

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

LISTE DES NOTATIONS/ SYMBOLES ET ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

Partie I: ENVIRONNEMENT DU PROJET

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

CHAPITRE II : PRESENTATION DU SITE

CHAPITRE III : ETUDES ARCHITECTURALES

Partie II: ETUDES TECHNIQUES

CHAPITRE I : PREDIMENTIONNEMENT DES ELEMENTS DE STRUCTURE

CHAPITRE II : DESCENTE DES CHARGES

CHAPITRE III. ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE

CHAPITRE IV. ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE

Partie III: EXECUTION ET EVALUATION FINANCIERE

CHAPITRE I : TECHNOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE

CHAPITRE II : EVALUATION DU COUT DU PROJET

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

LISTE DES NOTATIONS/ SYMBOLES ET ABREVIATIONS

A. Minuscules romaines et abréviations

b	: béton
c	: compression
f	: fissuration ; flambement ou flèche
g	: centre de gravité ; granulats
i	: initial ou instantané
j	: âge de j jours
t	: temps
max	: maximal
min	: minimal
red	: réduit
ser	: service
s	: acier pour armatures de béton armé, scellement
t	: transversal ((notamment armatures transversales) ou traction
u	: ultime

B. Notations en minuscules romaines

a	: Plus petite dimension d'une section transversale
b	: Dimension transversale (largeur ou épaisseur d'une section).
b ₀	: Epaisseur brute de l'âme d'une poutre.
c _s	: Effet de site
c _m	: Effet de masque
c _h	: Effet de hauteur
f _{bu}	: Résistance de calcul du béton en compression à l'E.L.U
f _{cj}	: Résistance caractéristique à la compression du béton à j jours d'âge
f _{c28}	: Résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours d'âge
f _e	: Limite d'élasticité de l'acier
f _{ed}	: Résistance de calcul des aciers à l'E.L.U
f _{tj}	: Résistance conventionnelle à la traction du béton à j jours d'âge
f _{t28}	: Résistance conventionnelle à la traction du béton à 28 jours d'âge
h ₀	: hauteur d'une table de compression
i	: Rayon de giration

j	: Nombre de jours
k	: Raideur de poutre
l	: Longueur ou portée
l'	: Portée fictive d'une travée
l_a	: Longueur d'ancrage
l_f	: Longueur de flambement
l_i	: Portée de la travée i
l_r	: Longueur de recouvrement
l_s	: Longueur de scellement droit
l_t	: Distance entre nus de deux nervures parallèles
l'_o	: Longueur fictive pour répartir les armatures d'âme
n	: Coefficient d'équivalence = 15
p	: Charge uniformément répartie (E.L.U ou E.L.S)
p_{ser}	: Charge uniformément répartie à l'E.L.S
p_u	: Charge uniformément répartie à l'E.L.U
q	: Charge variable unitaire.
s_t	: Espacement des armatures transversales
s_{t0}	: Espacement initial calculé des cours d'armatures transversales
s_{t1}	: Espacement initial retenu des cours d'armatures transversales
t	: Temps
v	: Distance du centre de gravité d'une section à la fibre supérieure
z	: Bras de levier de la résultante des forces de compression
z_b	: Bras de levier de l'effort de compression du béton
h ou h_t	: Hauteur de section
d (et d')	: Distances du barycentre d'armatures respectivement tendues (et comprimées) à la fibre extrême la plus comprimée

C. Notations en majuscules romaines

A (ou A_s)	: Aire d'une section d'acier.
A_s	: Armatures supérieures
A_{ser}	: Section d'aciers pour l'état limite de service
A_t	: Section droite d'un cours d'armatures transversales
B	: Aire d'une section de béton
B_r	: Section réduite d'un poteau

B_0	: Section homogène totale
F	: Force ou action en général.
F_{bc}	: Résultante d'efforts de compression du béton
G	: Action permanente
G_{Max}	: Actions permanentes défavorables
G_{Min}	: Actions permanentes favorables
I	: Moment d'inertie en général
I_0	: Moment d'inertie de la section totale homogène
I_1	: Moment d'inertie de la section réduite homogène
M	: Moment en général
M_a	: Moment fléchissant sur appui
M_{lu}	: Moment fléchissant limite à l'E.L.U
M_{rb}	: Moment fléchissant béton
M_0	: Moment fléchissant de la travée de référence
M_{ser}	: Moment fléchissant à l'E.L.S
M_t	: Moment fléchissant en travée
M_u	: Moment de calcul ultime
N	: Effort normal
N_{ser}	: Effort normal de service
N_u	: Effort normal ultime
N_{uc}	: Charge critique ultime de calcul (flambement)
P_{ser}	: Charge concentrée appliquée à l'E.L.S
P_u	: Charge concentrée appliquée à l'E.L.U
Q	: Action ou charge d'exploitation variable dans les bâtiments
V_u	: Effort tranchant à l'E.L.U
W	: Action ou effet du vent

D. Notations en minuscules grecques

α	: Coefficient sans dimension
γ_b	: Coefficient partiel de sécurité pour le béton
γ_s	: Coefficient partiel de sécurité pour les aciers
η	: Coefficient de fissuration relatif à une armature
θ	: Coefficient prenant en compte la durée d'application des charges, angle au centre d'une partie courbe de barre
λ	: Lancement mécanique d'une pièce comprimée

μ	: Coefficient de frottement acier/béton
μ_{bu}	: Moment fléchissant agissant réduit à l'E.L.U
μ_{rb}	: Moment résistant béton réduit à l'E.L.S
σ	: Contrainte normale en général
σ_{bc}	: Contrainte de compression du béton
$\bar{\sigma}_{bc}$: Contrainte limite du béton comprimé à l'E.L.S
σ_{sc}	: Contrainte de compression des aciers
σ_{sce}	: Contrainte de compression équivalente des aciers comprimés (E.L.U)
$\bar{\sigma}_{sol}$: Contrainte admissible du sol
τ_{lim}	: Contrainte tangente limite
τ_s	: Contrainte d'adhérence moyenne
τ_u	: Contrainte tangente conventionnelle
Ψ_s	: Coefficient de scellement relatif à une armature

E. Symboles spéciaux

Δ	: Variation
\sum	: Somme.
\emptyset	: Diamètre nominal d'une armature, en général
\emptyset_l	: Diamètre nominal d'une armature longitudinale
\emptyset_t	: Diamètre d'une barre d'acier transversal

F. Abréviations

AFNOR	: Association Française de Normalisation
BA	: Béton Armé
BAEL	: Béton Armé à l'Etat Limite
BDE	: Bordereaux-Détail-Estimatif
DTU	: Documents Techniques Unifiés
ELS	: Etat Limite de Service
ELU	: Etat Limite Ultime
EP	: Eaux pluviales
EU	: Eaux pluviales
EV	: Eaux Vannes
HA	: Haute Adhérence

LI	:	Ligne d'Influence
MO	:	Main d'œuvre
MTRL	:	Matériel
MTRO	:	Matériaux
PU	:	Prix Unitaire
RDC	:	Rez-de-chaussée
SDP	:	Sous Détail de Prix
TN	:	Terrain naturel
TRI	:	Taux de Rentabilité Interne
TTC	:	Toutes Taxes Comprises
TVA	:	Taxe sur la Valeur Ajoutée
VAN	:	Valeur Actuelle Nette
VRD	:	Voie et Réseaux Divers

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : <i>Température à Antananarivo</i>	7
Tableau 2 : <i>Evolution de la température mensuelle à Antananarivo</i>	7
Tableau 3 : <i>Evolution de la pluviométrie mensuelle à Antananarivo</i>	7
Tableau 4 : <i>Moyennes de vents mensuels en Km/h</i>	8
Tableau 5 : <i>Nombre de la population par classe d'âge et par sexe</i>	10
Tableau 6 : <i>Répartition de la population active de la Commune Rurale Ilafy</i>	10
Tableau 7 : <i>Nombre d'infrastructure sanitaire et de personnel soignant</i>	11
Tableau 8 : <i>Nombre d'équipement sanitaire public</i>	12
Tableau 9 : <i>Nombre d'établissements scolaires dans la Commune Rurale Ankadikely Ilafy</i> .	12
Tableau 10 : <i>Nombre d'enseignants et d'élèves dans la Commune Rurale Ankadikely Ilafy</i> .	13
Tableau 11 : <i>Principales productions dans la Commune Rurale Ankadikely Ilafy</i>	13
Tableau 12 : <i>Effectif des cheptels dans la Commune</i>	14
Tableau 13 : <i>Différents types d'activités artisanales</i>	14
Tableau 14 : <i>Prédimensionnement de la poutre</i>	23
Tableau 15 : <i>Prédimensionnement des sections des poteaux</i>	26
Tableau 16 : <i>Poids des matériaux et des éléments de construction constituant le bâtiment</i> ...	29
Tableau 17 : <i>Valeurs des surcharges d'exploitation selon la nature des locaux</i>	30
Tableau 18 : <i>Descente de charge du poteau P1</i>	31
Tableau 19 : <i>Descente de charge du poteau P2</i>	32
Tableau 20 : <i>Descente de charge du poteau P3</i>	33
Tableau 21 : <i>Descente de charge du poteau P4</i>	34
Tableau 22 : <i>Récapitulation des charges arrivées à la fondation</i>	34
Tableau 23 : <i>Surcharges d'exploitation par m²</i>	35
Tableau 24 : <i>Surcharges d'exploitation pour chaque niveau de la file C</i>	35
Tableau 25 : <i>Vents normaux et vents extrêmes dans les hauts plateaux et sur les côtes</i>	36
Tableau 26 : <i>Calcul de d1</i>	38
Tableau 27 : <i>Calcul du moment d'inertie I</i>	39
Tableau 28 : <i>Effort horizontal sur chaque niveau (en daN)</i>	40
Tableau 29 : <i>Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P1 (en daN)</i> .	40
Tableau 30 : <i>Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P2 (en daN)</i> .	41
Tableau 31 : <i>Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P3 (en daN)</i> .	41
Tableau 32 : <i>Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P4 (en daN)</i> .	41
Tableau 33 : <i>Charge par mètre linéaire des travées à l'ELU</i>	49
Tableau 34 : <i>Charge par mètre linéaire des travées à l'ELS</i>	49
Tableau 35 : <i>Section des armatures longitudinales en travée</i>	53
Tableau 36 : <i>Section des armatures longitudinales aux appuis</i>	53
Tableau 37 : <i>Vérification au niveau des appuis de rive</i>	54
Tableau 38 : <i>Vérification au niveau des appuis intermédiaires</i>	55
Tableau 39 : <i>Vérification de cisaillement de béton</i>	56
Tableau 40 : <i>Espacement des armatures transversales</i>	58
Tableau 41 : <i>Valeurs de sollicitation au niveau du poteau P1 à chaque niveau</i>	60
Tableau 42 : <i>Valeurs forfaitaires de ϕ_t en fonction de ϕ_l</i>	63
Tableau 43 : <i>Récapitulation de la section du poteau</i>	64
Tableau 44 : <i>Composition du béton</i>	83
Tableau 45 : <i>Dosage du mortier</i>	85
Tableau 46 : <i>Récapitulation des dosages de mortier pour enduit et chape</i>	88
Tableau 47 : <i>devis descriptif</i>	96

Tableau 48 : devis quantitatif et estimatif.....	107
Tableau 49 : <i>récapitulation</i>	111

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : <i>Commune limitrophes</i>	5
Figure 2 : <i>Carte de localisation du projet</i>	6
Figure 3 : <i>Evolution de la population de la Commune de 1993 à 2008</i>	9
Figure 4 : <i>Schéma fonctionnel du rez-de-chaussée</i>	19
Figure 5 : <i>Schéma fonctionnel du premier étage</i>	20
Figure 6 : <i>Schéma fonctionnel du deuxième étage</i>	20
Figure 7 : <i>Schéma représentatif d'un plancher en dalle pleine</i>	22
Figure 8 : <i>Vue en plan du bâtiment (premier étage)</i>	28
Figure 9 : <i>Vue longitudinale du bâtiment</i>	28
Figure 10 : <i>Schéma des surfaces intéressant chaque poteau de la file C</i>	30
Figure 11 : <i>Charge due à l'effet du vent pour chaque niveau du bâtiment</i>	39
Figure 12 : <i>Surface soumise par le vent gauche</i>	39
Figure 13 : <i>Coupe longitudinale de la file C</i>	45
Figure 14 : <i>Organigramme de calcul à l'ELU</i>	48
Figure 15 : <i>Moment fléchissant sur la travée BG</i>	51
Figure 16 : <i>Organigramme de calcul pour les armatures à simple armature (SSA)</i>	52
Figure 17 : <i>Effort tranchant sur la travée BG</i>	55
Figure 18 : <i>Réaction du sol vis-à-vis d'une fondation</i>	65
Figure 19 : <i>Estimation du taux de travail des sols en fonction de leur constitution</i>	65
Figure 20 : <i>Schéma de la semelle isolée</i>	69
Figure 21 : <i>Coupe transversale de la dalle</i>	81

INTRODUCTION

Dans les pays développés, le domaine de construction se perfectionne sans cesse et fait témoignage de hautes technicités. En effet, pour le cas de Madagascar qui est classée parmi les pays en voie de développement ; connaît encore une faible potentialité économique mais déploie tous ses efforts pour améliorer son rang.

En outre, particulièrement dans la ville d'Antananarivo, nous remarquons que la population, fuyant les bruits et tracas de la ville, opte pour des investissements immobiliers dans les périphéries et banlieues environnantes.

Ainsi donc pour contribuer à la résolution des ces problèmes, autrement dit pour répondre aux besoins des investisseurs, nous avons choisi comme thème de mémoire : « CONTRIBUTION A L'ETUDE DE CONSTRUCTION D'UNE MAISON D'HABITATION R+2 sise à Ankadikely Ilafy ».

Ce présent mémoire permettra de mettre en exergue une méthodologie de travail basée sur des expériences acquises pendant les divers stages, des documentations et surtout le fruit de ce que nous ont été enseigné lors de ces trois années de formation reçue à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo.

