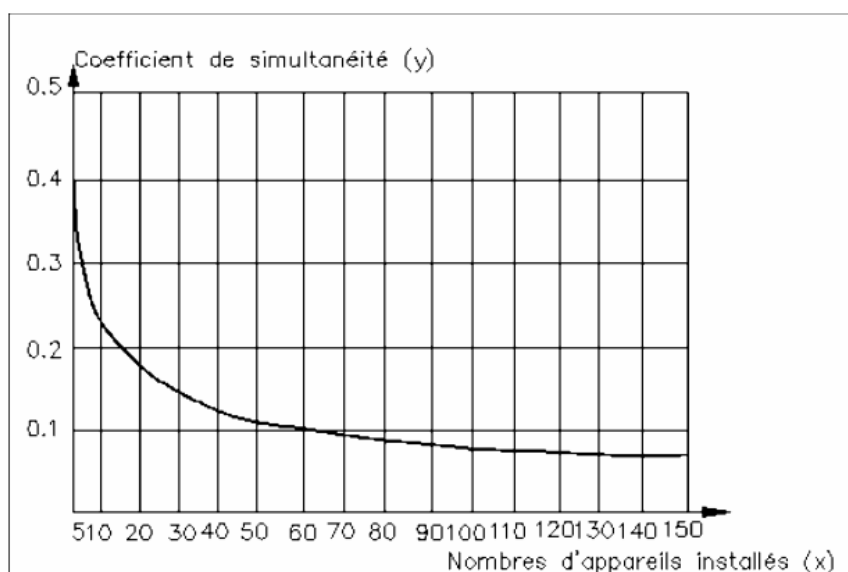
IV.4 PLAN DE FERRAILLAGE DE LA SEMELLE FILANTE



NOMENCLATURES						
N°	Nuance d'acier	Diamètre (mm)	Espacement (cm)	Nombre	Longueur développée (m)	Forme
1	HA 500	10	22	22	1,00	0.17 0.65 0.17
2		6	19	4	4,38	0.10 4.17 0.10

ANNEX V. SECOND ŒUVRE

V-1 : COEFFICIENT DE SIMULTANÉITE K



V-2 : PROTECTION DES CIRCUITS – CALIBRAGES RECOMMANDÉS

Nature du circuit	Section minimale des conducteurs [mm ²]	Calibre [A]	
		Fusible	Disjoncteur
Eclairage	1,50	10	15
Prise de courant	2,50	20	25
Lave-linge ou lave-vaisselle	2,50 à 4,00	20	25
Chauffe - eau	2,50	20	25
Appareil de cuisson	6,00	32	38

V-3 : ECLAIREMENTS MOYENS RECOMMANDÉS

Local et activité	Eclairage moyen [lx]
Hall d'entrée et couloirs	
Hall d'entrée	100
Couloir et circulation	100
Escalier	100
Sanitaires	
Eclairage ambiant	200
Eclairage du miroir et lavabo	400
Toilettes	100
Cuisine	
Eclairage ambiant	300
Eclairage du plan de travail	500
Séjour/Salon	
Zone de repos (fauteuil,...)	150
Lecture	300

Salle à manger	
Eclairage général	100
Eclairage de la table	300
Chambres	
Eclairage général	200
Zone de lecture (tête de lit)	300
Débaras, Buanderies, ...	
Eclairage général	100
Zone de travail (repassage, bricolage,...)	300

V-4 : FACTEURS DE REFLEXION DES MURS ET DES PLAFONDS

Peintures	%	Matériaux	%
Blanc	75	Plâtre	85
Crème	60	Pierre de taille	50
Jaune	50	Ciment	40
Vert clair	40	Brique rouge	20
Gris à 25% de noire	35	Bois: érable	40
Vert foncé	20	Bois: acajou	15

Teinte	Claire	Moyen	Sombre
Plafond	> 70	50	> 10
Mur	> 50	30	< 10
Sol	> 30	10	10

V-5: FACTEUR D'UTILISATION U

Type d'appareils	Rendement de référence	Indice du local	Facteurs d'utilisation					
			P* 70 %			50%		
			M50 %	30%	10%	50%	30%	10%
LUMINAIRE Type ENCASTRE Eclairage direct	57%	0,6	0,28	0,27	0,25	0,27	0,26	0,24
		0,8	0,31	0,28	0,26	0,30	0,27	0,25
		1	0,34	0,30	0,29	0,34	0,31	0,28
		1,25	0,37	0,35	0,32	0,38	0,34	0,32
		1,5	0,42	0,38	0,35	0,41	0,37	0,35
		2	0,45	0,42	0,39	0,44	0,41	0,39
		2,5	0,48	0,46	0,44	0,47	0,44	0,43
		3	0,51	0,49	0,47	0,50	0,48	0,47
		4	0,54	0,52	0,50	0,52	0,50	0,49
		5	0,55	0,53	0,52	0,53	0,52	0,51

ANNEX VI.DEVIS DESCRIPTIF

N°	DESIGNATION	LOCALISATIONS
1	TRAVAUX PREPARATOIRES	
1-2	-Installation et repli de chantier y compris bureaux de chantier, magasins, clôture provisoire de chantier, amenée et replis des matériels, nettoyage de chantier et gardiennage jour/nuit.	Installation et repli de chantier
2	TERRASSEMENT	
2-1	-Débroussaillage et nettoyage de la parcelle -Décapage et nettoyage du sol	Emprise projet
2-2	-Fouille en excavation et fouille en rigole en terre franche y compris dressage des fonds et toutes sujétions	Fondation
2-3	-Remblai de terre en provenance des fouilles y compris épandage, réglage et arrosage, damage et toutes sujétions	Comblement de fouille
3	OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE	
3-1	Béton coulé à même le sol dosé à 150 kg/m ³ de Ciment CEM II / A 42,5 N - ép. = 0,05 m y compris toutes sujétions	Béton de propreté
3-2	-Béton dosé à 300 kg/m ³ de Ciment CEM II / A 42,5 N pour forme y compris toutes sujétions	Béton de forme
3-3	<ul style="list-style-type: none"> • Béton dosé à 350 kg/m³ -Béton dosé à 350 kg/m ³ de Ciment CEM II / A 42,5 N y compris pervibration et toutes sujétions <ul style="list-style-type: none"> • Armatures -Fourniture, coupe, façonnage, ligature en fil de fer recuit, mise en place des armatures en acier HA de tous diamètres, y compris toutes sujétions <ul style="list-style-type: none"> • Coffrage -Fourniture et mise en œuvre de coffrage en bois, décoffrage et toutes sujétions	Semelles isolées, semelles filantes, Longrines

3-4	-Fourniture et mise en œuvre de hérissonnage en tout-venant 0/31,5 - compactage y compris toutes sujétions	Assise du dallage
3-5	-Remblai de sable damé y compris réglage de mise à niveau ép. = 0,05m et toutes sujétions	Couche nivelant sous dallage
3-6	-Fourniture et mise en œuvre de film polyane 185 μm , avec remontée périphérique y compris toutes sujétions	Anti-remontée capillaire sous dallage
3-7	-Arase étanche épaisseur 4 cm au mortier de ciment dosé 400 kg/m^3 de Ciment CEM II / A 42,5 N avec hydrofuge dosé à 5% du poids de ciment y compris toutes sujétions	Dessus du soubassement
3-8	-Maçonnerie d'agglos à bancher non armé hourdée au mortier de ciment dosé à 300 kg/m^3 de Ciment CEM II / A 42,5 N y compris toutes sujétions -Maçonnerie de moellons hourdée au mortier de ciment dosé à 300 kg/m^3 de Ciment CEM II / A 42,5 N y compris toutes sujétions	Soubassement
3-9	-Fourniture et mise en œuvre émulsion bitumineuse, y compris toutes sujétions	Parties d'ouvrage enterré
4	OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE	
4-1	-Béton dosé à 250 kg/m^3 de Ciment CEM II / A 42,5 N, y compris pervibration et toutes sujétions	Forme de pente pour les terrasses
4-2	<ul style="list-style-type: none"> • Béton dosé à 350kg/m^3 -Béton dosé à 350 kg/m^3 de Ciment CEM II / A 42,5 N, y compris pervibration et toutes sujétions <ul style="list-style-type: none"> • Armatures -Fourniture, coupe, façonnage, ligature en fil de fer recuit, mise en place des armatures en acier HA de tous diamètres, y compris toutes sujétions <ul style="list-style-type: none"> • Coffrage -Fourniture et mise en œuvre de coffrage en bois ordinaire, décoffrage et toutes sujétions pour dalle en BA	Tous les ouvrages en BA
5	MAÇONNERIE & RAVALEMENT	
5-1	-Maçonnerie de briques artisanale hourdée au mortier de ciment dosé à 300 kg/m^3 de Ciment CEM II / A 42,5 N - ép. = 0,20 m et ép. = 0,11 m y compris toutes sujétions	Murs extérieur et intérieur Murs cloisons
5-2	-Maçonnerie de claustras type boîte au lettre 20x20 cm hourdée au mortier de ciment dosé à 300 kg/m^3 de Ciment CEM II / A 42,5 N y compris toutes sujétions	débarras

5-3	-Enduit au mortier de ciment dosé à 300 kg/m ³ de CEM II / A 42,5 N, dressés sur repères, tirés à la règle et talochés et toutes sujétions	Soubassement, Murs intérieur et extérieur, Plafond
5-4	-Enduit au mortier de ciment dosé à 300 kg/m ³ de Ciment CEM II / A 42,5 N, dressés sur repères, tirés à la règle et talochés et toutes sujétions	Tableaux de baies
	-Fourniture et pose brique de verre	Eclairage
6	CHARPENTE - COUVERTURE - TERRASSE	
6-1	-Fourniture et pose de charpente en bois non assemblée, y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre	charpente
6-2	-Fourniture et pose de : Tôle profil BAC 0,63 prélaquée, y compris accessoires et visserie de fixation	Couverture
6-3	-Fourniture et pose de : Faîtière et solin crantée pour tôle nervurée prélaquée, y compris accessoires et visserie de fixation	Faîtière et solin
6-4	-Fourniture et pose de : Bande de rive en tôle plane prélaquée, y compris accessoires et visserie de fixation	Rive
6-5	-Fourniture et pose planche de rive en bois dur	Planche de rive
6-6	-Fourniture et pose de tuyau de descente EP Ø100 y compris naissance, colliers, et toutes sujétions	Evacuation EP
6-7	<p>Etanchéité pour terrasses et chéneaux :</p> <p>Système d'étanchéité bicouche en membrane élastomère sur support</p> <p>BA - Pente minimale 2% Il comprendra à partir du support :</p> <p>Partie courante</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colle SOPRACOLLE 300N : application par plot à raison de 500 gr/m² - Isolation : PSE densité 25, 37 mm d'épaisseur posé en quinconce - Membrane noire 2 mm autocollante posée sur le Polystyrène (SOPRALENE FLAM STICK) - Finition : Membrane ardoisée 2,5 mm, soudée à plein - Armature voile de verre 50 gr/m² (ELASTOPHENE FLAM 25 AR) <p>Relevés d'étanchéité, dév. 0,50</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accrochage : application à raison de 300 gr/m² (AQUADERE) - Equerre de renfort : Membrane noire 3 mm - Armature Polyester 	

	<p>(SOPRALENE FLAM 180)</p> <p>- Finition : Membrane ardoisée 3 mm, soudée à plein - Armature polyester non tissé 180 gr/m² (ELASTOPHENE FLAM 180 AR)</p> <p>Etanchéité pour chéneaux avec finition aluminium Système d'étanchéité monocouche en membrane élastomère sur support BA</p> <p>- Pente minimale 2% Il comprendra à partir du support :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impression Veral - Veral 50S <p>D.E.P. diam. 90 mm</p> <p>EEP DEPCO composée d'une platine souple en bitume élastomère et d'un moignon en Alu 15/10 è prise en sandwich dans le complexe de la partie courante + Crapaudine en PVC.</p>	
7	ASSAINISSEMENT	
7-1	<p>Fourniture et pose de buse en ciment comprimé posé sur lit de sable damé d'épaisseur 10 cm y compris scellement des joints et toutes sujétions</p> <p style="padding-left: 40px;">Buse Ø 100 mm - Non armée</p> <p style="padding-left: 40px;">Buse Ø 120 mm - Non armée</p> <p style="padding-left: 40px;">Buse Ø 150 mm - Non armée</p> <p style="padding-left: 40px;">Buse Ø 200 mm - Non armée</p> <p style="padding-left: 40px;">Buse Ø 250 mm - Non armée</p>	Evacuation EV entre fosse septique et puisard
7-2	<p>-Fourniture et pose de Regard en voile BA ép. = 8cm avec tampon de visite en BA ép. = 10cm et toutes sujétions</p> <p style="padding-left: 40px;">Dimensions int : 40 x 40 cm</p> <p style="padding-left: 40px;">Dimensions int : 60 x 60 cm</p> <p style="padding-left: 40px;">Dimensions int : 70 x 70 cm</p>	Evacuation EU
7-3	<p>-Fosse septique pour 12 personnes type traditionnel réglementaire en voile BA avec tampon de visite, tuyau de ventilation, regard siphoné et toutes sujétions</p>	Traitement EV venant toilette bureau