En effet, notre travail comprend trois parties regroupant neuf chapitres qui s'enchaîneront dans un ordre. D'abord, nous allons entamer, en première partie par un aperçu général de notre projet. Ensuite, nous aborderons en seconde partie l'étude technique. Et nous terminerons par la technologie de mise en œuvre et l'évaluation financière du projet.

Partie I

ENVIRONNEMENT DU PROJET

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

1.1 Projet

Le présent projet consiste en la construction d'un bâtiment de deux étages à usage d'habitation.

1.2 Intervenant :

Le promoteur de ce présent projet est un propriétaire privée.

1.3 Objet du projet

Il est important de souligner que la valeur d'un terrain et d'une maison augmente avec le temps. L'investissement sur ce type de projet est toujours rentable, à 100% et même plus au fil des années. Avec l'expansion de la ville vers les périphéries, une des solutions pour épargner de l'argent est de l'utiliser dans la construction d'où l'idée de ce projet de construction d'une maison d'habitation à Ankadikely Ifafy.

1.4 Description sommaire

1.4.1 Toiture

Toiture en tôle galvanisée avec :

- couverture en tôle galvabac 50/100è,
- charpente en bois.

1.4.2 Plancher

1^{er} et 2^{em} Etages à:

- dalle en béton armé d'épaisseur 12cm: pour les sanitaires, l'escalier, le dégagement et la cuisine,
- plancher sur solive en bois : pour les chambres et les séjours.

RDC et garage à :

- empierrement de tout-venant 40/70 de 10cm d'épaisseur surmonté d'une couche de sable de 5cm,
- couche de béton ordinaire de 8cm d'épaisseur dosé à 250kg de CEM I
- chape d'usure de 3cm d'épaisseur en mortier de ciment dosé à 450 kg de CEM I 42,5.

1.4.3 Mur

Brique pleine de 22 cm d'épaisseur au mortier de ciment dosé à 300kg de CEM I avec enduit de 1,5cm sur les deux faces :

- pour les murs de façade,
- pour les murs de cloison du bureau, du séjour et de la chambre.

Brique pleine de 12 cm d'épaisseur au mortier de ciment dosé à 300kg de CEM I avec enduit de 1,5cm sur les deux faces pour quelques cloisons sanitaire et cuisine.

1.4.4 Escalier

Escalier droit en béton armé avec :

- paillasse en béton armé dosé à 350kg de CEM I,
- marche en béton ordinaire dosé à 250kg de CEM I,
- garde-corps en métal léger.

1.4.5 Revêtement et plafonnage

Pour le sol :

- revêtement en grés de cérame pour les sanitaires, les cuisines, les dégagements, les escaliers, les balcons et la véranda,
- revêtement en parkex pour le bureau et le séjour du rez-de-chaussée.

Pour les murs :

- revêtement en enduit dosé à 350kg de CEM I avec finition en enduit bessier,
- revêtement en carreaux muraux pour une partie des sanitaires et de la cuisine.

Pour les plafonds :

- revêtement en enduit dosé à 350kg de CEM I avec finition en enduit bessier pour le plafond en béton armé,
- plafond en volige de pin vernissé pour le plafond en bois.

1.4.6 Plomberie

- Alimentation en eau par canalisation en tuyau PP-R¹ pour eau froide et en tuyau en Cuivre recuit pour l'eau chaude,
- appareil sanitaire : WC ; baignoire, lavabo, bidet, évier, chauffe-eau, etc....
- appareil électroménager pour la cuisine,
- tuyau de descente en PVC de 100mm de diamètre pour les eaux pluviales (EP) et les chutes des eaux usées (EU) et des eaux vannes (EV).

1.4.7 Menuiserie -Vitrerie - Peinture

- Peinture à l'huile exécutée en deux couches pour tous les murs et plafonds,
- porte en bois vitrée à un ventail pour les ouvertures du séjour, pour sortir de la véranda et des balcons et pour l'entrée secondaire (façade postérieure),
- porte en bois vitrée à deux vantaux pour l'entrée principale du séjour du RDC,
- porte pleine pour les entrées des locaux sanitaires, des chambres, cages d'escalier et du bureau,

¹ Polypropylène Random

- fenêtre en bois vitrée à quatre vantaux pour les fenêtres du séjour (façade principale),
- fenêtre en bois vitrée à trois vantaux pour les fenêtres des chambres (façade principale et postérieure) et bureau,
- fenêtre en aluminium vitré et coulissant pour les fenêtres des façades latérales gauche et droite, des salles d'eau et de la cuisine.
- Fenêtre en aluminium vitré et à balancement pour les fenêtres des WC, douches, cage d'escalier,
- fenêtre vitré sur la séparation du séjour et de la cuisine du 2^{ème} étage ;
- brique de verre pour éclairer l'escalier le jour,
- grille de protection sur toutes les fenêtres.

1.4.8 Assainissement

- Fosse septique pour dix (10) personnes c'est-à-dire en voile en béton armé de 15cm d'épaisseur pour tous les EV,
- regard pour EP et EU en béton armé dosé à 350kg de CEM I, radier de 10cm, paroi de 12cm, couverture par dalle en béton armé de 5cm d'épaisseur avec anneau de levage,
- canalisation enterrée en PVC de 100mm de diamètre pour l'évacuation des eaux usées et eaux vannes jusqu'au réseau publique,
- canalisation enterrée en buse comprimée pour l'évacuation des eaux pluviales jusqu'au réseau publique.

1.4.9 Zinguerie

Les chéneaux et les gouttières sont en zinc

1.4.10 Electricité

- Tube fluorescent de 1,20m pour l'éclairage du séjour, de la chambre, de la cuisine et de la salle d'eau,
- lampe à incandescence pour l'éclairage du couloir, de la douche et du WC, et aussi pour l'éclairage extérieur,
- interrupteur S.A.² et V.V.³,
- prise de courant,
- tableau général.

² Simple allumage

³ Va-et-vient

CHAPITRE II : PRESENTATION DU SITE

2.1 Description de la zone d'étude

La zone d'étude du projet est la Commune rurale Ankadikely Ilafy, District Antananarivo Avaradrano, Région Analamanga. Cette dernière regroupe huit (8) Districts : la Commune Urbaine Antananarivo Renivohitra, les Districts Antananarivo Avaradrano, Antananarivo Antsimondrano, Ambohidratrimo, Ankazobe, Manjakandrina, Anjozorobe et Andramasina. Elle est aussi composée de 134 Communes dont celle d'Ankadikely Ilafy du District Antananarivo Avaradrano.

Le District Antananarivo Avaradrano s'étale sur une superficie de 545 km², soit environ 3% de la superficie de la Région. Il est délimité par :

- au Nord, la Commune d'Anjozorobe,
- à l'Est, la Commune de Manjakandrina,
- au Sud, les Communes d'Andramasina et d'Antsimondrano,
- au Sud-Ouest, la Commune d'Antananarivo Renivohitra,
- à l'Ouest, la Commune d'Ambohidratrimo.

La Commune Rurale Ankadikely Ilafy est située entre 18°47'29'' et 19°05'68'' de latitude Sud ; elle s'étale sur une superficie de 37,628km², soit environ 7% de la superficie du District. Elle est délimitée :

- au Nord, par les Communes rurales de Namehana et d'Antsinanantsena du District Antananarivo Avaradrano ,
- au Sud, par la Commune Rurale d'Ambohimangakely du District d'antananarivo Renivohitra ,
- à l'Ouest, par la Commune Rurale d'Antehiroka du District d'Ambohidratrimo et le VIème arrondissement,
- à l'Est : par la Commune Rurale d'Andranovelona et d'Antsimombohitra Firaiana du District d'Antananarivo Avaradrano.

Figure 1 : *Communes limitrophes*

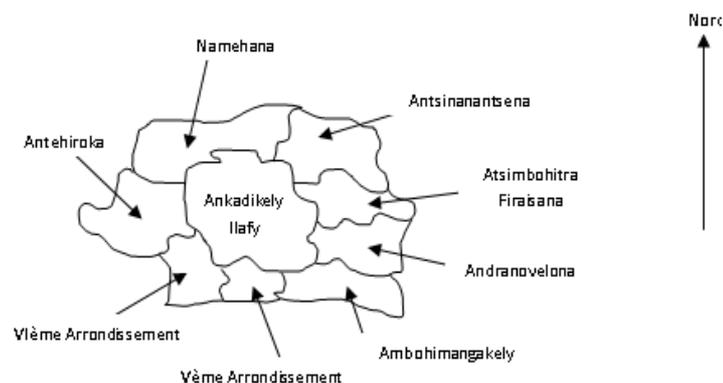
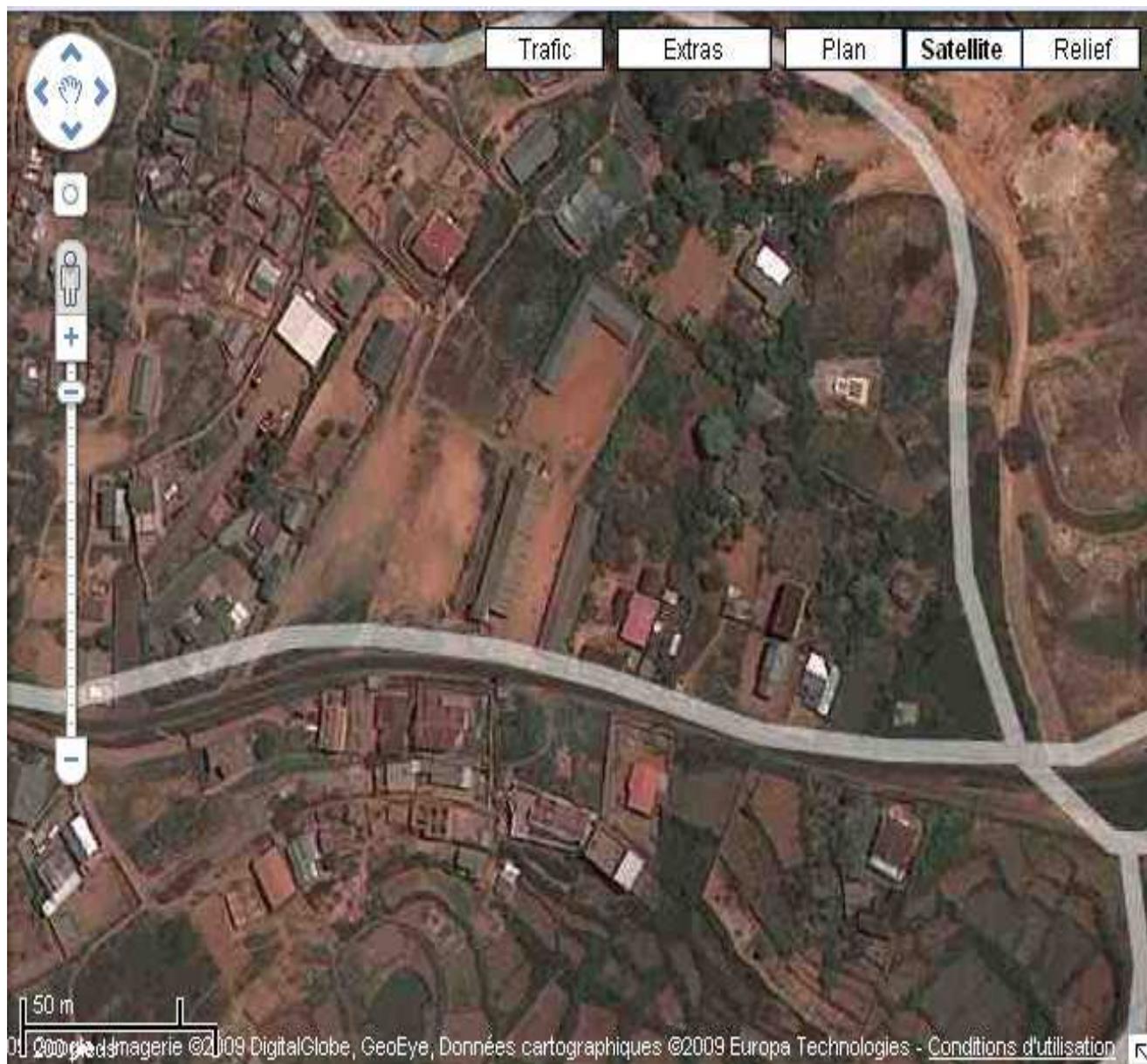


Figure 2 : Carte de localisation du projet



Source : Google Earth

2.2 Environnement géographique de la zone d'étude

2.2.1 Climat

Située dans la zone intertropicale, la Commune Rurale Ankadikely Ilafy présente les caractéristiques d'un climat tropical d'altitude présentant deux saisons bien distinctes :

- une saison pluvieuse et chaude, de Novembre à Avril,
- une saison fraîche et relativement sèche sur le reste de l'année.

2.2.2 Température

La température à Antananarivo est donnée dans le Tableau 1 suivant.

Tableau 1 : *Température à Antananarivo*

Station	Année	TEMPERATURE MOYENNE				
		Annuelle [°C]	Mois le plus chaud		Mois le plus froid	
			Mois	T [°C]	Mois	T [°C]
Antananarivo	2007	19,42	Février	22,15	Juin	16,05

Source : Météo⁴

D'après ces données, la température dominante à Antananarivo est la moyenne, annuellement de 19,42°C. Les températures moyennes maximales et minimales montrent bien que les deux saisons climatiques sont bien distinctes.

Tableau 2 : *Evolution de la température mensuelle à Antananarivo*

Année	2007	JAN	FEV	MER	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Antananarivo	<i>T_{max}</i> [°C]	25,5	26,2	26,5	25,2	24,2	21,3	20,9	22	23,1	25,3	28,1	27,2
	<i>T_{min}</i> [°C]	18,2	18,1	16,9	16	14,7	10,8	11,7	10,8	12,7	13,5	16,2	16,5
	<i>T_{moy}</i> [°C]	21,9	22,2	21,7	20,6	19,5	16,1	16,3	16,4	17,9	19,4	22,2	21,9

Source : Météo

La température moyenne dans la zone d'étude est également de 19.42°C. Elle ne présente pas trop de risque pour les diverses spéculations agricoles qui s'y trouvent.