7-4	-Puisard constitué en maçonnerie de moellons hourdée au mortier de ciment, matériaux filtrants en gravier de calibres variables, couvercle en dalle BA avec tampon de visite non circulaire et toutes sujétions - Dimensions : 2x1, 50x2, 00ht m	Evacuation EU - EV
8	REVETEMENTS SOL ET MURAL	
8-1	-Mise en œuvre chapes épaisseur 4 cm dosé à 400 kg/m ³ de Ciment CEM II / A 42,5 N	Chape
8-2	-Mise en œuvre chapes épaisseur 4 cm bouchardée dosé à 400 kg/m ³ de Ciment CEM II / A 42,5 N	Garage
8-3	-Mise en œuvre chapes étanche épaisseur 4 cm avec CHRYSO FUGE Bleu et CHRYSO HD dosé à 400 kg/m ³ de Ciment CEM II / A 42,5 N	Salle d'eau
8-4	-Fourniture et pose de carreaux de sol 30x30 en grés cérame posée sur colle y compris joints de remplissage, coupe et toutes sujétions	Séjour + Cuisine
8-5	-Fourniture et pose de carreaux de sol 30x30 en grés cérame posée sur colle y compris joints de remplissage, coupe et toutes sujétions	Dégagement + Escalier
8-6	-Fourniture et pose de plinthes ht 10 cm en carreaux grés cérame posée sur colle y compris joints de remplissage, coupe et toutes sujétions	sol 30x30
8-7	-Fourniture et pose de carreaux de faïence 15x15 et 30*15 au ciment colle, joints de remplissage - Hauteur = 1,80m y compris toutes sujétions de mise en œuvre	Toilettes et SDB
8-8	-Fourniture et pose Parkex en bois de palissandre et pose plinthe en bois de palissandre, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	Chambre
9	MENUISERIE BOIS	
9-1	-Fourniture et pose de porte isoplane à 1 vantail avec bâtis et chambranle en bois dur, paumelles, serrure avec indication libre/occupé avec béquille double, butée de porte - Dimensions : 90 x 210Haut cm	Accès chambre MEB1
9-2	-Fourniture et pose de porte isoplane à 1 vantail avec bâtis et chambranle en bois dur, paumelles, serrure de sûreté encastrée à canon avec béquille double, butée de porte - Dimensions : 80 x 210Haut cm	Accès toilette MEB2

9-3	-Fourniture et pose de porte pleine en bois palissandre à 2 vantaux avec bâtis et chambranle, paumelles, serrure de sûreté encastrée à canon avec béquille double, butée de porte Dimensions : 150 x 210Haut cm	MEB3
9-4	-Fourniture et pose de porte pleine en bois palissandre à 1 vantail avec bâtis et chambranle, paumelles, serrure de sûreté encastrée à canon avec béquille double, butée de porte Dimensions : 100 x 210Haut cm	MEB4
9-5	-Fourniture et pose de porte pleine en bois palissandre à 1 vantail avec bâtis et chambranle en bois dur, paumelles, serrure de sûreté encastrée à canon avec béquille double, butée de porte - Dimensions : 90 x 210Haut cm	MEB5
9-6	-Fourniture et pose de placard, y compris étagères en mélaminé de 19 mm d'épaisseur posée sur crémaillère ou équerre, montant central vertical en mélaminé de 19 mm d'épaisseur et toutes sujétions de mise en œuvre - de dimensions : 1,86 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB6 - de dimensions : 1,64 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB7 - de dimensions : 3,04 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB8 - de dimensions : 2,40 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB9 - de dimensions : 1,20 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB10 - de dimensions : 2,20 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB11 - de dimensions : 1,80 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB12 - de dimensions : 1,80 (L) x 0,70 (l) x 2,00 (h) m - MEB13 - de dimensions : 1,26 (L) x 0,60 (l) x 2,00 (h) m - MEB14	placard 1 à13
9-7	-Fourniture et pose d'un escalier massif en bois palissandre de 18 marches de 120x30 cm, y compris le garde corps, main courante et toutes sujétions de mis en œuvre	Escalier intérieur RDC vers étage

10	MENUISERIE METALLIQUE	
10-1	-Fourniture et pose de grille métallique à lamelle Z en tôle TPG 8/10 y compris fixations et toutes sujétions	Ventilation comble
10-2	-Fourniture et pose de garde-corps métallique, chandeliers en fer plat de 50x10, main courante en tube galva de diamètre 40x49, lisse en tube galva de diamètre 26x34, platines de fixation en TPN 40/10 ^e , chevilles métallique, y compris toutes sujétion de mise en œuvre - Hauteur : 1000 mm	Terrasse et Mezzanine
10-3	-Fourniture et pose de garde-corps métallique, chandeliers en fer plat de 50 x 10, main courante en tube galva de diamètre 40 x 49, lisse en tube galva de diamètre 26 x 34, platines de fixation en TPN 40/10 ^e , chevilles métallique, y compris toute sujétion de mise en œuvre - Hauteur : 500 mm	Fenêtres
10-4	-Fourniture et pose porte 2 vantaux tôle double face, remplissage en TPN 10/10 dimensions : 1500 x 2100 ht mm, y compris fixations et toutes sujétions	Entrée principale et porte acces garage
10-5	-Fourniture et pose porte 2 vantaux tôle double face, remplissage en TPN 10/10 dimensions : 1000 x 2100 ht mm, y compris fixations et toutes sujétions	Entrée escalier au sous-sol
10-6	-Fourniture et pose garde-corps et rampe d'escalier métallique en tube 33/42 y compris main courante et toutes sujétions	Escaliers
10-7	-Fourniture et pose de nez de marche en cornière 20 x 3 y compris scellement et toutes sujétions	nez de marche
10-8	-Fourniture et pose de volet roulant électrique - Dimension 2400 x 2440 ht mm	Garage
11	MENUISERIE ALUMINIUM	
11-1	-Fourniture et pose de porte vitrée à 2 vantaux inégaux ouvrant à la française - vitrage clair 8mm - Dimensions : 1500 x 2100ht mm - y compris huisserie, serrurerie et toutes sujétions	MEA1
11-2	-Fourniture et pose de châssis vitré à 4 vantaux coulissants - vitrage clair 6mm - Dimensions : 2000 x 1100ht mm - y compris huisserie, serrurerie et toutes sujétions	MEA2

11-3	-Fourniture et pose de châssis vitré à 4 vantaux coulissants - vitrage clair 6mm + 2 impostes fixes et 2 allèges vitrées fixes vitrage en stadip 6mm- Dimensions : 2000x2120ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA3
11-4	-Fourniture et pose de châssis vitré à 4 vantaux coulissants - vitrage clair 6mm + 2 impostes fixes vitrage en stadip 6mm- Dimensions : 2000x1610ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA4
11-5	Fourniture et pose de porte vitrée à 4 vantaux coulissants vitrage clair 8mm + 2 impostes fixes vitrage en stadip 6mm - Dimensions : 2000x2610ht mm - y compris huisserie, serrurerie et toutes sujétions	MEA5
11-6	-Fourniture et pose de jalousie à 7 lames - Dimensions : 1000x1100ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA6
11-7	Fourniture et pose de châssis vitré à 2 soufflets + 2 fixes – vitrage clair 6mm - Dimensions : 2000x600ht mm - y compris Huisserie et toutes sujétions	MEA7
11-8	-Fourniture et pose de porte-fenêtre vitrée à 4 vantaux coulissante- vitrage clair 8mm - Dimensions : 2000x2100ht mm - y compris huisserie, serrurerie et toutes sujétions	MEA8
11-9	-Fourniture et pose de châssis vitré à 2 vantaux coulissants - vitrage clair 6mm + 2 allèges fixes vitrage en stadip 6mm- Dimensions : 1500x1610ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA9
11-10	-Fourniture et pose de châssis vitré à 4 vantaux coulissants - vitrage clair 6mm + 2 allèges fixes vitrage en stadip 6mm- Dimensions : 2000x1610ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA10
11-11	-Fourniture et pose de châssis vitré à 2 vantaux coulissants - vitrage clair 6mm - Dimensions : 1500x1100ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA11

11-12	-Fourniture et pose de châssis vitré à 2 vantaux coulissants vitrage clair 6mm + allège fixe vitrée en stadip - Dimensions : 1000x1610ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA12
11-13	Fourniture et pose de jalousie à 7 lames - Dimensions : 750x1100ht mm - y compris huisserie et toutes sujétions	MEA13
12	PLOMBERIE SANITAIRE	
12-1	-Fourniture et pose de lavabo à colonne avec robinet EF, vidage, bonde, et siphon	WC au SS et au R+2
12-2	Fourniture et pose de plan vasque réalisée en aggloméré Post formé - Dimensions : 120 x 60 cm - Dimensions : 148 x 60 cm - Dimensions : 166 x 60 cm	Sanitaires
12-3	-Fourniture et pose de siège WC à l'anglaise à chasse d'eau dorsale complet, y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre.	Sanitaires, WC
12-4	-Fourniture et pose de receveur de douche 80x80, pomme de douche, robinet EF/EC, y compris accessoires et toutes sujétion de mise en œuvre	Sanitaires
12-5	-Fourniture et pose d'évier double bac en inox de 120x60 à deux cuves et 1 égouttoirs, avec robinet mitigeur EF/EC, vidage, bonde, siphon, y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre	Cuisine
12-6	-Fourniture et pose d'évier simple bac en inox de 100x60 à deux cuves et 1 égouttoir, avec robinet mitigeur EF/EC , vidage, bonde, siphon, y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre	bar
12-7	Fourniture et pose accessoires - Miroir 50x60cm - Porte papier hygiénique - Porte serviette - Porte savon	Sanitaires, WC

12-8	<p>Production eau chaude</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chauffe eau électrique capacité 50 litres - Chauffe eau électrique capacité 100 litres <p>Fourniture et pose de canalisation d'alimentation EF en Tuyau galva de diamètres variables jusqu'aux appareils décrits ci avant</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation en PPR ou polyéthylène réticulé de différents diamètres - Sujétion pièces, raccords, supports <p>Fourniture et pose de canalisation d'alimentation EC en Tuyau galva de diamètres variables jusqu'aux appareils décrits ci avant</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation en cuivre et PPR ou polyéthylène réticulé de différents diamètres - Vanne d'arrêt Ø3/4 - Sujétion pièces, raccords, supports <p>Fourniture et pose de canalisation d'évacuation des EU et EV, réalisée en tube PVC série assainissement partant des appareils décrits ci avant</p> <p>Fourniture et pose de ventilation haute et basse (type Nicol), y compris accessoires et toutes sujétion de mise en œuvre</p>	Sanitaires, cuisine
12-9	-Fourniture et pose d'une baignoire d'angle, avec robinet mitigeur EF/EC, vidage, bonde, siphon, y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre	Sanitaire chambre parents
13	ELECTRICITE	
13-1	<p>-Tableau de distribution</p> <p>Fourniture et pose de tableau général de distribution, y compris toutes sujétions</p>	Tableau compteur
13-2	<p>-Tableau secondaire de distribution</p> <p>Fourniture et pose de tableau secondaire de distribution, y compris disjoncteur et toutes sujétions</p>	Distribution de l'électricité
13-3	<p>-Câblage électrique</p> <p>Câblage d'installation principale et secondaire</p>	Toutes installations électriques
13-4	<p>-Prise 2P+T</p> <p>Fourniture et pose des prises</p>	Prise
13-5	<p>-Point lumineux</p> <p>Installation des points lumineux, y compris les interrupteurs et toutes sujétions</p>	Toutes les pièces

14	CLOISON ET PLAFONNAGE	
14-1	Fourniture et pose de solivage en bois dur constitué de madriers 7x17cm et entretoises 7x7cm et toutes sujétions Fourniture et pose de faux-plafond en Placoplatre BA13 type PREGYPLAC et type PREGYDRO avec accessoires de fixations et toutes sujétions Fourniture et pose de plafond en volige, y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre	Support et faux-plafond (salle humide) et Plafond
15	PEINTURE	
15-1	Enduit de peintre genre Bessier en 2 couches, appliqué au couteau puis poncé à sec, y compris toutes sujétions.	Mur intérieur enduit
15-2	Peinture acrylique intérieur et extérieur avec 1 couche d'impression, 2 couches de finition y compris égrenage, rebouchage, travaux préparatoires et toutes sujétions	Mur intérieur, extérieur et sou bassement enduit en ciment, plafond sous mezzanine, faux-plafond Placoplatre
15-3	Peinture antirouille en 1 couche y compris travaux préparatoires et toutes sujétions	Garde-corps d'escalier
15-4	Peinture glycérophtalique avec 1 couche d'impression, 2 couches de finition y compris travaux préparatoires et toutes sujétions	Menuiseries métalliques
15-5	Vernis brillant en 2 couches y compris travaux préparatoires et toutes sujétions	Plafond volige
16	AMENAGEMENTS EXTERIEURS & CLOTURE	
16-1	ASSAINISSEMENT	Evacuation EP
	-Fourniture et pose de buse en ciment comprimé posé sur lit de sable damé d'épaisseur 10 cm y compris scellement des joints et toutes sujétions Buse Ø 400 mm - Non armée -Mise en œuvre caniveau en béton armé avec tampon à grille de dimensions intérieures : 0,40 x 0,60 m et 0,60 m de haut moyenne voile de 0,10 m avec tampon en BA ép. 0,10 m, y compris armature, coffrage et toutes sujétions de mise en œuvre	

16-2	AIRE DE CIRCULATION ET PARKING - ESPACES VERTS	couche de base de l'aire de circulation et parking (ép.=15cm)
	-Fourniture et mise en œuvre de couche de tout venant 0/31,5, compactée, réglage de la pente générale y compris traitement au préalable de la plate-forme, épandage, arrosage, malaxage, et toutes sujétions de mise en œuvre.	
16-3	Béton coulé dosé à 350 kg de Ciment CEM II / A 42,5 N, y compris pilonnage, dressage de la surface et toutes sujétions de mise en œuvre d'épaisseur 0.15 m	Couche de roulement pour passage véhicule
16-4	-Fourniture et pose de pavés autobloquants de dimensions 12 x 20 x 16,5, y compris lits de sable et toutes sujétions. Fourniture et pose de bordure de trottoir en béton, y compris garnissage des joints au mortier dosé à 300Kg de ciment CEM II / A 42,5 N et toutes sujétions. -Fourniture et pose de bordure de jardin en béton, y compris garnissage des joints au mortier dosé à 300Kg de Ciment CEM II / A 42,5 N et toutes sujétions. Epannage de terre végétale sur les parties à aménager en espaces verts et repiquage d'herbes Kuy-Kuy	Bordure pour espaces verts et passage de véhicule
16-5	CLOTURE	Clôture
	-Clôture en maçonnerie de briques artisanales épaisseur 0,22 m, hauteur 2,50 m hourdée au mortier de ciment, y compris enduit, poteaux en BA tous les 4,00 m, chaperon en BA, fondation en maçonnerie de moellons hauteur 0,80 m	
16-6	-Peinture acrylique extérieur avec 1 couche d'impression, 2 couches de finition y compris égrenage, rebouchage, travaux préparatoires et toutes sujétions	Mur de clôture
16-7	-Séparation en grillage simple torsion	En amont du talus
16-8	Fourniture et pose portail à 2 vantaux, remplissage en TPN 10/10 dimensions : 4000x2500 ht mm, y compris fixations et toutes sujétions	Entrée voiture
16-9	-Fourniture et pose portail à 1 vantail, remplissage en TPN 10/10 dimensions : 1000x2100 ht mm, y compris fixations et toutes sujétions	Entrée personnel

ANNEX VII.PLANNING D'EXECUTION

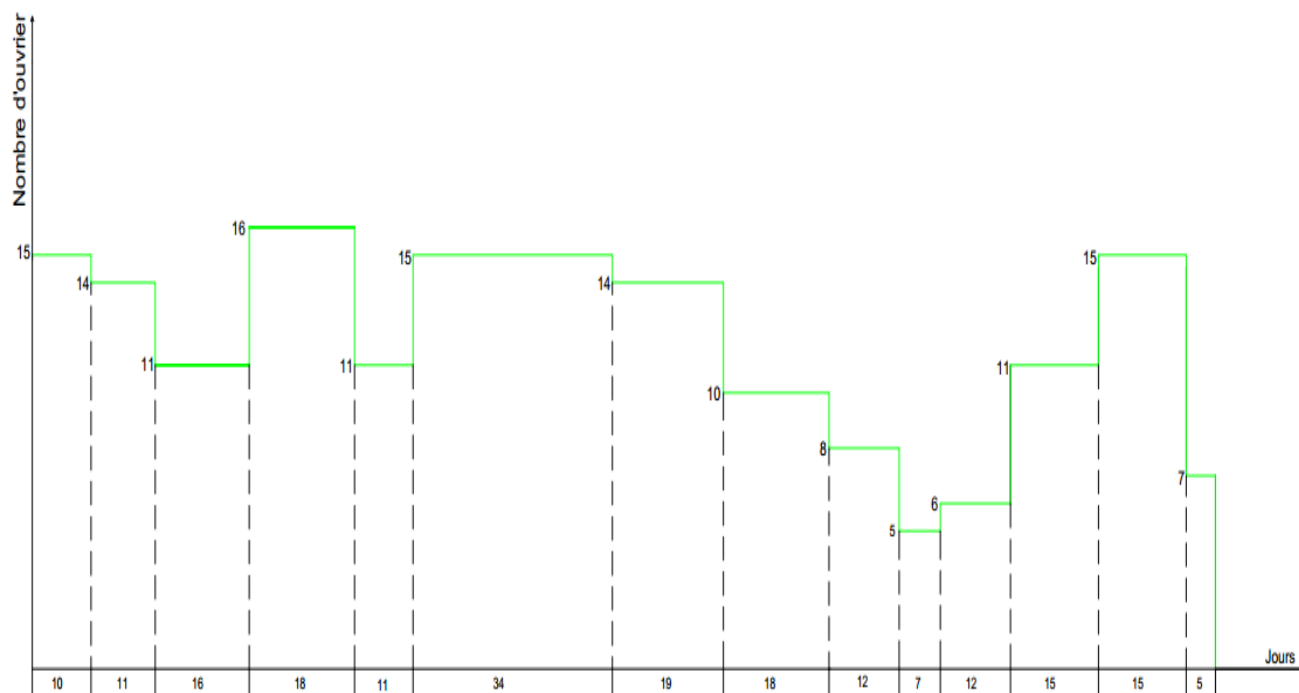
VII-1 : GRAPHIQUE DE REPARTITION DE LA MAIN D'ŒUVRE

On peut tracer la répartition de la main d'œuvre en utilisant l'effectif journalier initial ou l'effectif journalier à près arrangements.

Le planning d'exécution est indispensable pour connaître la durée globale des travaux depuis l'installation jusqu'au repli du chantier. Elle s'obtient par l'évaluation journalière ou mensuelle des différentes tâches à suivre dans la construction du bâtiment.

En considérant le planning d'utilisation du personnel, du matériel ainsi que le planning d'approvisionnement, nous pouvons établir le planning d'exécution du travail.

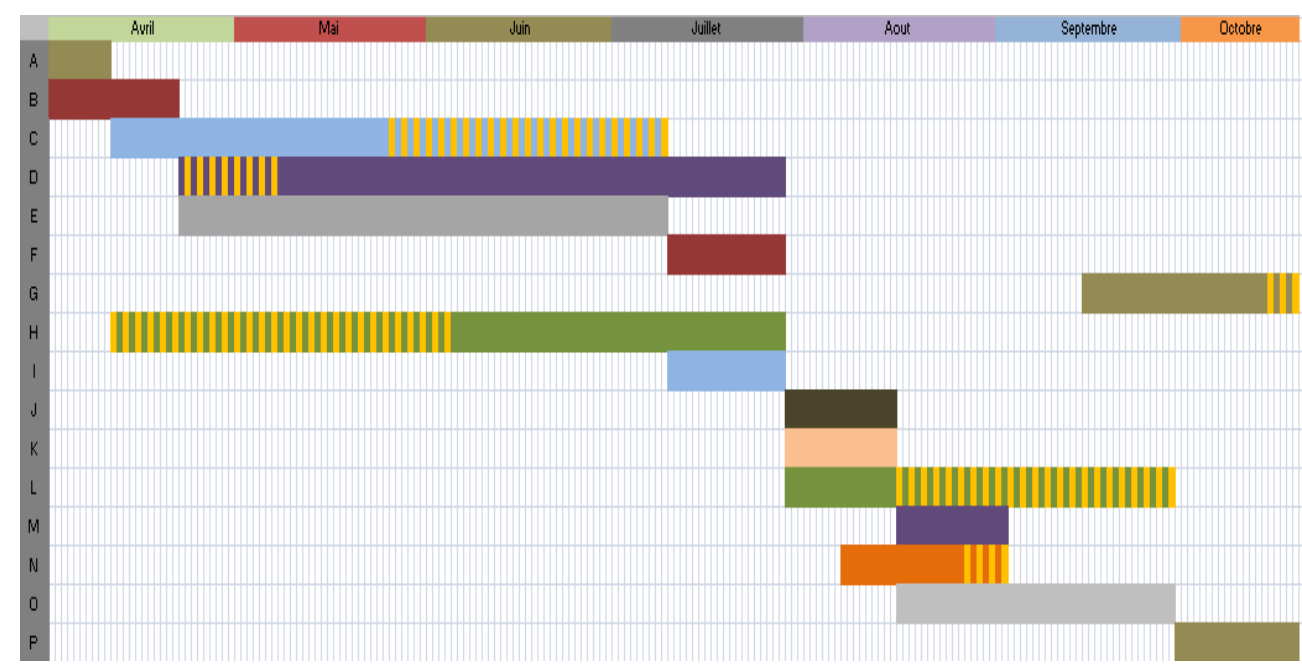
Ici on estimera que notre projet sera réalisé en 27 semaines dont voici les démarches à suivre lors de la réalisation.



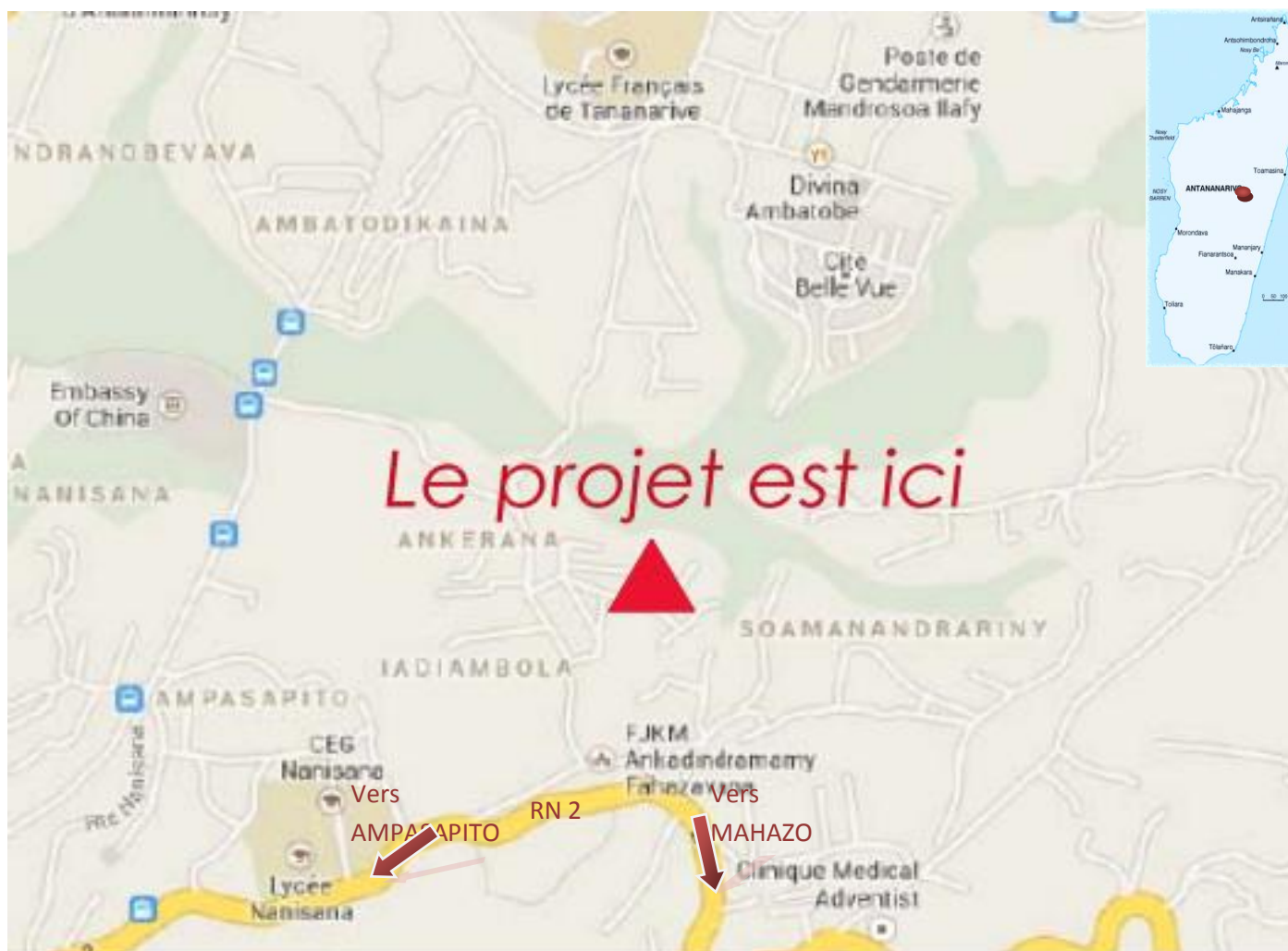
Effectifs journalier après arrangements

VII-2 : PLANNING GANTT

C'est un planning établies jours calendaire au moment de l'exécution des travaux en utilisant les lignes pour figurer les taches (ligne continue pour la durée effective des taches et ligne discontinue pour les marges libres).