2.2.3 Pluviométrie

La pluviométrie permet de mesurer la qualité de pluie dans une zone donnée. Elle est variable selon les données de pluviométrie mensuelle, comme nous le montre le Tableau 3 suivant.

Tableau 3 : *Evolution de la pluviométrie mensuelle à Antananarivo*

STATION	MOIS	JAN	FEV	MER	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Antananarivo	Normales [mm]	441,6	397,8	75,5	55,9	41,6	4,8	8,6	0,2	5,6	86	112	271
	Nombre de jours	29	21	12	8	4	2	4	1	3	6	8	12

Source : Météo

⁴ Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie d'Antananarivo-Ampandrianomby, 2007

La période pluvieuse commence au mois de Novembre atteignant son maximum au début de l'année, mais elle est aussi importante en Décembre et en février. Par contre, le territoire est sec à partir du mois de Juin, sauf exceptions.

Plus de 80% des pluies tombes durant la saison chaude et pluvieuse, le reste tombe sous forme de brume, de brouillard ou de crachin plus ou moins persistant durant la période fraîche.

2.2.4 Vent

Les données sur le vent sont des caractéristiques qui définissent les comportements atmosphériques d'une région. Les moyennes de vents mensuels à Antananarivo sont données dans le Tableau 4 qui suit.

Tableau 4 : Moyennes de vents mensuels en Km/h

Antananariv	MOIS	JAN	FEV	MER	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
	Vent moyenne	6	6	6	5	5	6	6	7	7	7	6	6
Direction	SE/E	SE/E	SE/E	SE/E	SE/E	SE	SE	SE	SE/E	SE/E	E	E	
Vent max	65	79	94	86	54	58	54	97	58	79	97	65	

Source : Météo

La force du vent est à priori faible par rapport à la température du milieu ; la direction du vent est toujours vers l'Est, plus précisément vers le Sud-est.

2.2.5 Sols

En matière de pédologie, la Région Analamanga est marquée par la dominance de trois types de sols.

- les sols ferrallitiques couvrant une grande partie de la Région. Ils sont favorables à la culture vivrière ;
- les sols alluviaux n'occupant qu'une place restreinte, également favorables à la culture vivrière ;
- les sols volcaniques qui assurent une fertilité naturelle (dans la partie Ouest de l'Itasy).

2.2.6 Végétation

De types variés, la végétation de la Région Analamanga est principalement constituée de savanes herbeuses et de quelques forêts.

La forêt primaire occupe une faible partie de la Région. Il ne reste plus que quelques lambeaux de forêt dans la limite Est et Sud de la Région et quelques forêts galeries dans la limite Ouest. La Réserve spéciale d'Ambohitantely est la seule aire protégée de la Région.

Une grande partie du District de Manjakandrina est recouverte de forêt issue des reboisements. Une grande partie de la zone est constituée de savane est de steppe à Aristida

utilisée comme pâturage. Pour le District d'Antananarivo, la zone d'influence, les collines sont dominées par la pseudo-steppe composée de « *horona* » et « *vero* ».

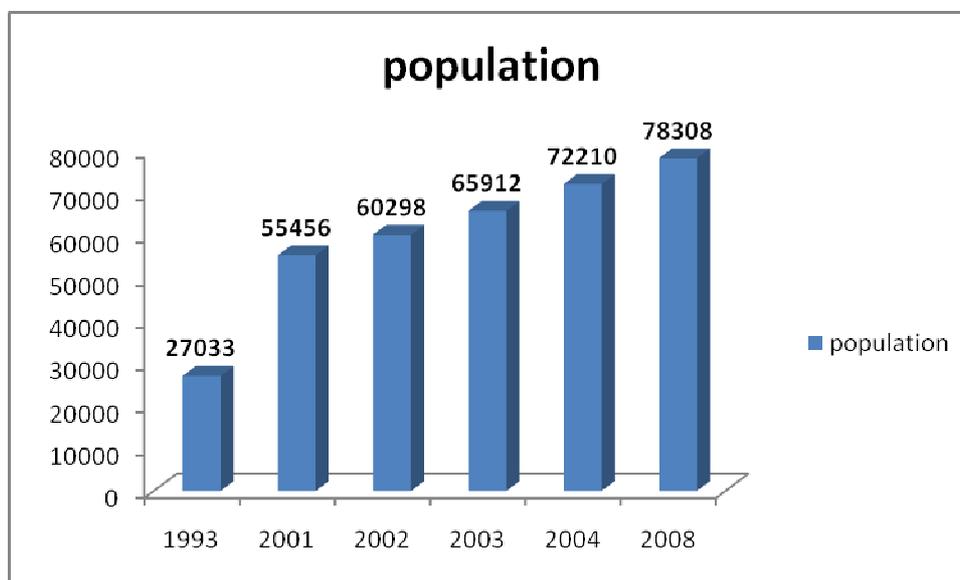
Concernant l'humidité, le relief et la géologie de la zone, le taux moyen mensuel d'humidité à Antananarivo est assez stable au cours des saisons. Le relief de la zone d'étude, le District Antananarivo Avaradrano, est dominé par des zones montagneuses, de vastes plaines et de nombreuses collines. Quant à la géologie, la majorité du sol est du type « sol *tanety* », médiocre ainsi que des sols de plaines.

2.3 Etude démographique de la zone d'étude

2.3.1 Population

La Commune Rurale d'Ankadikely Ilafy est majoritairement peuplée de Merina. D'après la dernière estimation en Janvier 2008, cette Commune compte 78308 habitants. Avec une superficie de 37,628 km², elle a une densité de 2082 habitants/km², soit environ 5fois supérieure à celle du District Antananarivo Avaradrano (406 habitants/km²). Cette pression démographique de la Commune résulte du phénomène d'urbanisation qui attire la population dans les zones les plus peuplées, malgré le fait que la Commune soit encore une Commune Rurale.

Figure 3 : Evolution de la population de la Commune de 1993 à 2008



D'après ces données, la population de la zone d'étude a augmenté de 190% en l'espace de 15ans, entre 2004 et 2008, elle a augmenté de 8%, un taux élevé. Cette augmentation est due à l'accroissement naturel de la population.

Par ailleurs, il est nécessaire de faire un bilan sur le nombre de population par classe d'âge et par sexe pour estimer le potentiel d'activité local. Ainsi, le nombre de population par classe d'âge et par sexe dans la Commune est donné dans le Tableau 5 suivant.

Tableau 5 : Nombre de la population par classe d'âge et par sexe

AGE ET SEXE		TOTAL	%
CLASSE D'AGE	0 à 5	6 560	8
	6 à 10	9 413	12
	11 à 15	7 851	10
	16 à 20	7 482	10
	21 à 25	8 202	10
	26 à 31	8 965	11
	32 à 37	7 748	10
	38 à 43	6 594	8
	44 à 49	5 941	8
	>50	9 552	12
	TOTAL	78 308	100
SEXE	Masculin	38 335	49
	Féminin	39 973	51
	TOTAL	78 308	100

Source : Bureau communal, Ankadikely Ilafy, 2008

D'après ces statistiques, la population est bien répartie et composée majoritairement de jeunes. Il est important aussi de voir le pourcentage de la population active pour un aperçu de la situation des activités des habitants.

Tableau 6 : Répartition de la population active de la Commune Rurale Ilafy

Catégorie	Secteur primaire	Secteur primaire	Secteur primaire	Sans emploi	TOTAL
Nombre de personnes actives	8173	7430	8544	13002	37149
Part de la population active en %	22	20	23	35	100
Part de la population de 18ans et plus	11,84%	10,76%	12,38%	18,84%	53,82%

Source : Bureau communal, Ankadikely Ilafy, 2008

D'après ces données, environ 47% de la population est active. Par conséquent, le taux de la population inactive est élevé, cela est dû principalement au manque d'emploi dans la zone, appuyé par l'incapacité des habitants à monter en ville pour trouver un emploi.

2.4 Croissance démographique

2.4.1 Natalité

Le taux de natalité est une donnée statique qui mesure le nombre de naissance affecté à une population donnée. Le taux de natalité dans la zone d'étude est de 18,58‰ pour une population totale de 78 308 habitants, soit 1 455 naissances par an.

Comme le taux de natalité à Madagascar est de 43,3‰ selon une enquête récemment faite au niveau national par l'INSTAT⁵, celui de la Commune Rurale Ankadikely Ilafy est relativement faible par rapport à cette moyenne nationale. Cette faiblesse peut s'expliquer par le temps relativement long pris par les femmes pour avoir leur premier enfant.

2.4.2 Mortalité

Le taux de mortalité mesure le nombre de décès. Le taux de mortalité dans la Commune Rurale Ankadikely Ilafy est de l'ordre de 2,44‰. Toujours d'après l'enquête de l'INSTAT le taux de mortalité à Madagascar est de 15,3‰ pour une espérance de vie de 52ans ; celui de la Commune Rurale Ankadikely Ilafy est environ six fois moins. Ce faible taux peut s'expliquer par la place qu'occupe la santé dans la localité qui est une zone plus ou moins urbaine.

2.4.3 Taux d'accroissement naturel

Le taux d'accroissement naturel permet de savoir l'évolution de la population, qui peut augmenter ou diminuer. La population augmente si ce taux est supérieur à zéro et inversement. Le taux d'accroissement naturel de la zone d'étude est de 16,14‰ vis-à-vis des taux de natalité et de mortalité respectivement de 18,58‰ et 2,44‰

2.5 Etude socio-économique de la zone d'étude

2.5.1 Services sociaux

2.5.1.1 Santé

La santé est un des éléments les plus utiles dans la vie de l'homme. En effet, pour être en bonne santé ou du moins pour s'en occuper, on a besoin d'infrastructure sanitaire et de personnel soignant, tant public que privé. Le nombre d'infrastructure sanitaire ainsi que le personnel soignant au sein de la Commune Rurale Ankadikely Ilafy sont donnés dans le Tableau 7 suivant.

Tableau 7 : Nombre d'infrastructure sanitaire et de personnel soignant

Etablissement		Nombre de médecin	Dentiste	Sage-femme	Infirmier	Nombre de lit
<i>Public</i>	CSB II Ilafy	2	-	-	2	4
<i>Privé</i>	FIB Ankadikely	1	-	3	2	8
	OSTIE	2	1	1	3	-
	Polyclinique	15	-	1	13	30
	Dispensaire FJKM	2	1	-	1	-
TOTAL		22	2	5	21	42

Source : Bureau communal, Ankadikely Ilafy, 2008

D'après ces données, la Commune dispose d'établissements sanitaires publics et privés variés, avec un personnel soignant de toute catégorie pouvant assurer les différents services.

⁵ Institut National de la Statistique

L'importance numérique et le niveau de formation sanitaire sont assez satisfaisants même s'il est préférable que ces chiffres augmentent.

Etant un élément vital pour l'homme, l'eau potable doit être disponible partout autant que possible dans les zones rurales. Pour la zone d'étude, l'alimentation en eau potable est assurée soit par un réseau de distribution de la JIRAMA soit par adduction d'eau réalisée par différents projets ou ONG. Le nombre d'équipement sanitaire public dans la Commune est donné dans le Tableau 8 suivant.

Tableau 8 : Nombre d'équipement sanitaire public

Type	Total
Nombres de bornes fontaines	48
Nombres de lavoirs publics	0
Nombre de WC publics	2
Nombre de douches publiques	2

Source : Bureau communal, Ankadikely Ilafy, 2008

D'après ces données, on remarque que les habitants de la zone sont bien desservis en termes d'eau. La zone d'étude enregistre un niveau de satisfaction des besoins en eau assez élevés.

2.5.1.2 Enseignement

La Région Analamanga est dotée de plusieurs établissements scolaires publics et privés presque à tous les niveaux. Pour la Commune Rurale Ankadikely Ilafy et le Vème Arrondissement, les établissements scolaires ne manquent pas. Le nombre de ces établissements est résumé par le Tableau 9 suivant.

Tableau 9 : Nombre d'établissements scolaires dans la Commune Rurale Ankadikely Ilafy

Etablissement		Public	Privé	TOTAL
Préscolaire		0	13	13
Primaire		16	67	83
Secondaire	Collège	2	17	19
	Lycée	0	3	3
TOTAL		18	100	118

Source : Bureau communaal, Ankadikely Ilafy, 2008

La zone d'étude est dotée d'établissements scolaires en grand nombre, capables d'accueillir et d'assurer l'enseignement des jeunes. Par conséquent, voici le nombre d'enseignants qui assurent ces tâches dans la Commune.

Tableau 10 : Nombre d'enseignants et d'élèves dans la Commune Rurale Ankadikely Ilafy

Etablissement	Public			Privé		
	Enseignant	Nombre d'élèves	Elève/enseignant	Enseignant	Nombre d'élèves	Elève/enseignant
Préscolaire	0	0	-	23	739	32
Primaire	102	5 016	49	189	7 338	39
Secondaire	Collège	35	1 222	35	2 799	19
	Lycée	0	0	-	338	14

Source : Bureau communal, Ankadikely Ilafy, 2008

D'après ce tableau, on peut dire que l'enseignement et l'éducation des jeunes de la Commune Rurale Ankadikely Ilafy sont assurés. En revanche, le nombre d'élèves par enseignant diminue quand le niveau de formation augmente, aussi bien dans le secteur public que privé.

2.5.2 Secteur économique

2.5.2.1 Agriculture

Le secteur primaire est le plus large à Madagascar. L'agriculture, comme dans tout Madagascar, constitue l'activité principale de la Région Analamanga. Par contre, ce secteur constitue l'activité secondaire de la Commune Rurale Ankadikely Ilafy après le secteur des services (fonctionnaire) qui englobe 53% de la population. Mais cela n'empêche pas que la production de riz, de manioc, de maïs, ainsi que d'autres produits ne soit pas une source de revenu pour la population résidente.

Les principales productions agricoles de la Commune sont données dans le Tableau 11 suivant.