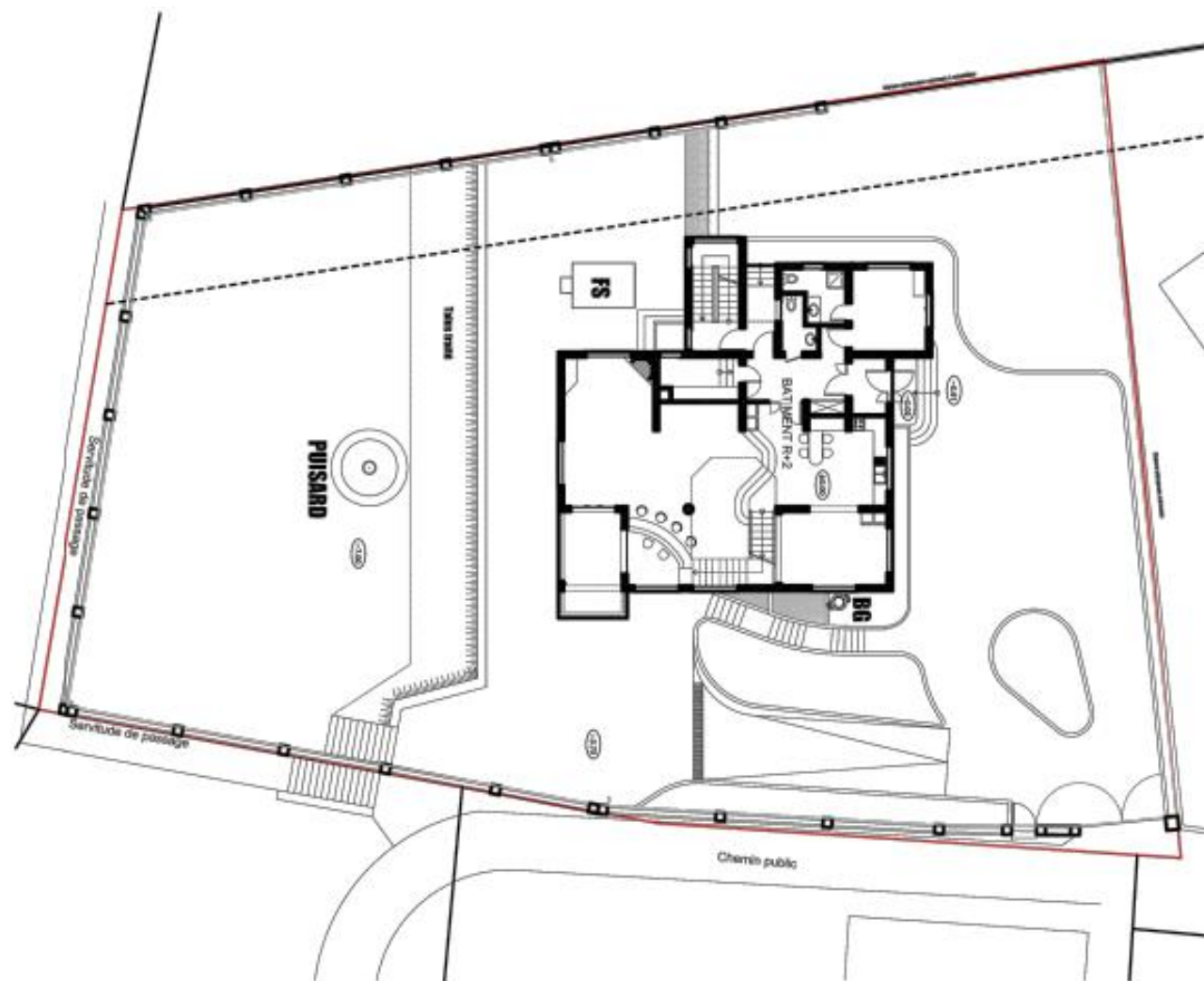
ANNEX VIII. PLANS DU PROJET



PLAN DE SITUATION



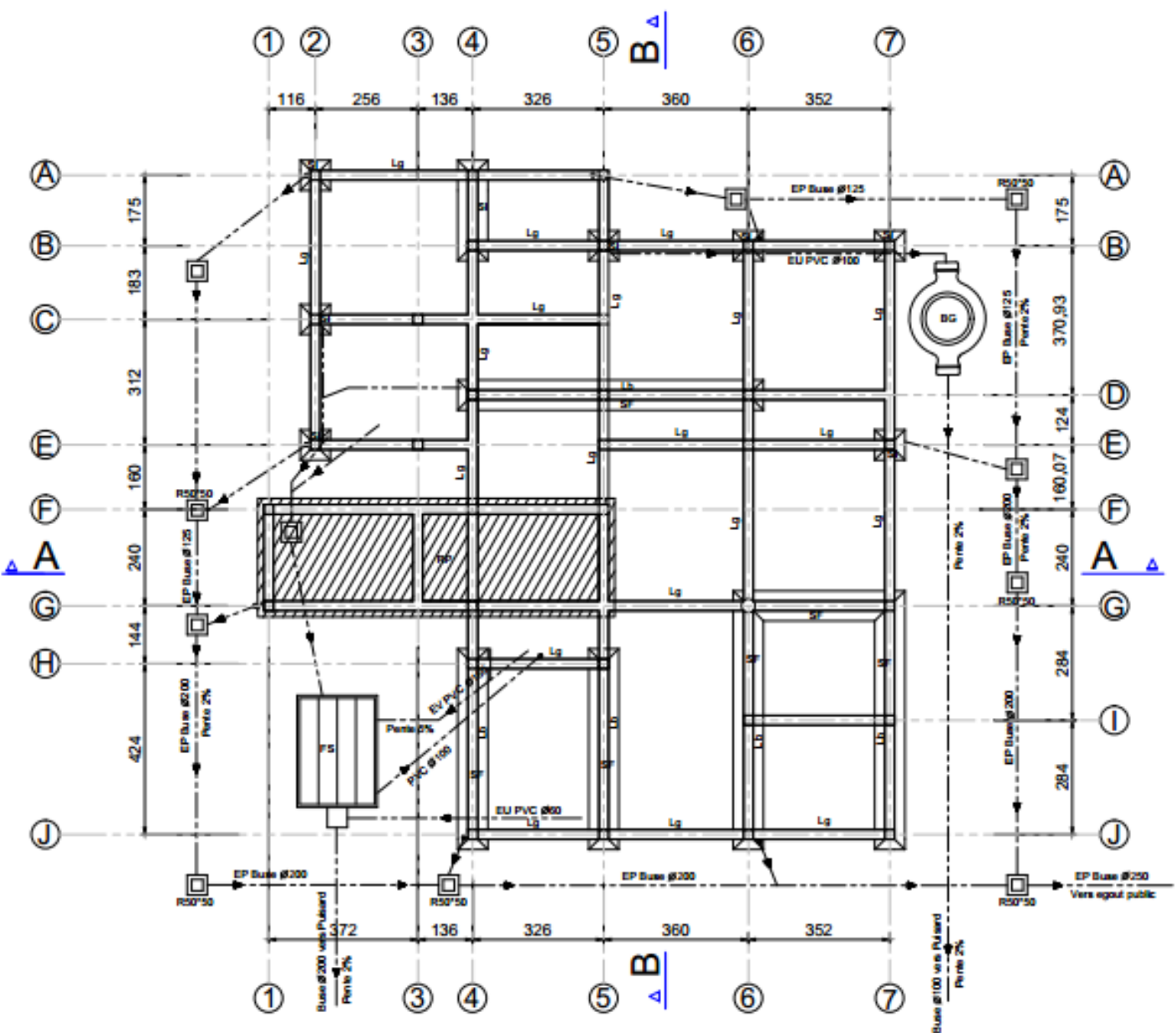
PLAN DE MASSE (Echelle : 1/2000)



PLAN D'IMPLANTATION (Echelle : 1/1500)

LEGENDE

BG	Bac à Graisse						
EP	Eau Pluviales						
EU	Eau Usées						
EV	Eau Vannes						
FS	Fosse Septique						
Lb	Libage						
Lg	Longrine						
R	Régard <tr> <td>RP</td><td>Régard Partiel</td></tr> <tr> <td>SF</td><td>Semelle Filant</td></tr> <tr> <td>SI</td><td>Semelle Isolée</td></tr>	RP	Régard Partiel	SF	Semelle Filant	SI	Semelle Isolée
RP	Régard Partiel						
SF	Semelle Filant						
SI	Semelle Isolée						



PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

PLAN DE FONDATION ET ASSAINISSEMENT

Echelle: 1/100

ESPA

Rakotohasimbola
Rémi Tél034 09 010 27



09 - 08 - 17

P-03

LEGENDE

LUMINAIRES

- Neon
- Spot encastré basse tension

PRISES

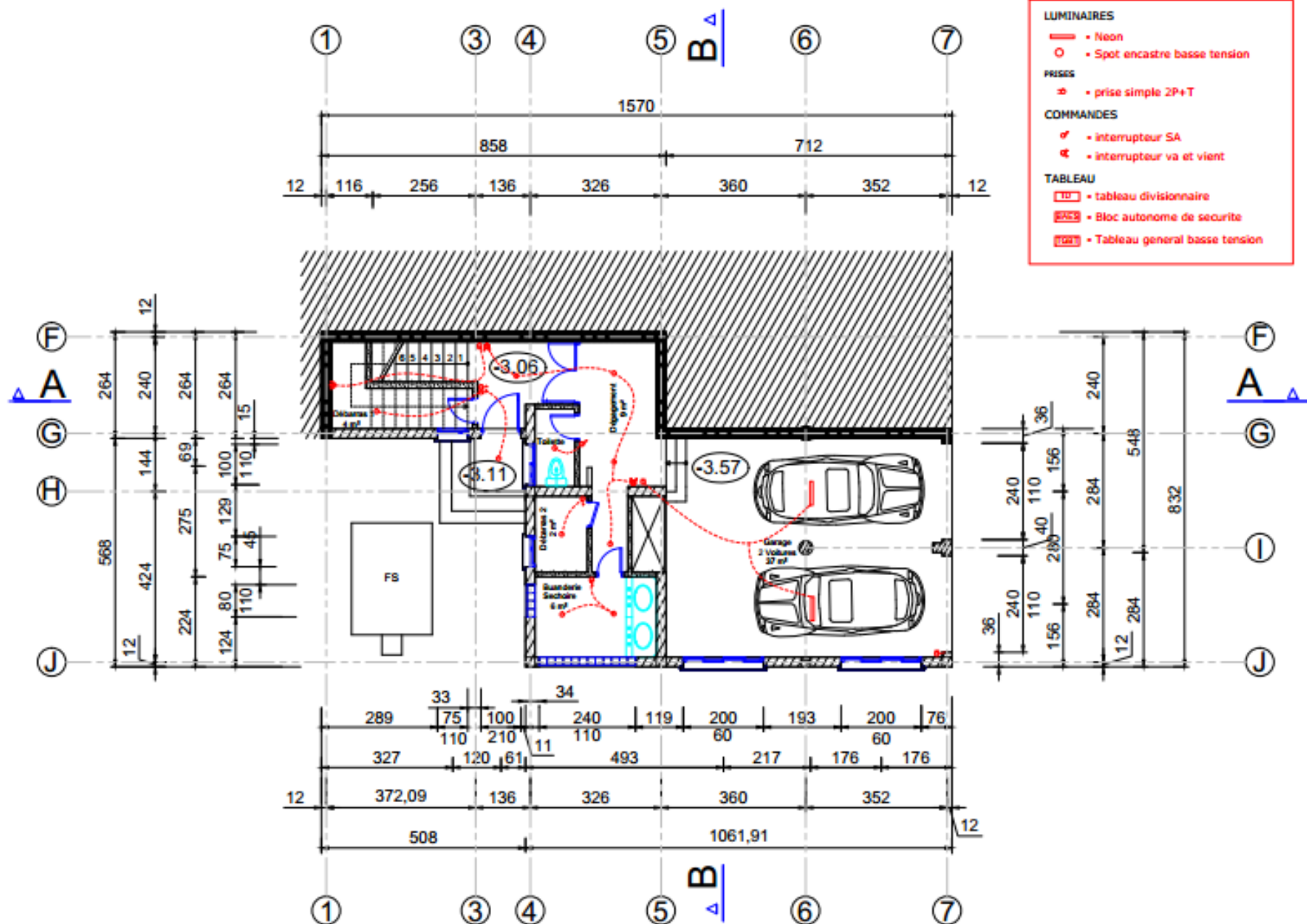
- prise simple 2P+T

COMMANDES

- interrupteur SA
- interrupteur va et vient

TABEAU

- tableau divisionnaire
- Bloc autonome de sécurité
- Tableau général basse tension



PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

Echelle: 1/100
Rakotohasimbola
Rémi T4K034 09 010 27

ESPA
P-04

PLAN D'ELECTRICITE DU R d C

09 - 08 - 17

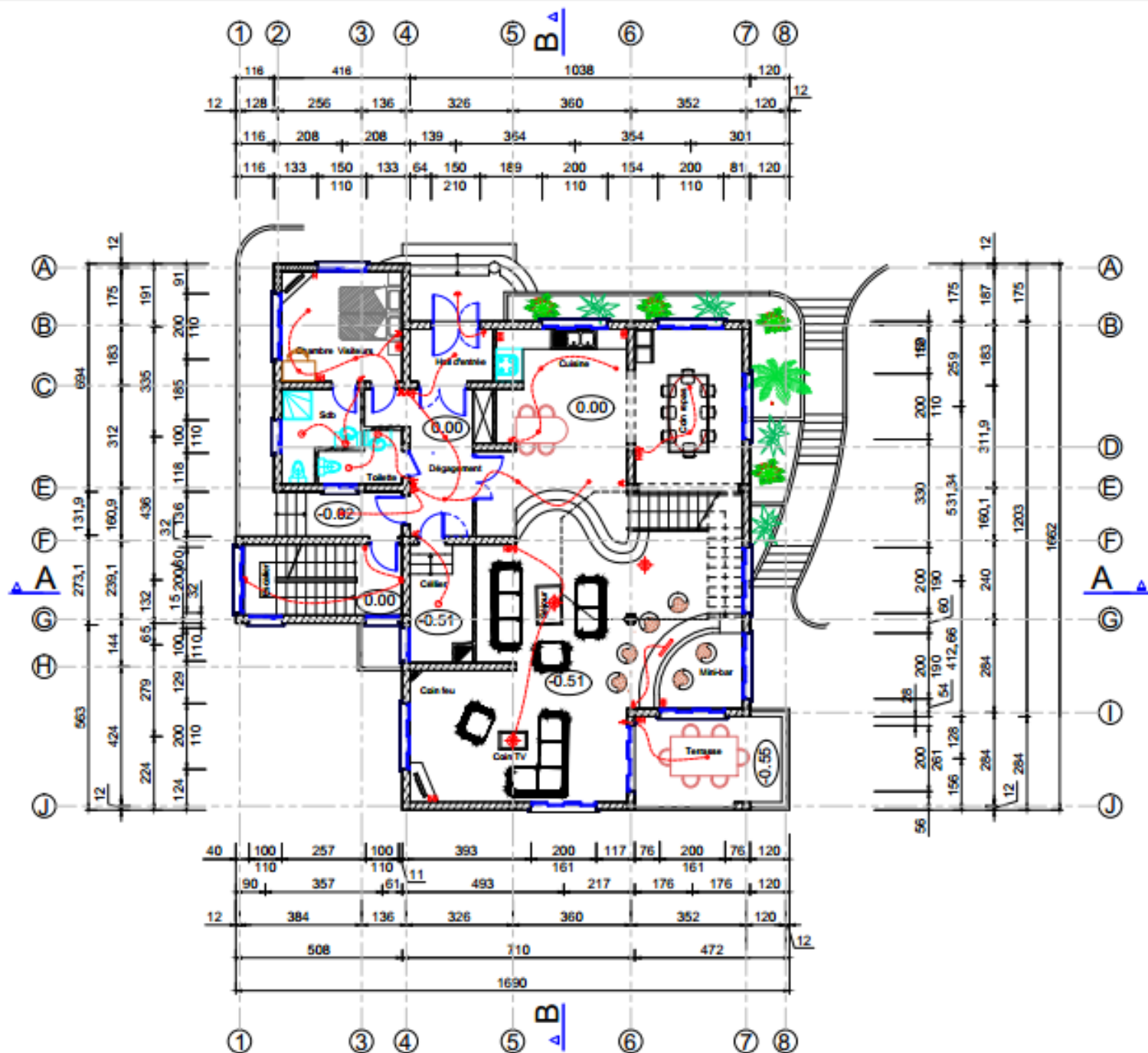
P-05

PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

Echelle: 1/100

ESPA

Rakotohasimbola
Rémi Tél: 034 09 010 27



PLAN D'ELECTRICITE DU 1^{er} ETAGE

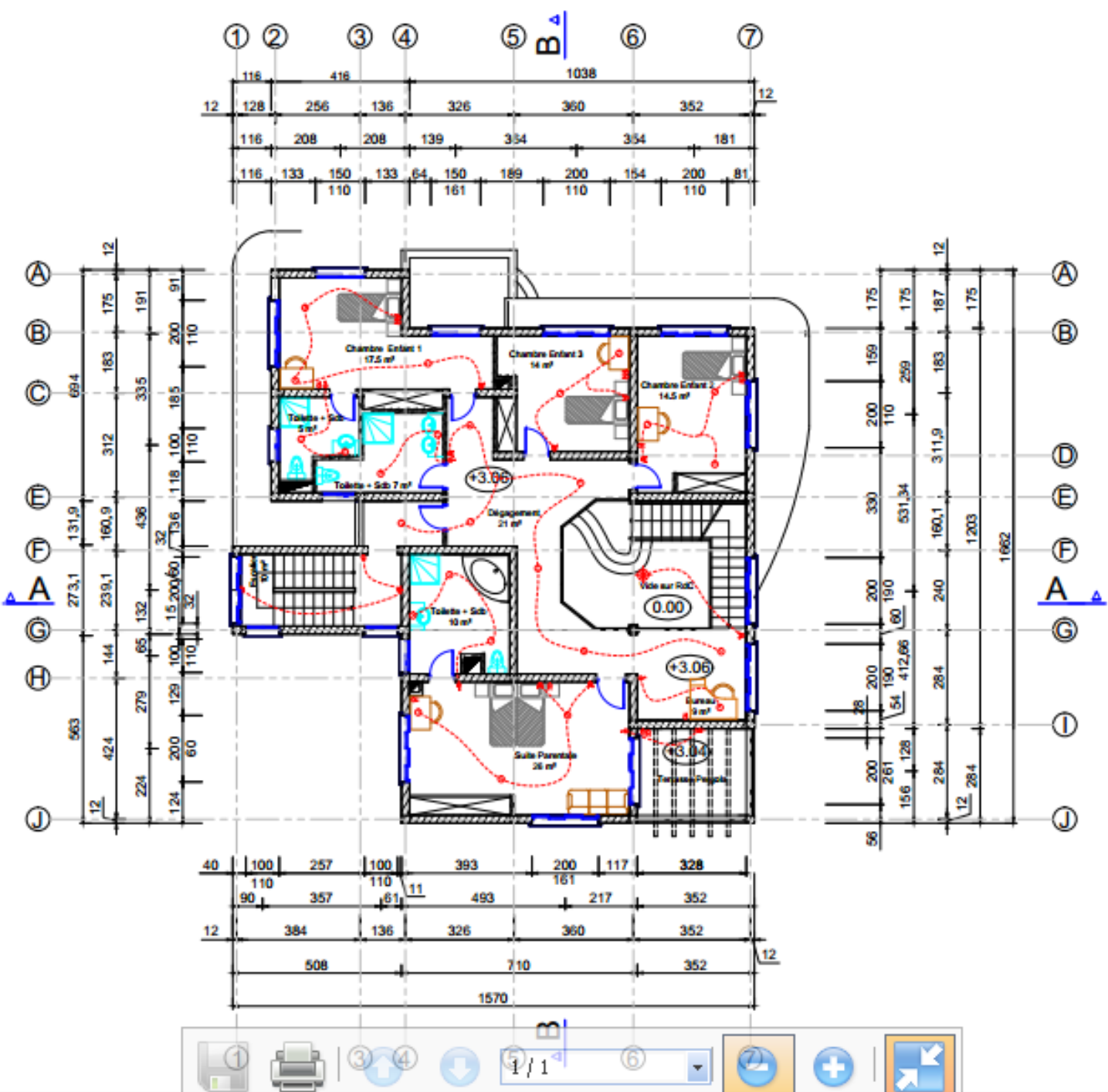
09 - 08 - 17

P-06

PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

Echelle: 1/100
Rakotohasimbola
Rémi T. 034 09 010 27

ESPA



LEGENDE

LUMINAIRES

- ◆ - Lustre
- - Neon
- - Spot encastré basse tension

PRISE

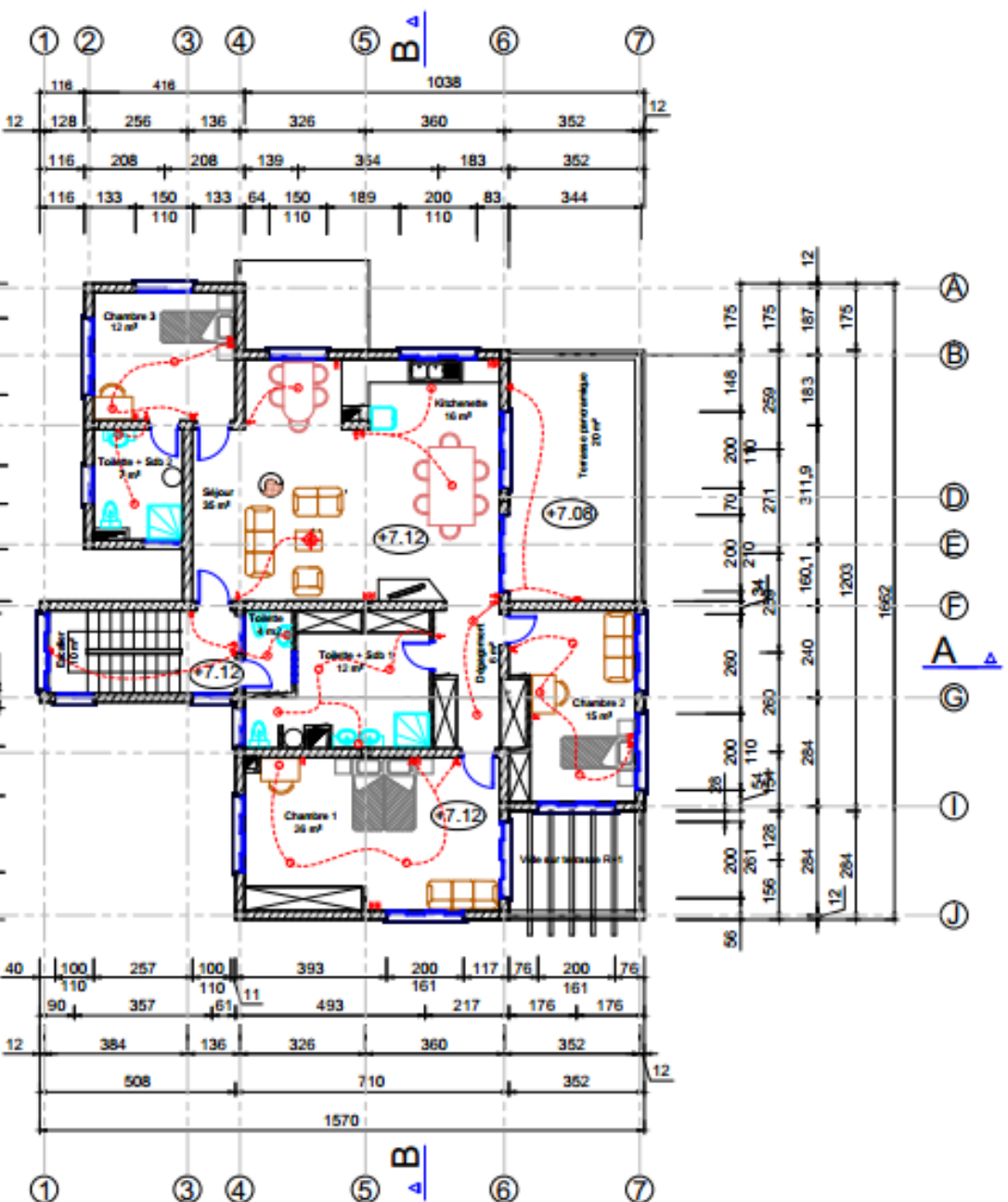
- - prise simple 2P+T
- TV - prise pour TV
- Tel - prise pour téléphone
- frigo - prise pour réfrigérateur
- int - prise pour Internet

COMMANDES

- - interrupteur SA
- - interrupteur va et vient
- - Applique murale

TABEAU

- - tableau divisionnaire
- - bloc autonome de sécurité
- - Tableau general basse tension



LEGENDE

LUMINAIRES

- lustre
- neon
- Spot encastré basse tension

PRISES

- prise simple 2P+T
- TV - prise pour TV
- Tel - prise pour téléphone
- frigo - prise pour réfrigérateur
- int - prise pour internet

COMMANDES

- interrupteur SA
- interrupteur va et vient
- Applique murale

TABLEAU

- tableau divisionnaire
- Bloc autonome de sécurité
- Tableau général basse tension

PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

Echelle: 1/100

ESPA

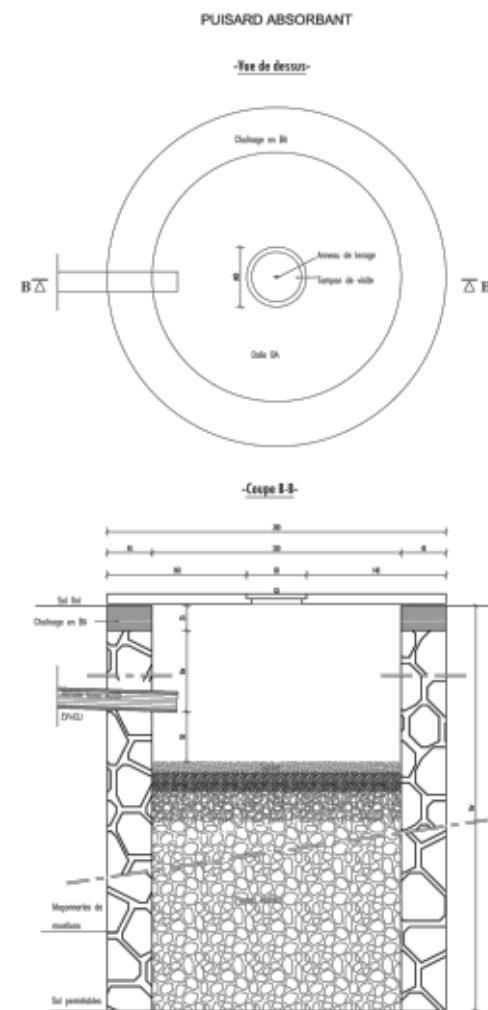
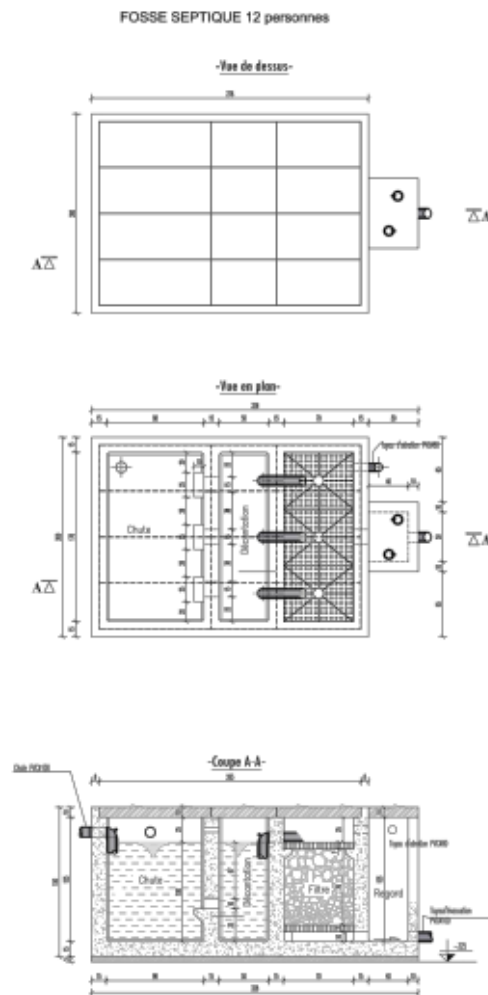
Rakotohasimbola
Rémi Tél: 034 09 010 27