Tableau 11 : Principales productions dans la Commune Rurale Ankadikely Ilafy

Spéculation	Superficie (Ha)	Production (t)	Rendement (t/Ha)
Riz Paddy	229	595	2,6
Manioc	120	1 020	8,5
Autres légumes	85	127	1,5

Source : INSTAT, 2005

Ces données montrent que le produit principal de la zone est le manioc avec 8,5t/Ha de rendement, suivis du Paddy avec 2,6t/Ha.

2.5.2.2 Elevage

L'élevage est la deuxième activité principale du secteur primaire à Madagascar. Quant à Ankadikely l'élevage est assez limité par rapport aux communes limitrophes. La Commune possède toutefois un certain nombre de cheptels. Ces derniers sont répertoriés dans le Tableau 11 suivant.

Tableau 12 : Effectif des cheptels dans la Commune

Type	Effectifs	Part (%)
Bovidés	803	2,7
Porcs	514	1,73
Volaille	28 301	95,31
Equin	36	0,12
Ovin	41	0,14
TOTAL	29 695	100

Source : Bureau communal, Ankadikely Ilafy, 2008

D'après ce donnés, la zone du projet est plus orientée vers l'élevage de volaille. Ceci est expliqué par la proximité de la zone do milieu urbain qui n'est pas su tout propice à l'élevage de bovin par exemple.

2.5.2.3 Industrie et artisanat

Les activités industrielles et artisanales permettent à une région d'afficher ou de mettre en évidence son statut et son identité par rapport à d'autres.

Dans la Commune, les activités industrielles sont majoritairement occupées par la branche textile, mais seul le type de produits différencie les établissements. Parmi eux, il y a les zones franches RADA FASHION (avec 2500 employés environ) et GRIFFI (avec 1750 employés) ou aussi SOMACOU⁶ (avec 700 employés). En outre, l'artisanat est également une activité porteuse pour la Commune. Cette branche est divisée en plusieurs filières récapitulées dans le Tableau 12 suivant.

Tableau 13 : Différents types d'activités artisanales

Désignations	nombres d'établissements
Vannerie	2
Bambou	1
Broderie	9
Bijouterie	21

Source : Bureau communal, Ankadikely Ilafy, 2008

La bijouterie occupe près de 64% des activités artisanales de la zone d'étude. Cette domination s'explique par la pratique de cette filière depuis le temps des ancêtres, l'art s'est ainsi transmis de père en fils jusqu'à devenir la première activité artisanale de la localité.

2.5.2.4 Tourisme

Le secteur du tourisme reste toujours un moyen sûr d'attirer les étrangers dans le but de promouvoir l'économie d'une région. Le District d'Antananarivo Avaradrano regorge de potentialités touristiques liées à son histoire, comme le Rova d'ilafy ou le Rova d'Ambohimanga.

⁶ Société malgache de la couverture

Quant à la Commune Rurale Ankadikely Ilafy, elle possède des infrastructures touristiques dignes de recevoir des touristes, comme le Suc de la ruche (avec une capacité d'accueil de 300 personnes), le Relais de Rova d'Ilafy, le cheval d'Or (225 personnes) et l'Arrocariat (200 personnes).

2.5.2.5 Commerce

Le marché est le lieu de transactions directes ou indirectes entre producteurs, collecteurs, détaillants et consommateurs. Les transactions portent sur tous les produits (agricole, textile, agro-alimentaire,...) Pour la Commune, elle compte trois marchés journaliers de type Fokontany, à savoir :

- le marché d'Ankadikely ;
- le marché d'Ambohitrarahaba ;
- le marché de Mandrosoa.

En bref, il est nécessaire de connaître et d'analyser les informations sur la zone du projet pour permettre un choix raisonné du type d'activité à entreprendre et éviter tout tâtonnement qui pourrait, si négligé, porter atteinte aux résultats escomptés. En outre, l'étude descriptive, notamment la démographie, la géographie et l'étude socio-économique sont capitales pour la réalisation même du projet.

CHAPITRE III : ETUDES ARCHITECTURALES

Les normes à utiliser pour la conception architecturale du projet sont les normes malgaches extraites de l'ouvrage intitulé « Travaux de bâtiments à Madagascar ». Elles seront appuyées par les normes françaises AFNOR en matière de confort, de stabilité et de pérennité des ouvrages, le tout sous les prescriptions du NEUFERT.

3.1 Description du bâtiment

Le projet à réaliser est un bâtiment à usage d'habitation. Il occupe une surface de 117,30m² environ, soit environ 40% de la surface totale du terrain qui est à peu près 296,23m². Il présente trois niveaux comprenant le rez-de-chaussée et les deux étages.

3.1.1 Aménagement intérieur des pièces

Chaque niveau dispose d'un grand salon, d'une cuisine, d'une toilette et d'une salle de bain. La circulation verticale dans l'immeuble se fait au moyen d'un escalier. Cette dernière a une largeur d'embranchement de 1,00m vu qu'il s'agit d'un bâtiment à usage privé. La largeur du dégagement et du couloir est de 1,10m pour le rez-de-chaussée et le premier étage et de 0,95m pour celui du deuxième étage. Les W.C ainsi que les salles d'eau sont placés sur une même position verticale au niveau de chaque étage pour faciliter la pose des tuyauteries et l'évacuation des eaux usées et des eaux vannes.

3.1.2 Estimation de la superficie de chaque local

3.1.2.1 Au niveau du rez-de-chaussée

Le rez-de-chaussée est constitué d'un bureau et un abri pour voiture. L'accès à l'immeuble et au garage se trouve du côté de la façade principale. En effet, on a une double entrée pour parvenir à l'escalier: l'entrée principale passant par le salon et une autre indépendante qui mène vers l'escalier.

Voici l'estimation de la superficie de chaque local du rez-de-chaussée :

- un séjour de 37,35m²,
- un bureau de 9,56m²,
- une cuisine de 8,52m²,
- une douche de 2,53m²
- un W.C de 1,96m²,
- une cage d'escalier de 10,56m²,
- un dégagement de 4,02m²,
- un couloir de 3,74m²,

- une véranda triangulaire de 8,94 m²,
- un abri pour voiture de 23,46m².

La hauteur sous plafond du rez-de-chaussée est de 2,905m.

3.1.2.2 Au premier étage

Le premier étage comprend :

- un séjour de 33,56m²,
- une chambre de 13,65 m²,
- une chambre de 10,65m²,
- une cuisine de 9,28m²
- une salle d'eau de 8,52m²,
- un W.C de 2,53m²,
- une cage d'escalier de 10,56m²,
- un dégagement de 6,77m²,
- un balcon de 8,94 m².

La hauteur sous plafond est de 3,00m.

3.1.2.3 Au deuxième étage

Le deuxième étage comprend :

- un séjour de 28,62m² ;
- une chambre de 15,30m²
- une cuisine de 10,95m²
- une salle d'eau de 4,90m² ;
- un W.C de 1,80m² ;
- une cage d'escalier de 7,92m² ;
- un couloir de 5,32m² ;
- un balcon de 8,94 m².

La hauteur sous plafond est de 2,60m.

3.1.3 Orientation du bâtiment et emplacement des pièces

Les éléments principaux guidant l'orientation du bâtiment sont :

- l'ensoleillement ;
- le climat : le vent et la pluie ;
- la vue et la situation par rapport à la route ;

- les coutumes malgaches.

En effet, pour une bonne exploitation du terrain tout en tenant compte des règles d'assainissement, le grand côté du bâtiment épouse la largeur du terrain qui sera parallèle à la rue. Par conséquent, cet ouvrage sera orienté de l'Ouest à l'Est. Autrement dit, la façade principale se trouve du côté de la rue. Les salles de séjour, les chambres et le bureau sont positionnés du côté de cette façade pour qu'ils puissent recevoir l'éclairage naturel le jour ainsi que pour être bien aérés.

En ce qui concerne le paysage, la recherche d'une vue panoramique amène à envisager l'emplacement des balcons du côté de la façade principale.

3.2 Choix de la structure

Le choix de la structure se porte sur la disponibilité des matériaux et les exigences techniques sur la conception de l'ouvrage, entre autres :

- les éléments porteurs en béton armé, pour leurs bonnes caractéristiques : maniabilité et résistance vis-à-vis des actions extérieures,
- les éléments de remplissage confectionnés à partir de matériaux locaux comme les briques pleines artisanales ;
- les aciers pour leur haute adhérence et résistant à la traction ;

3.3 Confort dans le bâtiment

L'habitation doit protéger l'homme contre les effets naturels, lui procurer une atmosphère saine et une meilleure condition de vie et de sécurité. Pour cela, certaines exigences doivent être tenues en compte

3.3.1 Exigences d'éclairage

D'une manière générale, pour assurer un éclairage convenable, il faut prévoir une surface totale des fenêtres représentant 10% à 14% de la surface de la pièce⁷. Pour le cas présent, en prenant l'exemple de la chambre du premier étage qui comporte deux fenêtres dont la surface est 1,20 x 1,20 m², soit 19% de la surface habitable, l'éclairage sera assuré convenablement. Toutes les pièces habitables se trouvent à peu près dans la même situation d'éclairage. Il est ainsi sûr que l'éclairage de l'immeuble serait assuré à un niveau optimum.

3.3.2 Exigences thermiques et acoustiques

Un bon choix des matériaux et des éléments utilisés pour la construction assurera l'isolation d'un bâtiment.

⁷ Cf. Bibliographie n°3

3.3.3 Exigences de sécurité

Le bâtiment doit être en sécurité par rapport au feu et vis-à-vis de l'extérieur. Pour cela, les exigences minimales sont les suivantes :

- l'existence d'un extincteur pour la sécurité contre l'incendie,
- la disposition des paratonnerres pour la protection contre la foudre,
- l'utilisation des prises de terre pour la sécurité des personnes contre une électrocution éventuelle.

3.4 Schémas fonctionnels

Figure 4 : Schéma fonctionnel du rez-de-chaussée

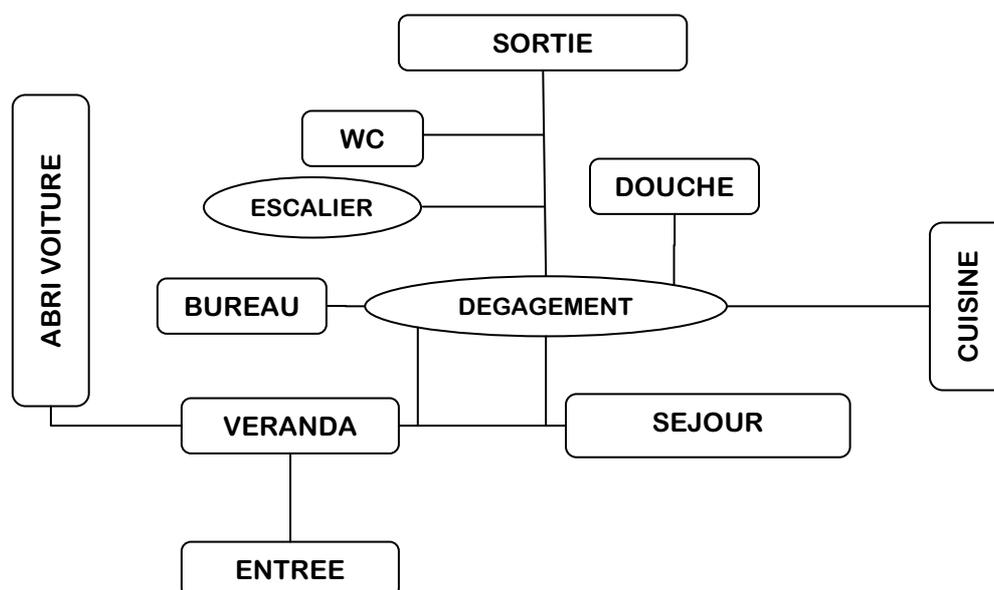


Figure 5 : Schéma fonctionnel du premier étage

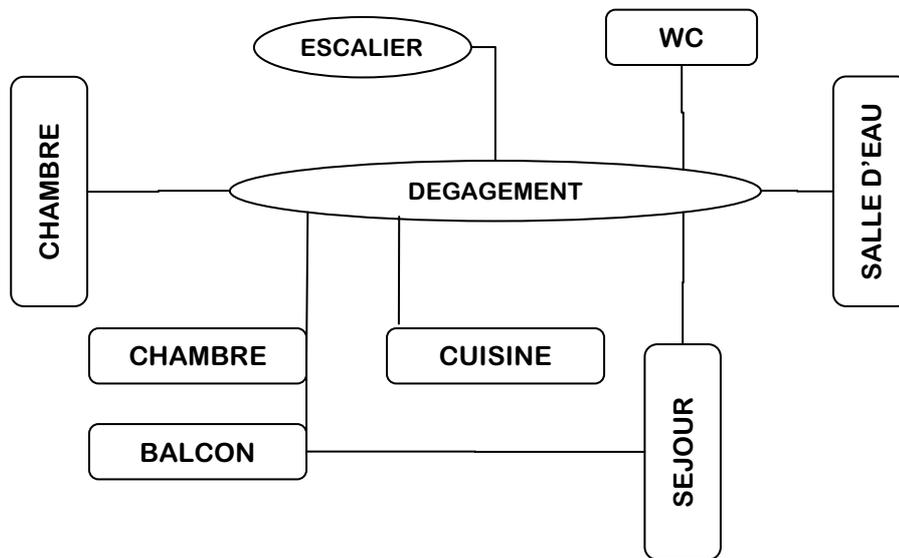
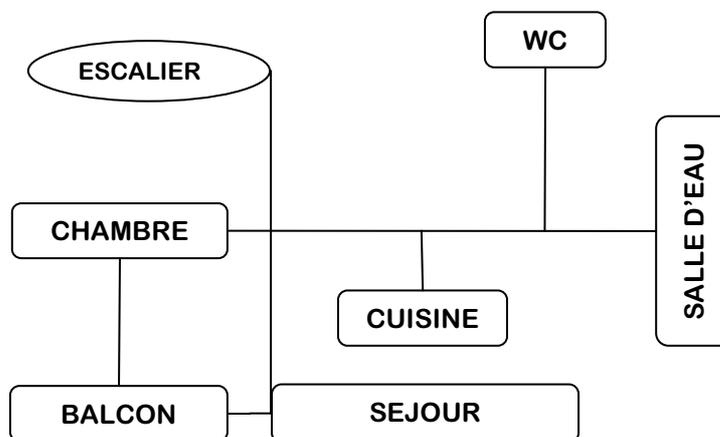


Figure 6 : Schéma fonctionnel du deuxième étage



Conclusion partielle

Pour marquer le terme de cette première partie, nous pouvons conclure que le présent projet consiste en la construction d'une maison d'habitation R+2 sise à Ankadikely ilafy. Cette dernière est une zone intertropicale. Son caractéristique climatique ne présente pas trop de risque pour la construction. Du point de vue architectural, nous avons recours à une architecture traditionnelle.