PLAN D'ELECTRICITE DU 2e ETAGE

09 - 08 - 17

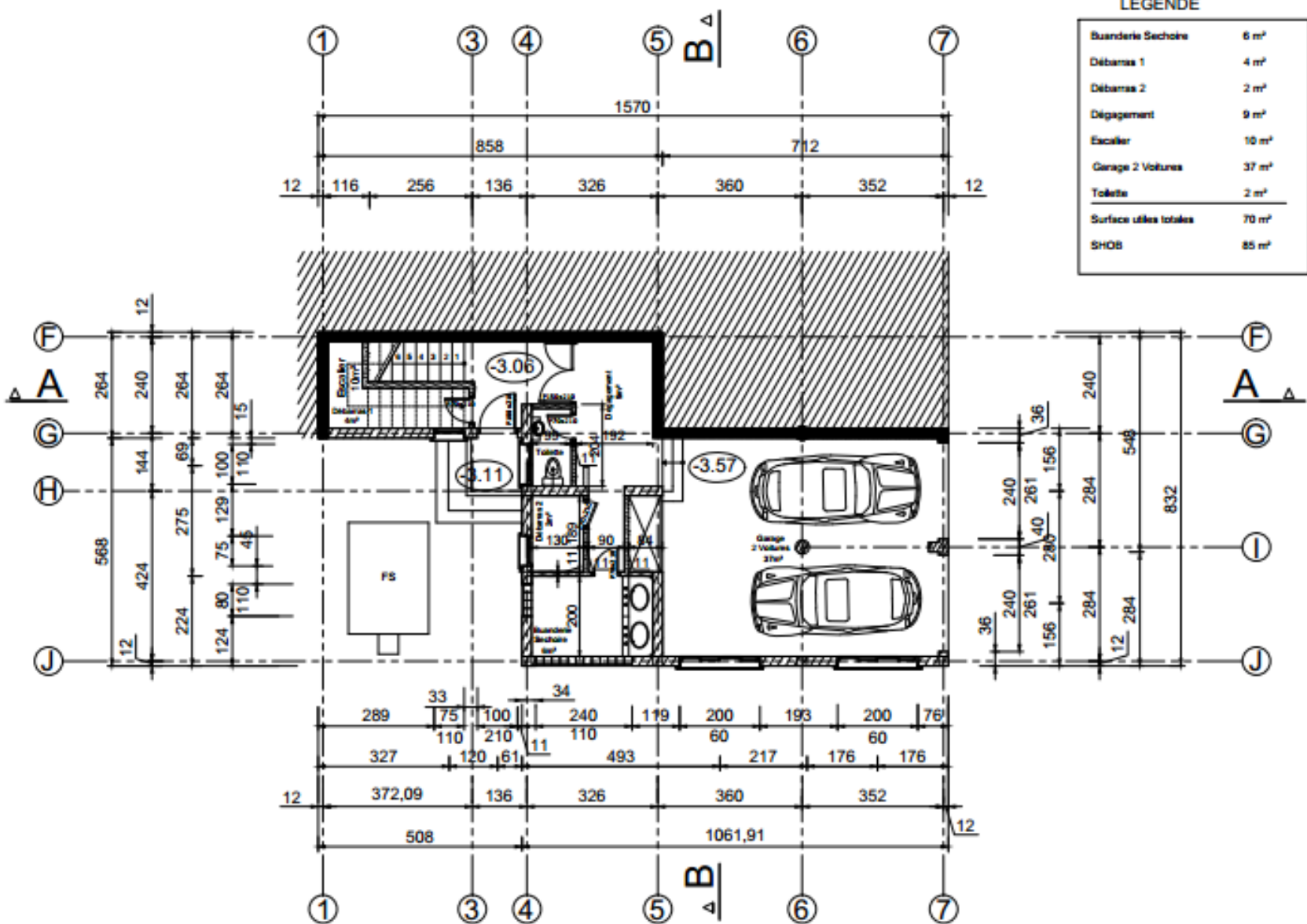
P-07



DETAIL TECHNIQUE D'ASSAINISSEMENT (Echelle : 1/50)

LEGENDE

Buanderie Sechoire	6 m²
Débaras 1	4 m²
Débaras 2	2 m²
Dépagement	9 m²
Escalier	10 m²
Garage 2 Voitures	37 m²
Toilette	2 m²
Surface utiles totales	70 m²
SHOB	85 m²



PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

PLAN DU SOUS - SOL

Echelle: 1/100

ESPA

Rakotohasimbola
Rémi Tél: 034 09 010 27



09 - 08 - 17

P-08

PLAN DU REZ - DE - CHAUSSEE

09 - 08 - 17

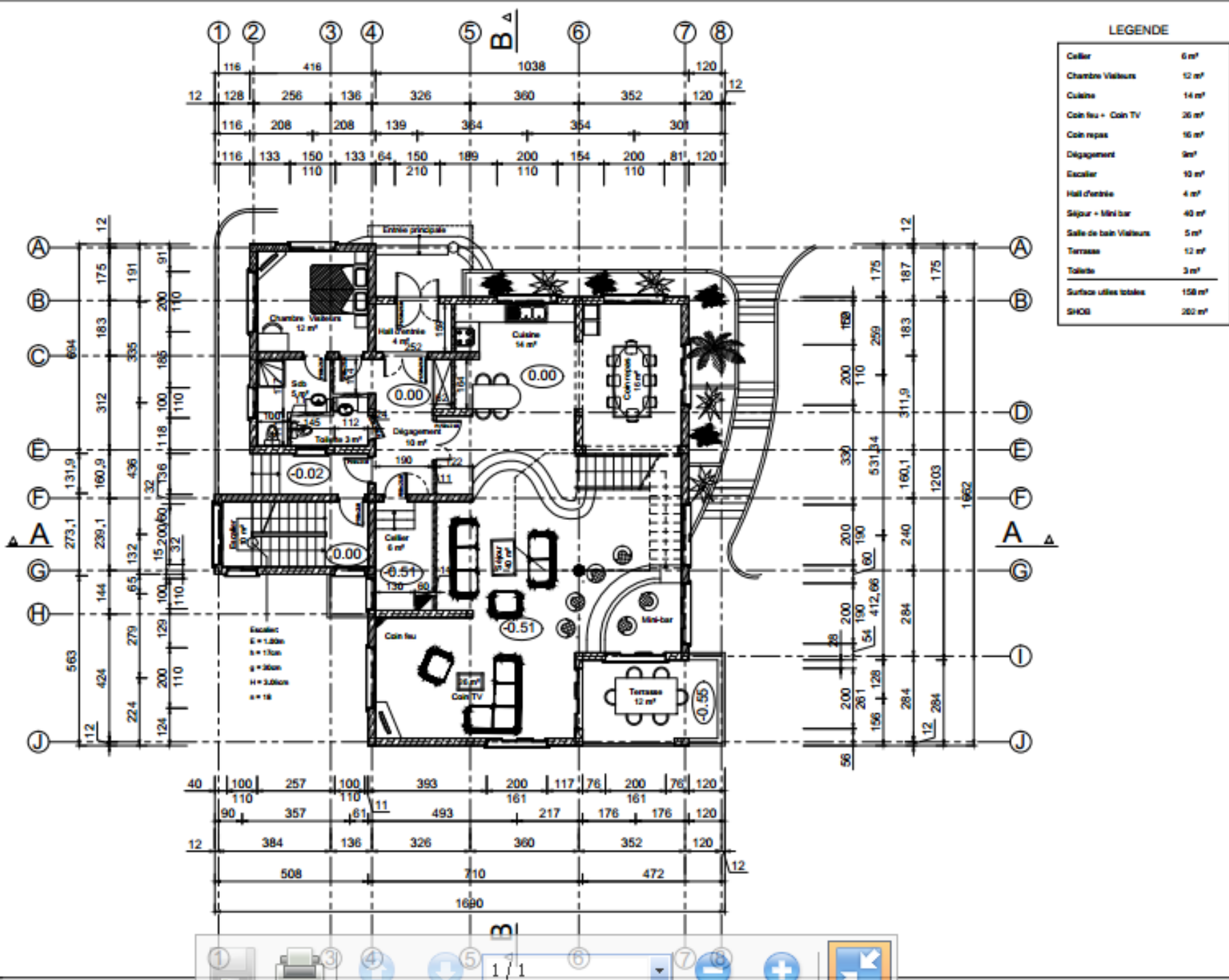
P-09

PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

Echelle: 1/100

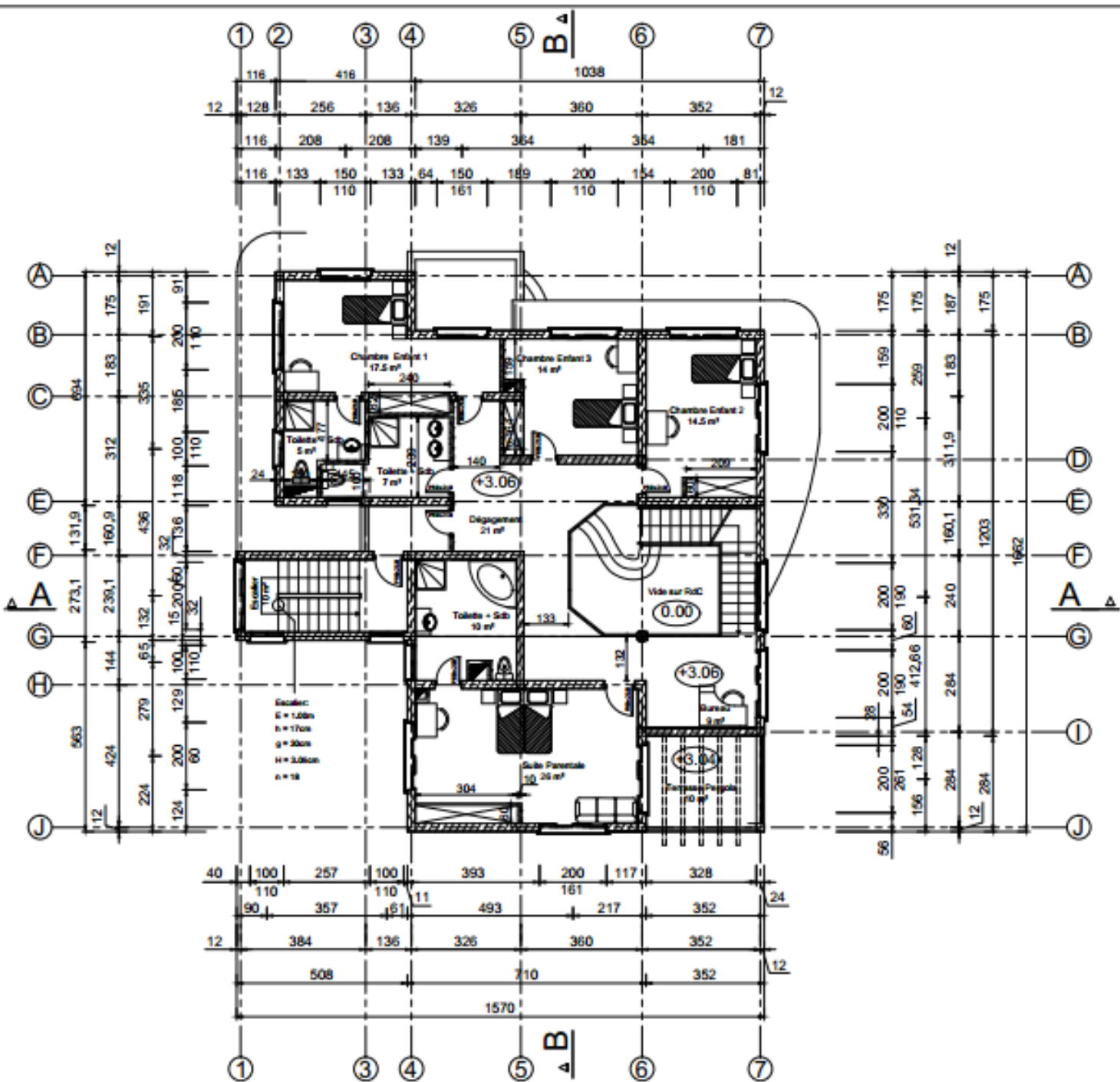
ESPA

Rakotohasimbola
Rémi Tél034 09 010 27



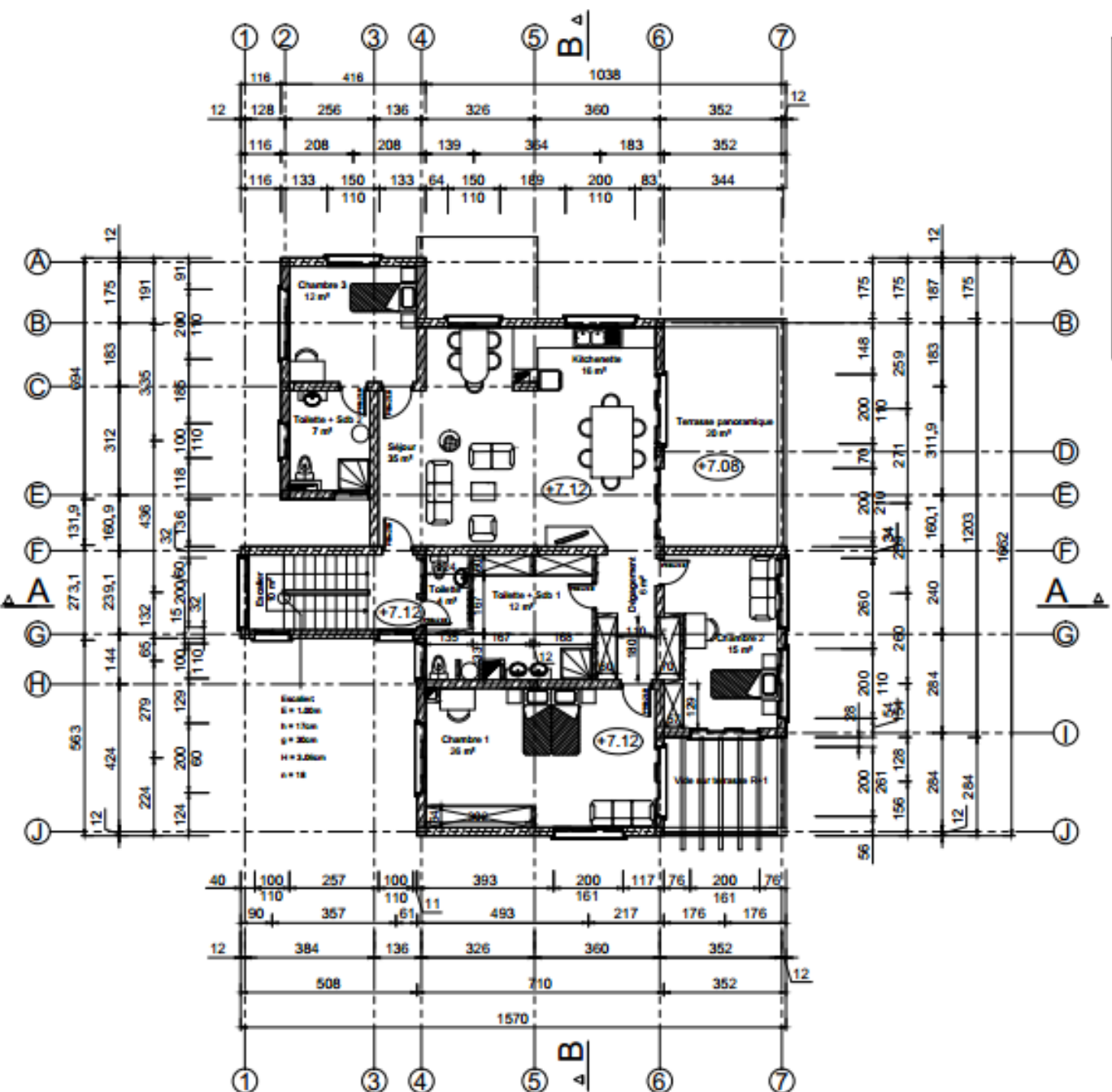
ESPA

P-10



Bureau	9 m²
Chambre Enfant 1	17,5 m²
Chambre Enfant 2	14,5 m²
Chambre Enfant 3	14 m²
Dégaragement	21 m²
Escalier	10 m²
Toilette + SdS enfant 1	4 m²
Toilette + SdS enfant 2 & 3	7 m²
Toilette + SdS parents	10 m²
Terrasse Pergola	12 m²
Suite Parentale	26 m²
Surface utiles totales	151 m²
SHOB	280 m²

LEGENDE	
Chambre Enfant 1	26 m ²
Chambre Enfant 2	15 m ²
Chambre Enfant 3	12 m ²
Dégarage	6 m ²
Escalier	10 m ²
Kitchenette	16 m ²
Toilette Vendeur	4 m ²
Toilette + SdB 1	12 m ²
Toilette + SdB 2	7 m ²
Terrasse Panoramique	20 m ²
Séjour	35 m ²
Surface utiles totales	163 m ²
SHOB	190 m ²



PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA

Echelle: 1/100

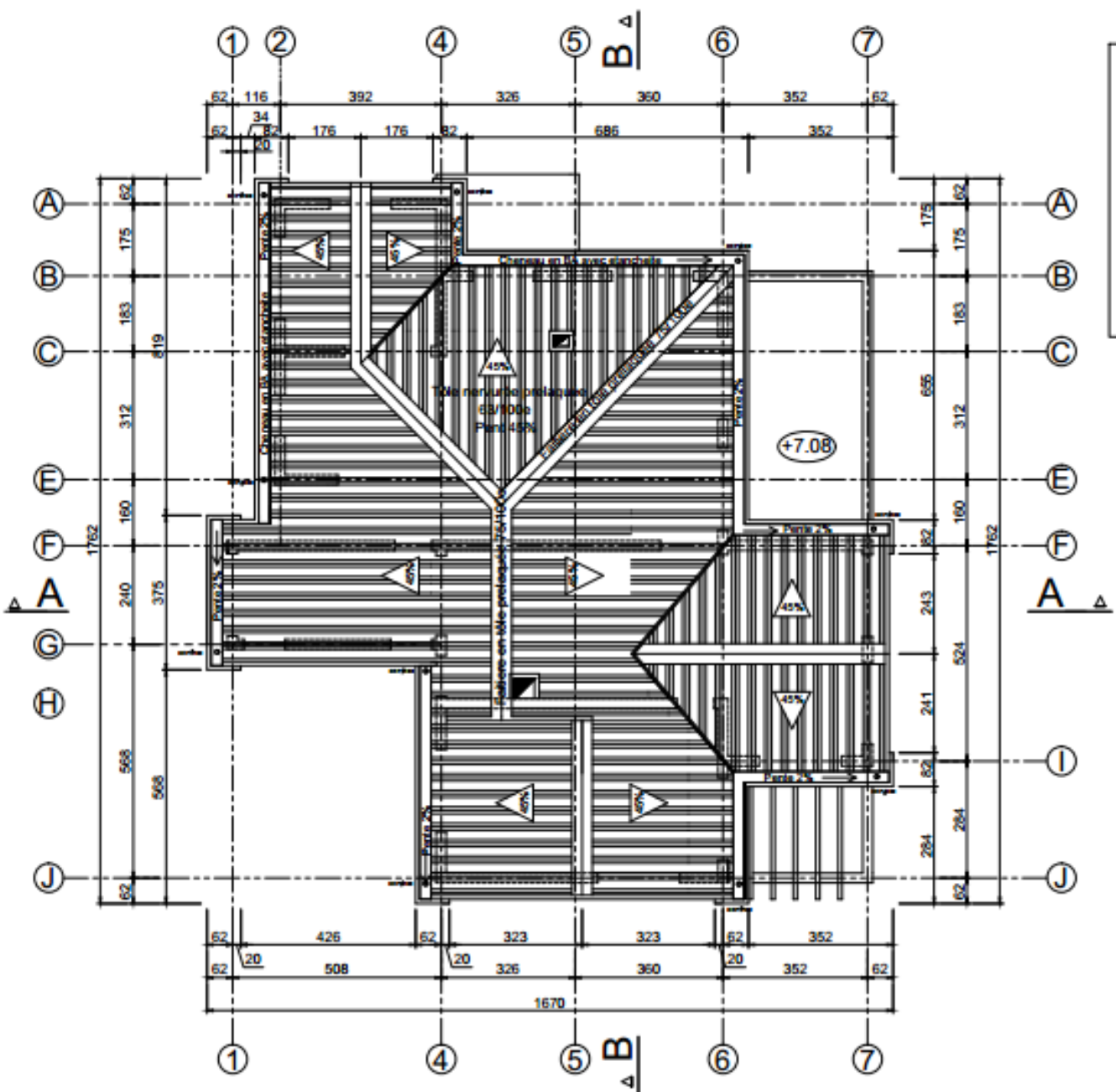
Rakotohasimbola Rémi Tél034 09 010 27

09 - 08 - 17

ESPA

P-11

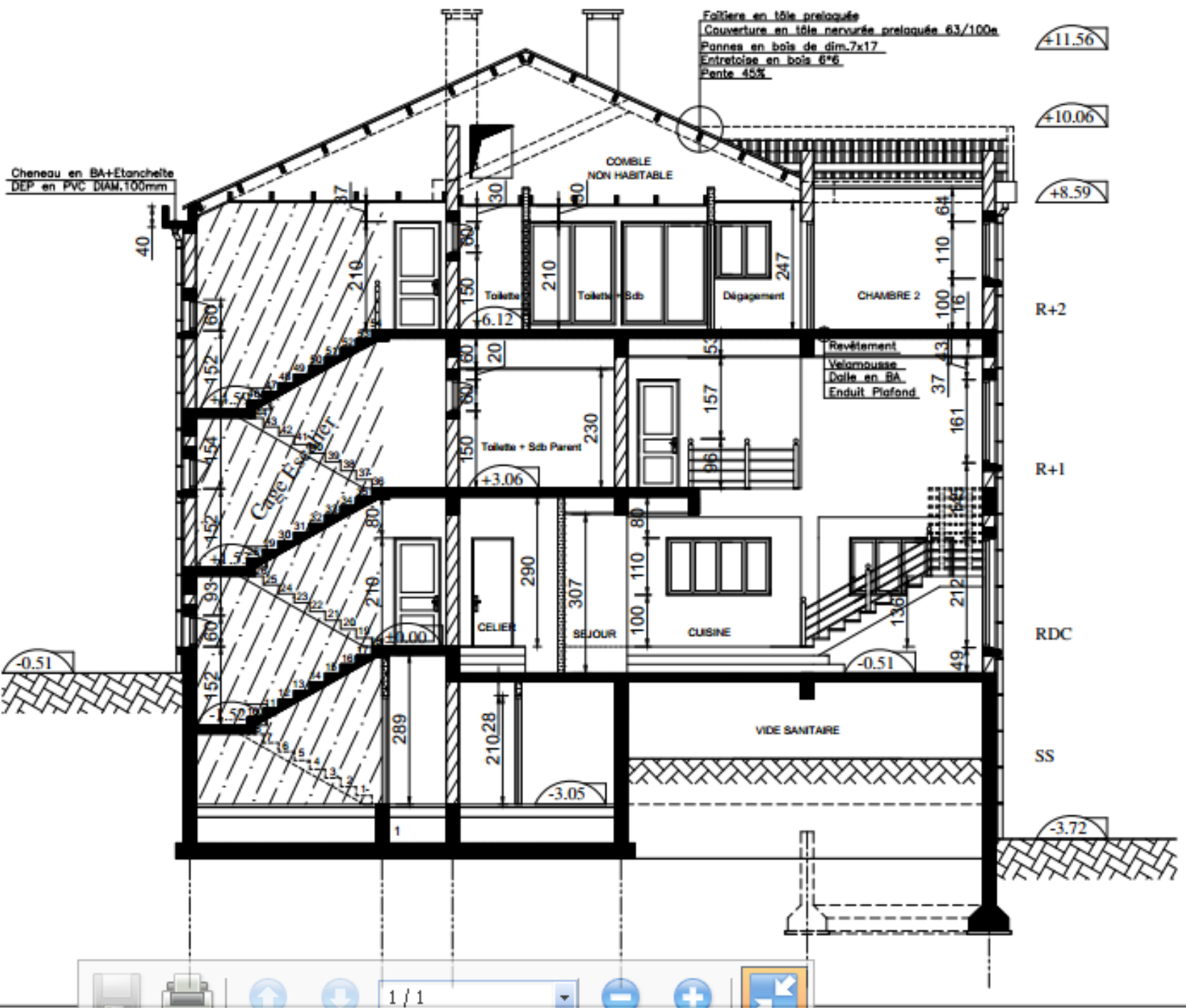
LEGENDE	
DEP: Descente d'eau pluviale PVC D100mm	
Couverture: Tôle nervurée prélaquée 63/100e	
Accessoire (faliers - Arrière - Solin...) en tôle prélaquée 75/100e	
Chéneau en Béton Armé + Forme de pente + échelle	
Panne en bois 7"17 espacement maximal:1.20m	
Entrelâs en bois 6"6	
Fixation tôle: Tire-fond à bouter 6"65	
Cavalier laque	
Rondelle neoprene 20"7"3	
Pontet (cale d'onde)	