Partie II

ETUDES TECHNIQUES

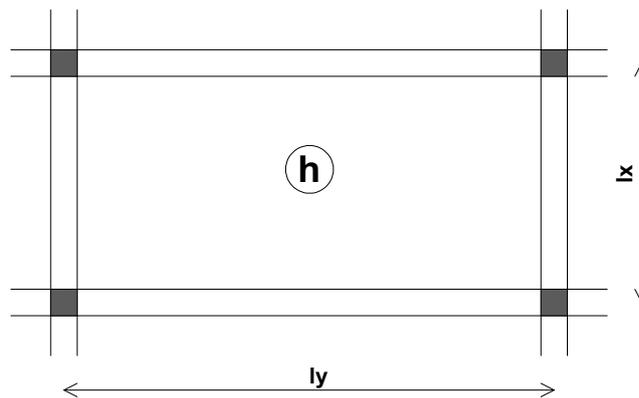
CHAPITRE I : PREDIMENTONNEMENT DES ELEMENTS DE STRUCTURE

Le prédimensionnement consiste à évaluer les dimensions des éléments pour que ces derniers puissent résister efficacement aux sollicitations auxquelles ils sont soumis. Ce calcul est indispensable pour effectuer la descente des charges. Notons qu'il y a des cas où l'aspect architectural oblige à imposer a priori certaines dimensions. En outre, il est préférable de donner à un type d'élément porteur les mêmes dimensions pour réduire le coût du montage et du démontage.

1.1 Plancher

Pour la présente étude, un plancher à dalle pleine sera choisi. Son épaisseur sera déterminée par la hauteur totale h des poutres qui le supportent. Cette hauteur doit être compatible avec les conditions d'indéformabilité et est fonction de la portée l .

Figure 7 : Schéma représentatif d'un plancher en dalle pleine



Pour une dalle pleine, l'épaisseur minimale de la dalle est calculée comme suit :

Posons $\alpha = \frac{lx}{ly}$; avec $lx \leq ly$ avec lx et ly sont les plus grandes portées de la dalle.

Prenons le cas du plancher de la salle d'eau du premier étage⁸ qui semble le plus large et a pour dimension 2,40 x 3,55 m².

En effet, $lx = 2,40 \text{ m}$ et $ly = 3,55 \text{ m}$

- Si $\alpha \leq 0,4$: la dalle est portée sur un seul sens ;
- Si $0,4 \leq \alpha \leq 1$: la dalle est portée sur deux sens.

Pour le présent cas, on a : $\alpha = 0,68$; alors, c'est une dalle portée sur deux sens

⁸ Cf. Annexe I. Plans architecturaux, vue en plan du 1^{er} étage

Au stade d'avant projet, la flexibilité est vérifiée par la relation :

$$\frac{l_x}{35} \leq e_{\min} \leq \frac{l_y}{25}$$

Avec e_{\min} : épaisseur totale de la dalle

$$L = \sqrt{l_x * l_y}$$

$$L = \sqrt{2,40 * 3,55} = 2,92m$$

$$\text{Ainsi, prenons } e_{\min} \geq \frac{L}{30} = \frac{2,92}{30} = 0,097m$$

Par conséquent, l'épaisseur de la dalle pleine sera fixée à 0,12m pour le plancher en Béton armé de chaque étage.

1.2 Poutre

- Hauteur « h »

La hauteur totale h de la poutre est déterminée par la condition de rigidité ou non déformabilité des poutres continues : $\frac{l}{15} \leq h \leq \frac{l}{10}$

Avec l : la portée de travée de la poutre considérée et h : la hauteur de la poutre.

Pour la poutre longitudinale, la plus grande portée est de 5,15m. Pour celle du transversale, elle varie entre 4,80m et 3,20m.

- Largeur (base) « b »

La largeur b doit vérifier la règle de bonne construction suivante :

$$0,3h \leq b \leq 0,5h ; \text{ Où } h : \text{ est la hauteur utile de la poutre}$$

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Prédimensionnement de la poutre

POUTRE	L (cm)	L/15 (cm)	L/10 (cm)	h (cm)	0,3h (cm)	0,7h (cm)	b (cm)	section (m ²)
Rive longitudinale	515	34,33	51,5	42,92	12,88	30,04	21,46	30*45
Rive transversale	480	32,00	48,00	40,00	12,00	28,00	20,00	30*45
Intérieure longitudinale	515	34,33	51,5	42,92	12,88	30,04	21,46	30*45
Intérieure transversale	320	21,33	32	26,67	8	18,67	13,33	22*30

Pour faciliter la mise en œuvre, il sera adopté pour les poutres de rive et les poutres intérieures longitudinale une même section égale à $30 \times 45 \text{ cm}^2$ et pour les poutres intérieures horizontale une section de $22 \times 30 \text{ cm}^2$. En outre, il est toujours plus 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 utiliser.

1.3 Longrine

La longrine est supposée comme une poutre continue.

- Calcul de « h »

$$h \geq \frac{l}{16} \quad (\text{a}) \quad l \text{ étant la plus grande portée de la longrine.}$$

Dans le cas présent, $l = 5,15$

(a) devient ainsi $h \geq 0,322 \text{ m}$; $h = 35 \text{ cm}$ est pris

- Largeur (base) « b »

La largeur b doit vérifier la règle de bonne construction suivante :

$$0,3h \leq b \leq 0,5h ; \quad \text{Où } h : \text{ est la hauteur utile de la poutre}$$

On fixe $b = 30 \text{ cm}$

1.4 Poteau

Les poteaux doivent remplir la condition de non flambement $\frac{lf}{a} \leq 14,4$ pour une section rectangulaire,

Où lf est la longueur de flambement du poteau ;

et $lf = 0,7 l_0$ pour le courant bâtiment ;

l_0 : la longueur libre du poteau.

En fixant la valeur de a , la petite dimension du poteau :

Au RDC: $a = 0,25 \text{ m}$ et $l_0 = 2,905 \text{ m}$

$$lf = 2,034 \text{ m}$$

$$\frac{lf}{a} = 8,13 < 14,4$$

Au 1^{er} étage : $a = 0,25m$ et $l_0 = 3,00m$

$$l_f = 2,10 m$$

$$\frac{l_f}{a} = 8,40 < 14,4$$

Au 2^{em} étage : $a = 0,25m$ et $l_0 = 2,60m$

$$l_f = 1,82 m$$

$$\frac{l_f}{a} = 7,28 < 14,4$$

La condition de non flambement est vérifiée.

La section du poteau sera alors déterminée par la relation suivante :

$$B \geq \frac{N}{0,9\bar{\sigma}_{bc}} \quad (1)$$

Où $B = a \times b$; section du poteau,

a et b : largeur et longueur du poteau

$N = n \times q \times S$: nombre de niveau assuré par le poteau,

q : charge supportée par le plancher d'étage comprise entre 1 et 1,5 T/m²,

S : l'aire de chargement du poteau étudié,

0,9 : coefficient de sécurité,

$\bar{\sigma}_{bc}$: contrainte de compression admissible par le béton égale à

$$\bar{\sigma}_{bc} = f_{bu} = \frac{0,85}{\theta * \gamma_b} f_{c28} \quad (2)$$

Comme le poteau est en béton dosé à 350kg de CEM I, alors $f_{c28} = 25$ MPa

et f_{c28} : résistance à la compression du béton à 28jours d'âge.

$\gamma_b = 1,5$: coefficient de sécurité du béton (combinaisons fondamentales)

$\theta = 1$: la durée d'application t de la combinaison d'action $t \geq 24h$

Par conséquent, (2) devient $\bar{\sigma}_{bc} = 14,17$ MPa

Tableau 15 : *Prédimensionnement des sections des poteaux*

ETAGES	n	S (m ²)	N (t)	B (m ²)	lf (m)	a (m)	B/a (m)	Section (cm ²)
RDC	3	10,17	38,14	0,030	2,03	0,14	0,21	22*22
1	2	10,17	25,43	0,020	2,10	0,15	0,14	22*22
2	1	10,17	12,71	0,010	1,82	0,13	0,08	22*22

Pour faciliter la mise en œuvre, autrement dit, pour faciliter le bon coffrage du poteau, une même section égale à 22 x 22 cm² pour tous les poteaux sera adoptée, avec $a = b = 22\text{cm}$ (épaisseur du mur sans enduit).

CHAPITRE II : DESCENTE DES CHARGES

2.1 But et principe

On appelle « descente des charges » l'opération qui consiste à évaluer, pour tous les éléments porteurs de la construction (mur et poteaux), les charges qu'ils supportent au niveau de chaque étage jusqu'à la fondation.

Il faut donc d'abord considérer la nature et l'importance des forces agissant sur les bâtiments, à savoir :

- les charges permanentes ou poids mort,
- les surcharges d'exploitation,
- les surcharges climatiques.

Le résultat permet de dimensionner les poteaux et les appuis et leurs fondations.

2.2 Démarche de calcul

- Définir les zones les plus chargées du bâtiment,
- établir le mode de cheminement des charges vers les zones d'appuis en réalisant un schéma faisant apparaître les éléments porteurs repris et les surfaces de plancher reprises,
- faire l'inventaire des charges qui s'appliquent sur la superstructure,
- calculer la surface du plancher supporté par chaque poteau,
- évaluer les charges sur chaque surface et pour chaque niveau, les cumuler,
- se baser sur la norme en vigueur pour le calcul des charges,
- les poids volumiques, surfaciques et unitaires des matériaux,
- les surcharges d'exploitation des locaux.

2.3 Choix de la file à étudier

Tout semble indiquer que c'est la file C qui est la plus chargée de toutes, elle sera donc prise comme la file à étudier. Ceci pour pouvoir bien dimensionner la fondation, d'ordre, non seulement technique mais aussi économique.

Figure 8 : *Vue en plan du bâtiment (premier étage)*

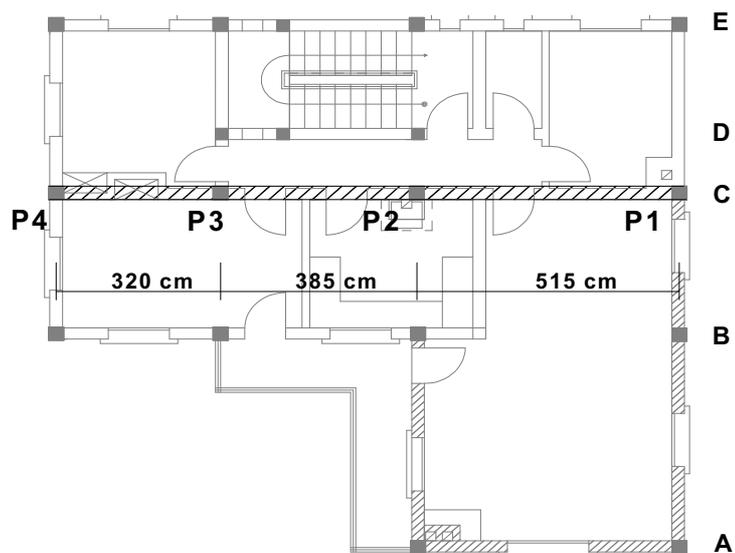
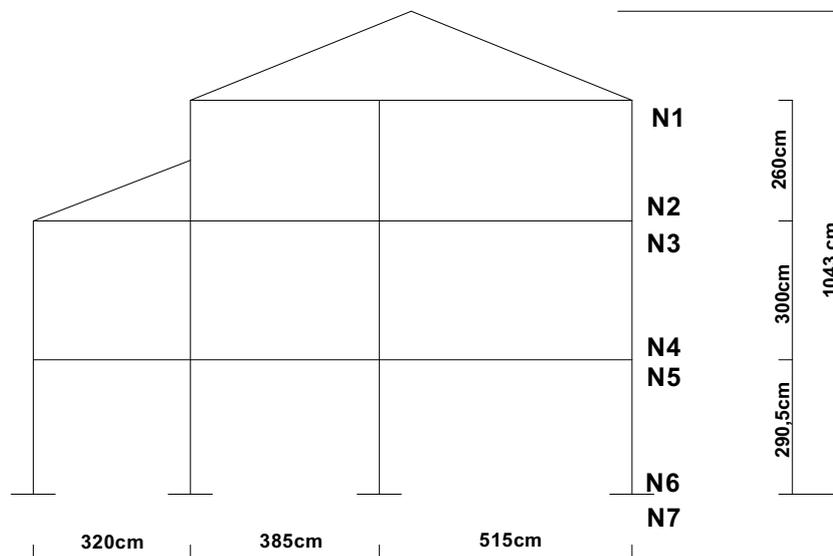


Figure 9 : *Vue longitudinale du bâtiment*



Avec Ni : le niveau numéro i
 Pi : le poteau numéro i de la file C

2.4 Hypothèse de calcul

2.4.1 Charges permanentes

Ce sont les charges verticales dues à la force de pesanteur, autrement dit, ce sont les poids propres des éléments de la structure, des enveloppes et des équipements.