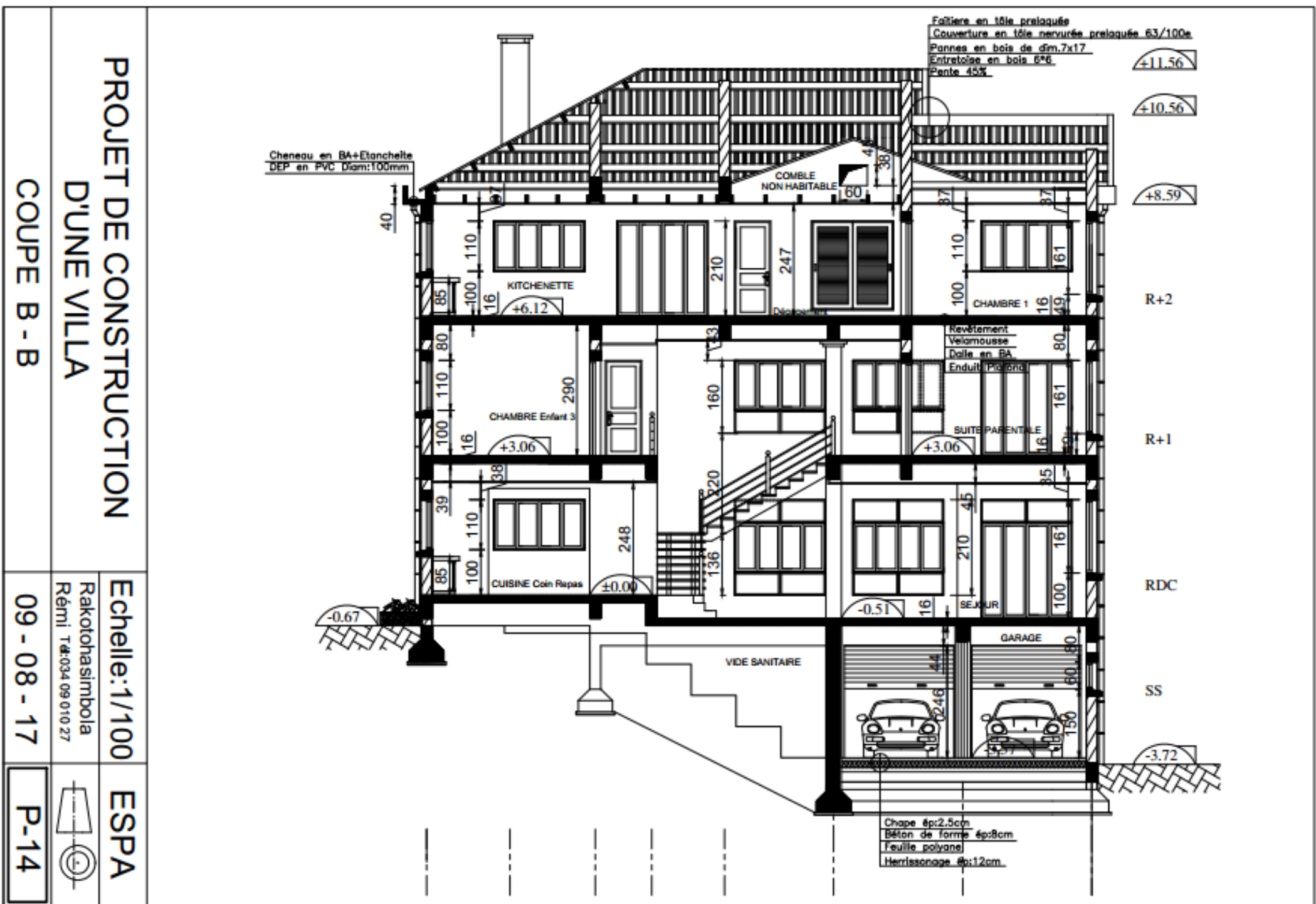


PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA PLAN DE LA TOITURE

Echelle:1/100
Rakotohasimbola
Rémi T4:034 09 010 27
09 - 08 - 17
P-12





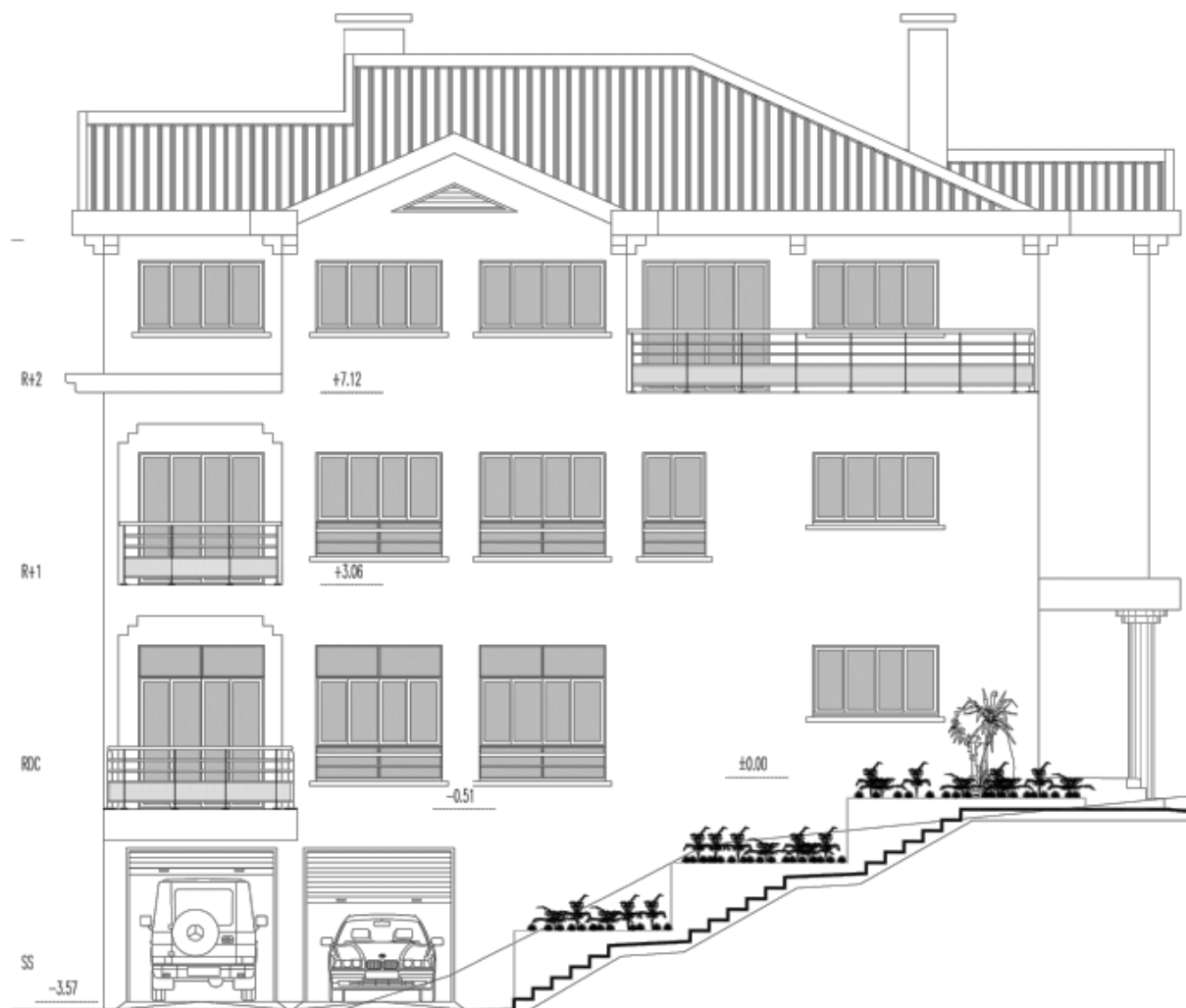




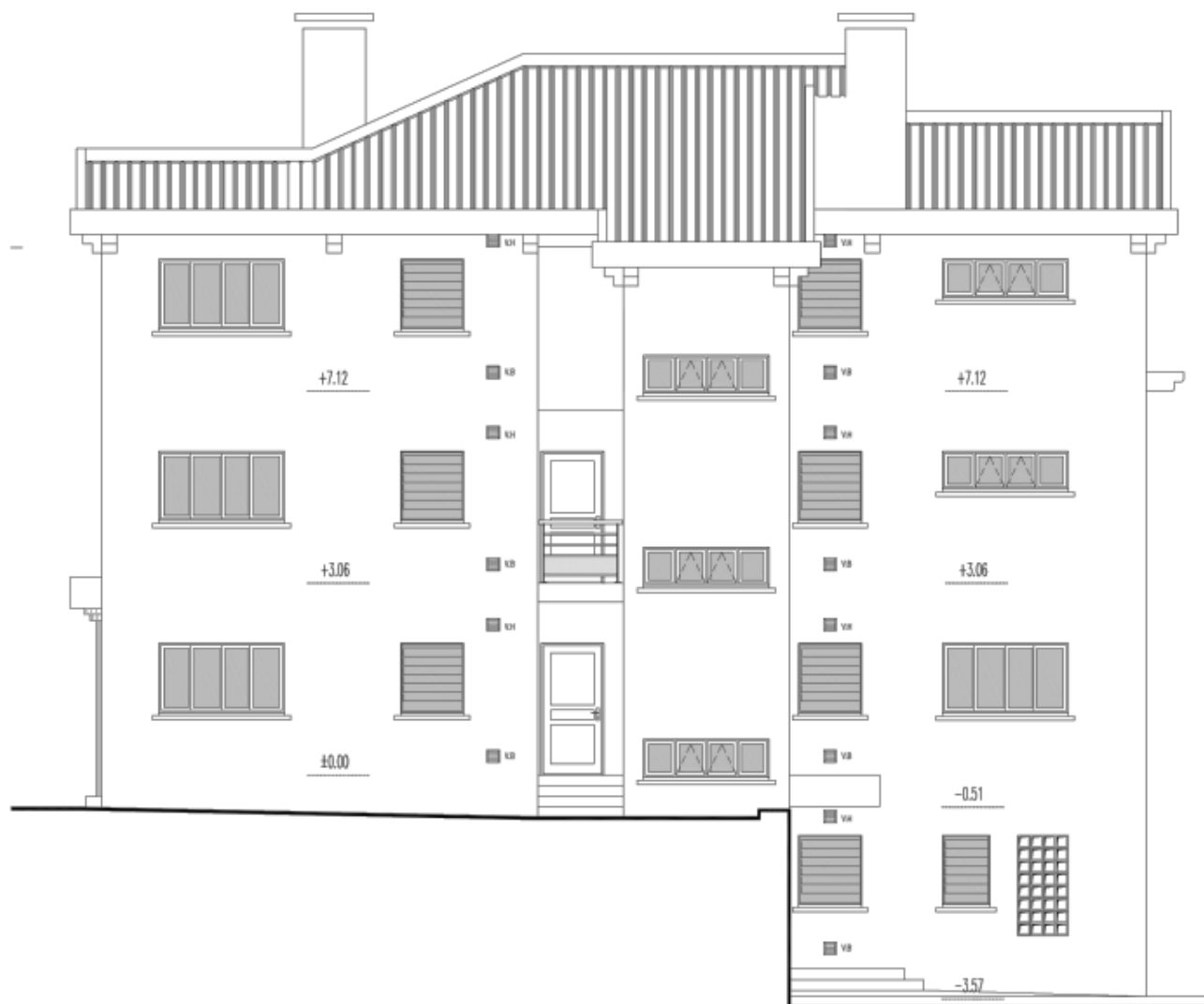
FACADE PRINCIPALE (ELEVATION OUEST - Echelle : 1/100)



FACADE POSTERIEURE (ELEVATION EST - Echelle : 1/100)



FACADE GAUCHE (ELEVATION NORD - Echelle : 1/100)



FACADE DROITE (ELEVATION SUD - Echelle : 1/100)

Nom: RAKOTOHASIMBOLA

Prénoms: Rémi

Adresse: Lot II E 7 Ambohimirary

Téléphone: 034 09 010 27



TITRE:

« ETUDE DE CONSTRUCTION D'UNE VILLA R+2 AVEC SOUS - SOL A USAGE D'HABITATION SIS A ANKERANA »

Nombre de pages : 122

Nombre de tableaux : 92

Nombre de figures : 33

RESUME

Ce mémoire concerne l'étude de projet de construction d'une villa constituant quatre niveaux dont deux étages, un rez-de-chaussée et un sous-sol.

La villa sera étudiée selon les critères imposés par les normes de construction, les matériaux utilisés viseront le haut standing.

L'étude comporte quatre parties bien déterminées : l'environnement du projet, l'étude technique en utilisant la méthode de CROSS, la méthode de CAQUOT, les règles de BAEL 91 modifiées 99, à l'étude des éléments du second œuvre ... la technologie de mise en œuvre et l'évaluation financière du projet, y afférentes le planning d'exécution pour inciter à sa réalisation.

Mots clés : Béton armé, Calcul des structures, Electricité du bâtiment, Dessin technique.

Encadreur: Madame RAJAONARY Veroniaina