Tableau 16 : Poids des matériaux et des éléments de construction constituant le bâtiment

MATERIAUX	DESIGNATION	DENSITE/SECTION	UNITE
OSSATURE	Ossature apparente en Béton Armé	2500	daN/m ³
	Poteaux de façade	22 x 22	cm ²
	Poteaux intérieurs	22 x 22	cm ²
	Poutres de façade	30 x 45	cm ²
	Poutres intérieures longitudinales	30 x 45	cm ²
	Poutres intérieures transversales	22 x 30	cm ²
	Longrine en BA	30 x 35	cm ²
TOITURE	Tôle galvanisée	10	daN/m ²
	Structure de couverture (lattis, chevrons, pannes)	23	daN/m ²
	Charpente traditionnelle en bois	25	daN/m ²
	Plafond en volige	30	daN/m ²
	Total	88	daN/m²
PLANCHER EN BA	Enduit plafond (e= 1cm)	18	daN/m ²
	Chape et revêtement	100	daN/m ²
	Dalle pleine (e = 12cm)	300	daN/m ²
	Total	418	daN/m²
PLANCHER SUR SOLIVE EN BOIS (type léger)	Lame anglaise	18	daN/m ²
	Lambourde	3	daN/m ²
	Solives bois	25	daN/m ²
	Lattis bois	21	daN/m ²
	Total	67	daN/m²
MUR DE REMPLISSAGE ET DE SEPARATION	Brique pleine, pourcentage de vide 40% (e =22cm)	396	daN/m ²
	Enduit sur les deux faces (e = 3cm)	54	daN/m ²
	total	450	daN/m²

2.4.2 Surcharges d'exploitation

Les charges d'exploitations correspondent aux charges qui résultent d'un usage normal du bâtiment. Elles sont généralement définies en fonction de l'utilisation des locaux.

Elles comprennent :

- les surcharges statiques : les mobiliers, les matériels, les équipements et les machines fixes ;
- les surcharges dynamiques : les personnes, la circulation et les appareils mobiles.

Ci-dessous sont les surcharges préconisées par la norme P 06-001 de l'AFNOR.

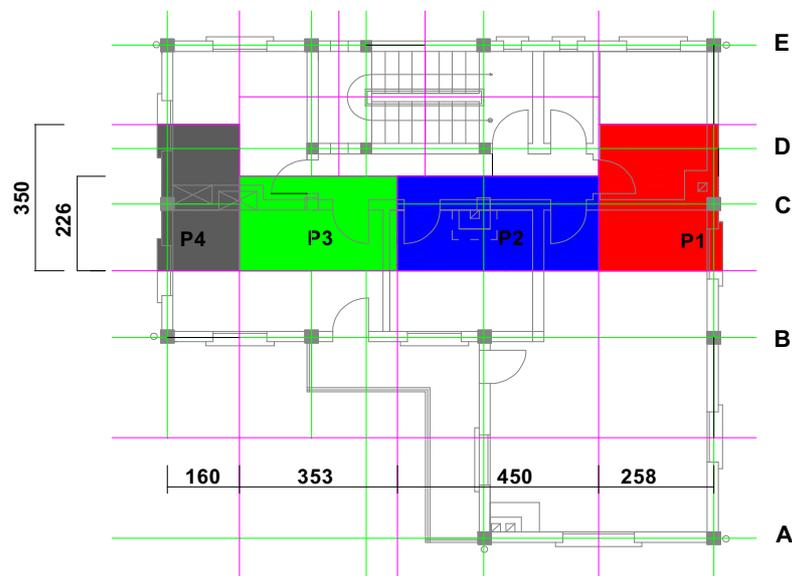
Tableau 17 : Valeurs des surcharges d'exploitation selon la nature des locaux

LOCALISATION	DESIGNATIONS	CHARGES	UNITE
HABITATION	Plancher	200	daN/m ²
	Balcon (véranda)	350	daN/m ²
	escaliers/corridors (dégagement)	250	daN/m ²
BUREAU	plancher	250	daN/m ²
GARAGE		250	daN/m ²

2.5 Descente de charge

Dans ce paragraphe sera exposé la descente des charges des poteaux de la file C et une récapitulation des charges parvenues jusqu'à la fondation. Pour faciliter la tâche les calculs seront effectués sur EXCEL. La figure 8 suivante montre les surfaces intéressant chaque poteau.

Figure 10 : Schéma des surfaces intéressant chaque poteau de la file C



POTEAUX	LONGUEUR (m)	LARGEUR (m)	SURFACE (m ²)
P1	2,58	3,50	9,01
P2	4,50	2,26	10,18
P3	3,53	2,26	7,98
P4	1,60	3,50	5,60

2.5.1 Charges permanentes sur les poteaux

2.5.1.1 Poteau P1

Tableau 18 : Descente de charge du poteau P1

Niv	Désignations	Dimensions (m ou m ²)			Charges unitaires	Poids total (daN)
		Longueur/ surface	Largeur	Hauteur		
N1	Toiture	2,58	3,50		88	793
	Poutre de façade transversale	3,50	0,30	0,45	2500	1181
	Poutre intérieure longitudinale	2,58	0,30	0,45	2500	869
	Sous total					2843
N2	Venant de N1					2843
	Poteau de façade	2,15	0,22	0,22	2500	260
	Sous total					3104
N3	Venant de N2					3104
	Plancher en BA	9,01			418	3767
	Poutre de façade transversale	3,50	0,30	0,45	2500	1181
	Poutre intérieure longitudinale	2,58	0,30	0,45	2500	869
	Mur de remplissage transversal	3,50	0,6	2,15	450	2032
	Sous total					10953
N4	Venant de N3					10953
	Poteau de façade	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					11261
N5	Venant de N4					11261
	Plancher en BA	4,89			418	2045
	Plancher en Bois	4,12			67	276
	Poutre de façade transversale	3,50	0,30	0,45	2500	1181
	Poutre intérieure longitudinale	2,58	0,30	0,45	2500	869
	Mur de remplissage transversal	3,50	0,6	2,55	450	2410
	Mur de remplissage longitudinal	2,58	0,6	2,55	450	1773
	Sous total					19815
N6	Venant de N5					19815
	Poteau de façade	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					20124
N7	Venant de N6					20124
	Mur de remplissage transversal	3,50	0,6	2,55	450	2410
	Mur de remplissage longitudinal	2,58	0,6	2,55	450	1773
	Longrine longitudinale	2,58	0,30	0,35	2500	676
	Longrine transversale	3,50	0,30	0,35	2500	919
	Total					25901

2.5.1.2 Poteau P2

Tableau 19 : Descente de charge du poteau P2

Niv	Désignations	Dimensions (m ou m ²)			Charges unitaires	Poids total (daN)
		Longueur/surface	Largeur	Hauteur		
N1	Toiture	4,50	2,26		88	896
	Poutre intérieure transversale	2,26	0,22	0,30	2500	373
	Poutre intérieure longitudinale	4,50	0,30	0,45	2500	1519
	Sous total					2788
N2	Venant de N1					2788
	Poteau intérieur	2,15	0,22	0,22	2500	260
	Sous total					3048
N3	Venant de N2					3048
	Plancher en BA	7,10			418	2968
	Plancher en Bois	3,08			67	206
	Poutre intérieure transversale	2,26	0,22	0,30	2500	373
	Poutre intérieure longitudinale	4,50	0,30	0,45	2500	1519
	Mur de remplissage transversal	1,55	0,6	2,15	450	1800
Sous total					9914	
N4	Venant de N3					9914
	Poteau intérieur	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					10223
N5	Venant de N4					10223
	Plancher en BA	8,02			418	3353
	Plancher en Bois	2,16			67	145
	Poutre intérieure transversale	2,26	0,22	0,30	2500	373
	Poutre intérieure longitudinale	4,50	0,30	0,45	2500	1519
	Mur de remplissage transversal	1,45	0,6	2,55	450	998
Sous total					16611	
N6	Venant de N5					16611
	Poteau intérieur	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					16920
N7	Venant de N6					16920
	Mur de remplissage transversal	1,60	0,6	2,55	450	2203
	Longrine longitudinale	4,50	0,30	0,35	2500	1181
	Longrine transversale	2,26	0,30	0,35	2500	594
Total					20898	

2.5.1.3 Poteau P3

Tableau 20 : Descente de charge du poteau P3

Niv	Désignations	Dimensions (m ou m ²)			Charges unitaires	Poids total (daN)
		Longueur/surface	Largeur	Hauteur		
N1	Pointure	3,53	2,26		88	702
	Poutre intérieure transversale	2,26	0,22	0,30	2500	373
	Poutre intérieure longitudinale	3,53	0,30	0,45	2500	1190
	Sous total					2265
N2	Venant de N1					2265
	Poteau intérieur	2,15	0,22	0,22	2500	260
	Sous total					2525
N3	Venant de N2					2525
	Plancher en Bois	4,35			67	291
	Poutre intérieure transversale	2,26	0,22	0,30	2500	373
	Poutre intérieure longitudinale	3,53	0,30	0,45	2500	1190
	Mur de remplissage transversal	2,26	0,6	2,15	450	1313
Sous total					5693	
N4	Venant de N3					5693
	Poteau intérieur	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					6001
N5	Venant de N4					6001
	Plancher en BA	1,68			418	700
	Plancher en Bois	6,30			67	422
	Poutre intérieure transversale	2,26	0,22	0,30	2500	373
	Poutre intérieure longitudinale	3,53	0,30	0,45	2500	1190
	Mur de remplissage transversal	2,26	0,6	2,55	450	1558
Sous total					10245	
N6	Venant de N6					10245
	Poteau intérieur	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					10553
N7	Venant de N6					10553
	Mur de remplissage transversal	2,26	0,6	2,55	450	1558
	Longrine longitudinale	3,53	0,30	0,35	2500	925
	Longrine transversale	2,26	0,30	0,35	2500	594
Total					13630	

2.5.1.4 Poteau P4

Tableau 21 : Descente de charge du poteau P4

Niv	Désignations	Dimensions (m ou m ²)			Charges unitaires	Poids total (daN)
		Longueur/surface	Largeur	Hauteur		
N3	Toiture	1,60	3,50		88	493
	Poutre de façade transversale	2,26	0,30	0,45	2500	764
	Poutre intérieure longitudinale	3,53	0,30	0,45	2500	1190
	Sous total					2446
N4	Venant de N3					2446
	Poteau de façade	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					2755
N5	Venant de N4					2755
	Plancher en Bois	5,60			67	375
	Poutre de façade transversale	3,50	0,30	0,45	2500	1181
	Poutre intérieure longitudinale	1,60	0,30	0,45	2500	540
	Mur de remplissage transversal	3,50	0,6	2,55	450	2410
	Sous total					7261
N6	Venant de N6					7261
	Poteau de façade	2,55	0,22	0,22	2500	309
	Sous total					7569
N7	Venant de N6					7569
	Longrine longitudinale	1,60	0,30	0,35	2500	420
	Longrine transversale	3,50	0,30	0,35	2500	919
	Total					8908

Tableau 22 : Récapitulation des charges arrivées à la fondation

NIVEAUX	P1	P2	P3	P4	G=ΣP	H=G/100
n1	2843	2788	2265	0	7896	79
n2	3104	3048	2525	0	8677	87
n3	10953	9914	5693	2446	29006	290
n4	11261	10223	6001	2755	30240	302
n5	19815	16611	10245	7261	53932	539
n6	20124	16920	10553	7569	55166	552
n7	25901	20898	13630	8908	69337	693

G : somme des charges permanentes

H : composante horizontale pour le séisme

2.5.2 Surcharges d'exploitation

Les tableaux ci-dessous montrent les surcharges d'exploitations par mètre carré (m²) dans les différents locaux de l'édifice.

Tableau 23 : Surcharges d'exploitation par m²

Niveaux	Désignations	charges q (daN/m ²)
N1 et N2	Habitation en plancher	200
	Balcon	350
N3 et N4	Habitation en plancher	200
	Balcon	350
	Dégagement	250
	Escalier	250
N5 et N6	Habitation en plancher	200
	Véranda	350
	Dégagement	250
	Bureau	250
	Escalier	350
	Garage	250

Le tableau suivant donne les surcharges qui en résultent pour chaque poteau et à chaque niveau de la file C.

Tableau 24 : Surcharges d'exploitation pour chaque niveau de la file C

Pi	Désignations	Surface	N1 et N2	Ajouter	N3 et N4	Ajouter	N5 et N6	N7	Q Total (daN/m ²)
P1	Habitation	4,12	824	824	1648	824	2472	2472	2472
P2	Habitation	4,12	824	824	1648	824	2472	2472	4373
	Dégagement	2,98	0	745	745	745	1491	1491	
P3	Bureau	1,64	0	0	0	410	410	410	6193
	Habitation	7,98	1595	1595	3190	1595	4785	4785	
	Dégagement	1,28	0	319	319	319	638	638	
P4	Bureau	3,08	0	0	0	770	770	770	4760
	Habitation	5,60	1120	1120	2240	1120	3360	3360	
P4	Garage	5,60	0	0	0	1400	1400	1400	4760

2.5.3 Surcharges climatiques

Outre les moments de flexion et les efforts tranchants, le vent apporte dans le portique du bâtiment des efforts normaux. On considère les poteaux comme une console encastrée dans le sol au niveau de la fondation et soumise à ces charges horizontales.

2.5.3.1 Effets du vent

a. Calcul de la pression dynamique de base

La pression dynamique de base est la pression qui s'exerce à une hauteur de 10m au dessus du sol pour un site normal, sans effet de masque, sur un élément dont la plus grande dimension est de 0.50m. Elle est donnée par la formule suivante, d'après la règle NV 65.

$$q = \frac{V^2}{16,3}$$

V étant la vitesse du vent

Mais le fascicule concernant les dispositions constructives applicables aux travaux de bâtiments donne les valeurs des pressions dynamiques de base (q) suivantes.

Tableau 25 : Vents normaux et vents extrêmes dans les hauts plateaux et sur les côtes

Localisations	Vent normal (Kg/m2)	Vent extrême (Kg/m2)
Zone Hauts Plateaux	50	87.5
Zone Côtière	143	250

En outre, l'action élémentaire unitaire p exercée par le vent sur une des faces d'un élément de la paroi est donnée par un produit $p = c * q$ (a)

Où c est le coefficient de pression fonction des dispositions de la construction.

On prend $c = 1$ (b)

q est la pression dynamique fonction de la vitesse de vent, tel que :

$$q_d = q_{10} \times c_h \times c_s \times c_m \times \delta \quad (c)$$

Avec

q_{10} : Pression dynamique de base

Pour le cas d'un vent extrême comme dans le tableau ci-dessus, $q_{10} = 87,5$ daN/m²;

c_h : effet de hauteur

Le coefficient correcteur apporté par l'effet de la hauteur sur la pression dynamique de base est donné par la formule suivante, pour une construction de hauteur inférieure à 500 m

$$c_h = \frac{q_H}{q_{10}} = 2,5 \times \frac{H+18}{H+60} \quad (d)$$

Cette formule est valable pour un bâtiment ayant une hauteur $H < 500\text{m}$.

H : hauteur du bâtiment, comptée à partir du sol. Soit H égale à $10,43\text{m}$ dans le présent cas ;

q_H : Pression dynamique à la hauteur H ;

q_{10} : Pression dynamique à une hauteur de 10m .

Ainsi donc, (d) devient : $c_h = 0,969$

c_s : Effet de site

Le site se trouve à Ilafy. On peut dire que c'est un site normal, donc

$$C_s = 1$$

c_m : Effet de masque.

Dans le cas présent, aucun bâtiment ne masque partiellement ou totalement la construction, donc il n'y a pas d'effet de masque, d'où

$$c_m = 1$$

δ : Effet de dimension,

Les pressions dynamiques correspondant à chaque niveau d'une construction doivent être affectées d'un coefficient de réduction δ , déterminé en fonction des plus grandes dimensions (horizontale et verticale) de la surface offerte au vent intéressant l'élément de stabilité considéré.

Dans ce cas de projet, on a :

Hauteur du bâtiment : $10,43 < 30\text{m}$

Selon le diagramme NV 65-RIII.2, on peut prendre, pour le cas d'Antananarivo, une valeur moyenne de : $\delta = 0,71$

Ainsi, (b) devient : $q_d = 60,223 \text{ daN/m}^2$ (e)

(b) et (e) dans (a) entraînent : $p = 60,223 \text{ daN/m}^2$

b. Calcul de la résultante des efforts horizontaux F

L'effort de compression sur le poteau au niveau i vaut :

$$F = \frac{M * d_i * S_i}{I_g}$$

Avec

M : le moment de renversement exercé au dessus de l'étage considéré ;

S_i : section du poteau « i » ;

d_i : distance du poteau « i » au centre de gravité G des poteaux sur l'axe considéré

$I_g = I$: moment d'inertie de Si par rapport au centre de gravité G du poteau de l'ensemble :

$$\text{Tel que : } I = \sum_{i=1}^n (I_{Gi} + S_i d_i^2)$$

$$\text{Comme } I_{Gi} \ll S_i d_i^2 \text{ pour tout } i, \text{ alors : } I = \sum_{i=1}^n S_i d_i^2 ;$$

c. Distance du poteau di par rapport au centre de gravité G

d_i est donné par la relation suivant :

$$d_i = \frac{\sum X_i \times S_i}{\sum S_i}$$

- Calcul de d1 :

Pour ce cas, x_i est varié comme suit :

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = 5,15$$

$$x_3 = 5,15 + 3,85 = 9,00$$

$$x_4 = 9,00 + 3,20 = 12,20$$

Ainsi, le calcul de d1 est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 26 : Calcul de d1

Localisations	Sections S de poteau en cm ²				d1 [m]
	P1	P2	P3	P4	
RDC et 1ère étage	400	400	400	400	6,59
2èm étage	400	400	400	400	6,59

- Calcul de d_i pour i varie de 2 à 4

$$d_2 = d_1 - 5,15$$

$$d3 = 3,85 - d2$$

$$d4 = d3 + 3,2$$

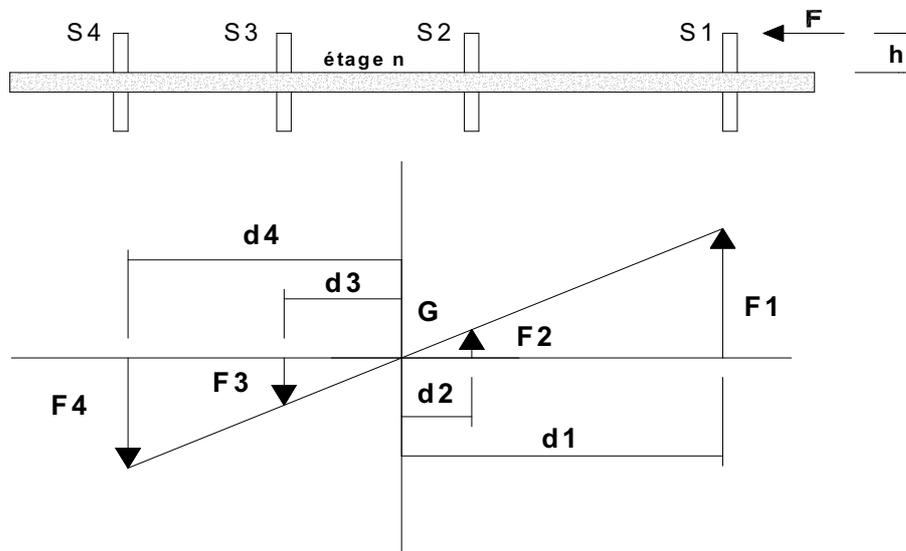
Le tableau ci-après résume les résultats de calcul et I pour être déduit.

Tableau 27 : Calcul du moment d'inertie I

Localisations	d1 [m]	d2 [m]	d3 [m]	d4 [m]	I [m ⁴]
RDC et 1ère étage	6,59	1,44	2,41	5,61	3,3113
2èm étage	6,59	1,44	2,41	5,61	3,3113

Voici le schéma de la file C pour tous les niveaux du bâtiment

Figure 11 : Charge due à l'effet du vent pour chaque niveau du bâtiment



Voici la surface qui illustre la zone d'application du vent sur le poteau gauche.

Figure 12 : Surface soumis par le vent gauche

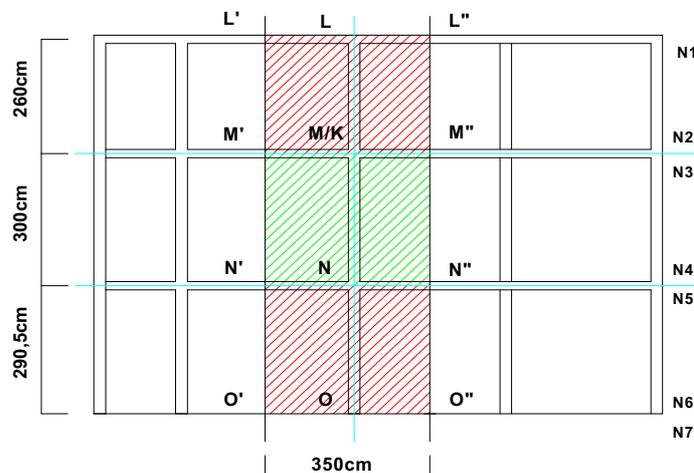


Tableau 28 : Effort horizontal sur chaque niveau (en daN)

Niveaux	h	F=h*L*v	z=h/2	M=F*z	F1	F2	F3	F4
N1	1,93	406	0,9625	391	31	7	11	26
N2=N3	4,53	954	2,2625	2158	172	37	63	146
N4=N5	7,53	1586	3,7625	5968	475	104	174	405
N6=N7	10,43	2198	5,215	11465	912	199	334	777

d. Vérification de la relation : F1 + F2 = F3 + F4

- Pour N1

$$F1 + F2 = 31 + 7 = 38 \text{ daN}$$

$$F3 + F4 = 11 + 16 = 38 \text{ daN}$$

La relation est vérifiée

- Pour N6 et N7

$$F1 + F2 = 912 + 199 = 1111 \text{ daN}$$

$$F3 + F4 = 334 + 777 = 1111 \text{ daN}$$

C'est vérifié

D'après cette vérification, on peut dire que l'équilibre statique est assuré

Toutes les charges (verticales et horizontales) supportées par chaque poteau seront récapitulées en considérant les combinaisons ci-après :

$$\text{A l'ELU: } 1,35 G + 1,5 Q + W$$

$$\text{A l'ELS: } G + Q + 0,77 W$$

Où G : la charge permanente ;

Q : la surcharge d'exploitation ;

W : l'action du vent.

Tableau 29 : Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P1 (en daN)

Niveau	Charges permanentes	Surcharges d'exploitation	Vent	Total	ELU	ELS
N1	2 843	824	31	3 698	5 106	3 691
N2	3 104	824	172	4 099	5 598	4 060
N3	10 953	1 648	172	12 773	17 430	12 733
N4	11 261	1 648	475	13 384	18 150	13 275
N5	19 815	2 472	475	22 762	30 934	22 653
N6	20 124	2 472	912	23 508	31 788	23 299
N7	25 901	2 472	912	29 286	39 587	29 076

Tableau 30 : Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P2 (en daN)

Niveau	Charges permanentes	Surcharges d'exploitation	Vent	Total	ELU	ELS
N1	2 788	824	7	3 619	5 007	3 617
N2	3 048	824	37	3 910	5 388	3 901
N3	9 914	2 393	37	12 345	17 012	12 337
N4	10 223	2 393	104	12 720	17 495	12 696
N5	16 611	4 373	104	21 087	29 088	21 063
N6	16 920	4 373	199	21 491	29 600	21 446
N7	20 898	4 373	199	25 470	34 970	25 424

Tableau 31 : Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P3 (en daN)

Niveau	Charges permanentes	Surcharges d'exploitation	Vent	Total	ELU	ELS
N1	2 265	1 595	11	3 871	5 461	3 869
N2	2 525	1 595	63	4 183	5 864	4 168
N3	5 693	3 509	63	9 265	13 012	9250
N4	6 001	3 509	174	9 684	13 539	9 644
N5	10 245	6 193	174	16 611	23 293	16 571
N6	10 553	6 193	334	17 080	23 870	17 003
N7	13 630	6 193	334	20 157	28 024	20 080

Tableau 32 : Récapitulation des charges et surcharges agissant sur le poteau P4 (en daN)

Niveau	Charges permanentes	Surcharges d'exploitation	Vent	Total	ELU	ELS
N1	0	1 120	26	1 146	1 706	1 140
N2	0	1 120	146	1 266	1 826	1 233
N3	2 446	2 240	146	4 832	6 809	4 799
N4	2 755	2 240	405	5 399	7 483	5 306
N5	7 261	4 760	405	12 425	17 347	12 332
N6	7 569	4 760	777	13 107	18 136	12 928
N7	8 908	4 760	777	14 445	19 943	14 267

CHAPITRE III. ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE

Une fois qu'on a dimensionné les différents éléments porteurs de la superstructure, à savoir les poutres et les poteaux entre autres, il faut ensuite vérifier leur résistance et leur stabilité vis-à-vis des efforts qui les sollicitent, ainsi que leur déformation afin d'assurer la sécurité des usagers.

3.1 Calcul de la structure

3.1.1 Définition et rôle d'une structure

On entend par structure, tout le système porteur principal du bâtiment. Elle doit assurer la tenue de l'ensemble sollicité par des efforts à savoir les moments fléchissant et les efforts tranchants.

3.1.2 Principe général de la méthode de cross

La méthode de HARDY CROSS permet de calculer les efforts tranchants et les moments fléchissant aux appuis et en travée de l'ensemble de la structure en portique. Le portique est considéré comme un système hyperstatique à nœuds déplaçables sous l'action des charges extérieures qui sont les charges permanentes, les surcharges d'exploitation et la charge horizontale due au vent.

La méthode consiste à prendre comme valeur approchée du moment cherché le moment qui serait transmis par le nœud aux barres si celles-ci étaient parfaitement encastées, et à déterminer des corrections qu'il faudrait apporter à ce moment pour obtenir le moment réel.

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

$$M(x) = \mu(x) - M_{AB} + \frac{(M_{AB} + M_{BA})}{l} x$$

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

M_{AB} : moment transmis par le nœud A à la poutre AB ;

M_{BA} : moment transmis par le nœud B à la poutre AB ;

Et l'effort tranchant dans la section d'abscisse x se calcul par :

$$T(x) = \theta + \frac{(M_{AB} + M_{BA})}{l}$$

Avec : $\mu(x)$ et $\theta(x) = \int \frac{du(x)}{dx}$ sont respectivement le moment fléchissant et l'effort tranchant s'exerçant dans la barre en supposant que la poutre est reposée sur deux appuis simples et supportée les mêmes charges.

Dans le présent cas, le portique est soumis uniquement à des charges uniformément réparties :

Si cette charge est égale à p alors on a la formule suivante :

Effort tranchant à droite de A :

$$T_{AB} = \frac{pl}{2} - \frac{(M_{AB} - M_{BA})}{l}$$

Effort tranchant à gauche de B

$$T_{BA} = -\frac{pl}{2} + \frac{(M_{AB} + M_{BA})}{l}$$

3.1.2.1 Paramètre de base

- Moment d'inertie. Pour une section rectangulaire :

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

- Facteurs de rigidité des poutres. Pour le cas des poutres encastrées aux deux extrémités où I constante, on a :

$$R = \frac{I}{l}$$

- Coefficient de répartition dans la poutre (ij):

$$C_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sum R_{ij}}$$

Où R_{ij} est la raideur de la poutre aboutissant au nœud i

En bref, Le moment réel est :

$$M_r = M_0 + \sum_{i=1}^n k_i M_i$$

Avec : M_r : moment réel dans la barre

M_i : moment dû au déplacement arbitraire du niveau i

M_0 : moment dû aux charges et surcharges

k_i : coefficient obtenu en appliquant le principe de superposition des effets des forces et la condition d'équilibre statique de la structure, il est obtenu en résolvant l'équation suivante :

$$H_0^j = T_j^0 + \sum K_j T_i$$

Avec :

H_o^j : somme des efforts horizontaux au-dessus du niveau j

T_o^j : somme des efforts tranchants des barres verticales au droit du niveau j, dus aux charges et surcharges

T_i : somme des efforts tranchants des barres verticales au droit du niveau j, dus au déplacement arbitraire du niveau i

Remarque :

Ici il y a un système à nœuds déplaçables. En effet, le nombre de déplacements possibles est donné par la relation :

$$d = n - c$$

dans laquelle :

n : nombre des nœuds susceptibles de se déplacer ;

c : nombre de contours fermés.

D'où, $d = 11 - 8 = 3$

Alors, les nœuds subissent trois déplacements.

3.1.2.2 Evaluation des charges

- Portique de calcul

Comme il a été mentionné auparavant, l'étude se penchera sur le portique de la file C⁹ ce sont des portiques courants et semblent les plus chargés.

- Charges verticales sur la poutre

Il faut tenir compte ici du poids propre de la poutre, de la répartition des charges apportées par le plancher et les surcharges d'exploitation.

- Charges horizontales sur les poteaux

Pour le calcul des charges horizontales sollicitant la superstructure, on se référera à l'effet du vent extrême.

- Combinaison d'action

$$\text{A l'ELU : } 1,35G + 1,5Q + W$$

$$\text{A l'ELS : } G + Q + 0,77W$$

avec :

G : La charge permanente

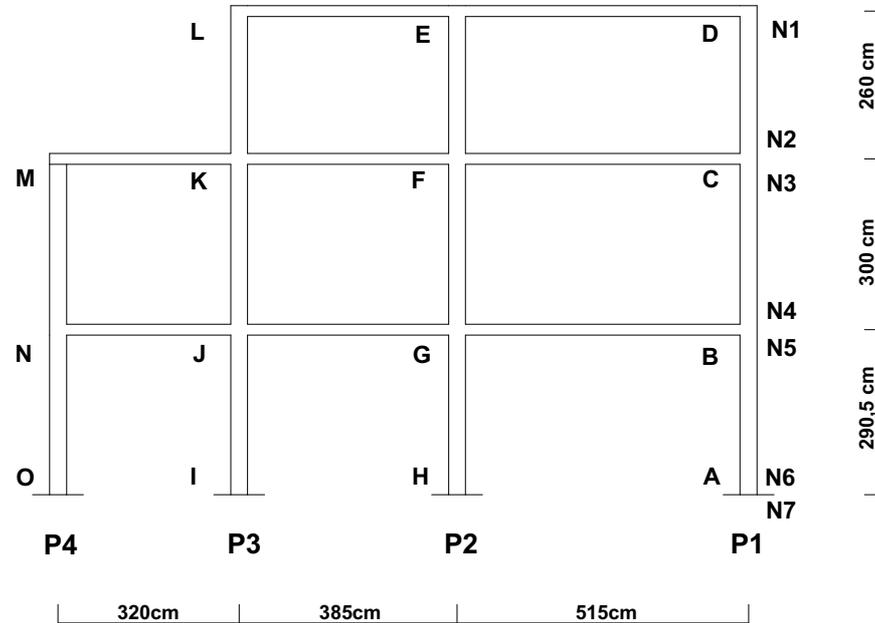
⁹ Cf. ChapII.Descente de charge, choix de la file à étudiée

Q : La charge d'exploitation des bâtiments

W : Action du vent définie par les règles NV65

Voir ci-dessous le schéma du portique

Figure 13 : Coupe longitudinale de la file C



3.1.2.3 Courbes enveloppes

Les courbes enveloppes sont obtenues par les valeurs maximales aux appuis et en travées en superposant les valeurs des moments de toutes les combinaisons d'actions des états limites considérés.

3.1.2.4 Détermination des sollicitations

On détermine, ainsi, les sollicitations dans les sections de poutres par la méthode de Cross. Pour cela, un calcul sur Excel a été fait pour faciliter les tâches et afin d'éviter les erreurs. Les résultats pour chaque combinaison d'action seront trouvés en Annexe¹⁰ à l'aide des courbes enveloppes des moments fléchissant et effort tranchant en ELU et ELS. Ces courbes enveloppes sont obtenues en superposant les diagrammes des efforts.

3.2 Dimensionnement des éléments en béton armé

Le dimensionnement est conduit selon les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites (B.A.E.L).

¹⁰ Cf. Annexe IV et V

3.2.1 Notion de la règle de béton armé aux états limites

Les règles BAEL91 modifiées 99 sont applicables à tous les ouvrages en béton armé, dont le béton est constitué de granulats naturels normaux, avec un dosage en ciment au moins égal à 300 kg par m³ de béton mis en œuvre.

Les calculs justificatifs sont conduits suivant la théorie des états-limites. Un « état limite » est celui pour lequel une condition requise d'une construction (ou d'un de ses éléments) est strictement satisfaite et cesserait de l'être en cas de modification défavorable d'une action.

On distingue :

- les « états limites ultimes » qui correspondent à la limite : soit de l'équilibre statique, soit de la résistance de l'un des matériaux, soit de la stabilité de forme,
- les « états limites de service » qui sont définis compte tenu des conditions d'exploitation ou de durabilité. Il s'agit surtout d'états limites de déformation (instantanée ou différée) et d'ouverture des fissures.

3.2.2 Hypothèse de calcul

3.2.2.1 Sollicitations

La combinaison appliquée pour les ouvrages en superstructure est :

$$\text{A l'ELU: } 1,35 G + 1,5 Q + W$$

$$\text{A l'ELS: } G + Q + 0,77 W$$

Où : G : la charge permanente ;

Q : la surcharge d'exploitation ;

W : l'action du vent.

3.2.2.2 Caractéristiques des matériaux :

a. Béton

Le béton est dosé à 350 Kg/m³ en utilisant un liant hydraulique (CEM I) mise en œuvre sur chantier dans des conditions de fabrication courante. Ces conditions ont permis de choisir la caractéristique suivante:

- $f_{c28} = 25\text{MPa}$, résistance caractéristique à la compression du béton à 28jours d'âge ;
- f_{t28} : résistance caractéristique à la traction du béton à 28jours d'âge
Avec $f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} = 2,10\text{MPa}$;

Le projet est situé dans un climat non agressif. Ainsi, pour le dimensionnement des éléments de la structure, on considère :

- une épaisseur d'enrobage des armatures égale à 3 cm,
- une fissuration peu préjudiciable

En outre :

- la contrainte admissible en compression du béton est égale à

$$f_{bu} = 0,85 \frac{f_{c28}}{\theta * \gamma_b}$$

Où : $\gamma_b = 1,5$: combinaison fondamentale ;
 $\theta = 1$: durée d'application de charge \geq à 24h ;
 $\gamma_s = 1,15$: combinaison fondamentale

On trouve $f_{bu} = 14,17\text{MPa}$

b. Acier

- Les armatures longitudinales et transversales utilisées sont des aciers à haute adhérence de nuance FeE400 dont la limite d'élasticité garantie f_e est : $f_e = 400\text{MPa}$;
- la contrainte admissible de traction dans les aciers longitudinaux est égale à :

$$\sigma_s = f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} ;$$

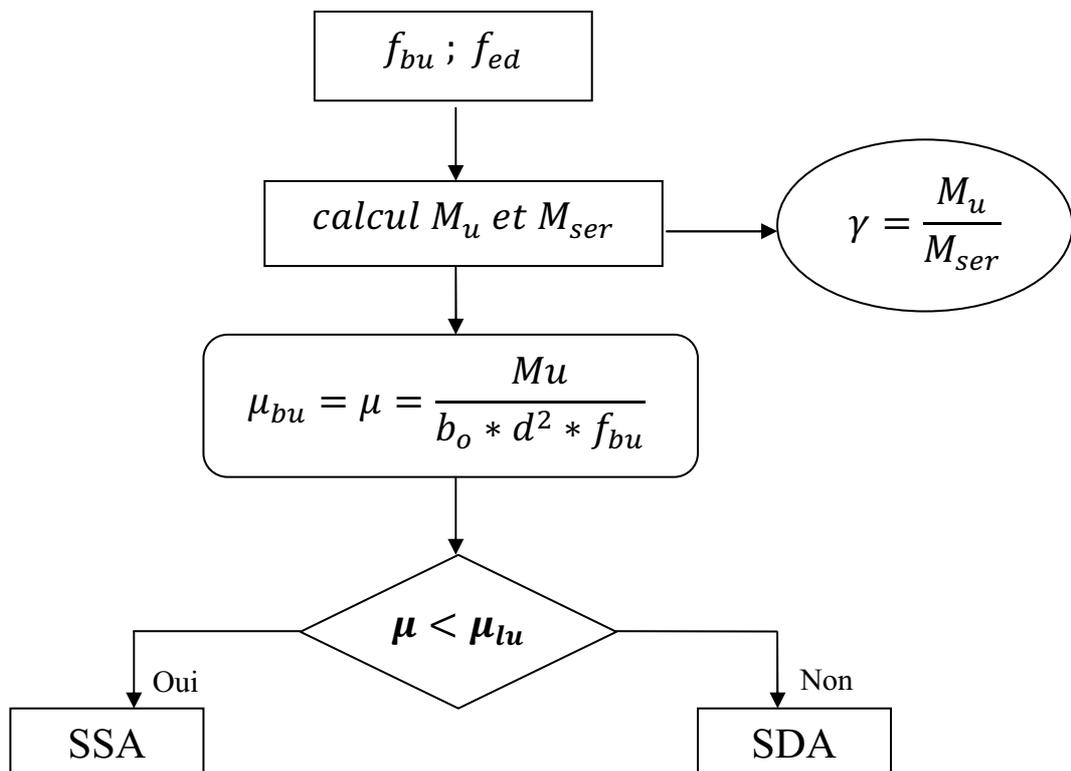
$\gamma_s = 1,15$ pour la combinaison fondamentale ;

$$\text{ainsi } \sigma_s = \frac{400}{1,15} = 348\text{MPa}$$

3.2.3 Organigramme de calcul

Pour le dimensionnement de la poutre, suivons l'organigramme de calcul des armatures en flexion simple à l'état limite ultime ci-dessous :

Figure 14 : Organigramme de calcul à l'ELU



3.2.4 Poutres

Les poutres sont des éléments porteurs horizontaux à section rectangulaire, en T, ou en I, destinés en général à supporter les charges permanentes, les surcharges d'exploitation et les effets du vent. En outre, les poutres remplacent les murs afin d'économiser la place en supportant les planchers.

3.2.4.1 Choix de la poutre à étudier

Les valeurs des sollicitations¹¹ après calcul indiquent que c'est la poutre à trois travées du premier étage qui est la plus sollicitée de toutes. Il serait donc nécessaire d'étudier cette poutre en question.

¹¹ Cf. Annexe IV

3.2.4.2 Calcul des charges par mètre linéaire

Les valeurs totales des charges permanentes et des charges d'exploitation uniformément réparties équivalentes de chaque travée du portique étudié sont données dans les tableaux ci dessous, en tenant compte aussi du poids propre de chaque poutre :

Tableau 33 : Charge par mètre linéaire des travées à l'ELU

NIVEAU N1/N3	DE	EL	KM	unité
total toiture	253	199	253	daN/ml
poutre longitudinale	338	338	338	daN/ml
Exploitation (Q)	576	452	576	daN/ml
1,35G + 1,5Q	1,662	1,402	1,662	Tf/ml

NIVEAU N3	CF	FK	unité
plancher en BA	1203,84	-	daN/ml
plancher en Bois	-	151	daN/ml
mur de remplissage longitudinal	968	968	daN/ml
poutre longitudinale	338	338	daN/ml
Exploitation (Q)	696	452	daN/ml
1,35G + 1,5Q	4,431	2,644	Tf/ml

NIVEAU N5	BG	GJ	JN	unité
plancher en BA	536	611,325	-	daN/ml
plancher en Bois	107	54	193	daN/ml
poutre longitudinale	338	338	338	daN/ml
mur de remplissage	1148	1148	1148	daN/ml
Exploitation (Q)	606	606	576	daN/ml
1,35G + 1,5Q	3,781	3,811	3,129	Tf/ml

Tableau 34 : Charge par mètre linéaire des travées à l'ELS

NIVEAU N1	DE	EL	KM	unité
total toiture	253	199	253	daN/ml
poutre longitudinale	338	338	338	daN/ml
Exploitation (Q)	576	452	576	daN/ml
G + Q	1,167	0,988	1,167	Tf/ml

NIVEAU N3	CF	FK	unité
plancher en BA	1204	-	daN/ml
plancher en Bois	-	151	daN/ml
mur de remplissage longitudinal	968	968	daN/ml
poutre longitudinale	338	338	daN/ml
Exploitation (Q)	696	452	daN/ml
G + Q	3,205	1,908	Tf/ml

NIVEAU N5	BG	GJ	JN	unité
plancher en BA	536	611	-	daN/ml
plancher en Bois	107	54	193	daN/ml
poutre longitudinale	338	338	338	daN/ml
mur de remplissage	1148	1148	1148	daN/ml
Exploitation (Q)	606	606	576	daN/ml
G + Q	2,733	2,756	2,254	Tf/ml

a. Charges horizontales

Les forces horizontales qui s'appliquent sur le portique ne sont autres que les effets du vent. On prend les valeurs trouvées dans la partie de l'étude des effets du vent faite auparavant.

D'après la l'hypothèse de la Descente de charge et le schéma ci-dessus, on a :

- pression dynamique : $q = 60,223 \text{ daN/m}^2$;
- largeur d'application : $L = 3,50 \text{ m}$

Ainsi, on a : $W = q \times L \times 1 \text{ m}$

Ce qui entraîne : $W = 211 \text{ daN/ml} = 0,211 \text{ Tf/ml}$

a1. Calcul et vérification des armatures des poutres

a1.1 Armatures longitudinales

⇒ En travée

- Section minimale d'armature tendue A_s

La section minimale d'armature tendue devra être au moins égale à la valeur minimale fixée par la règle du millième et la condition de non fragilité, à savoir:

$$A_s \geq A_{min} = \text{Max} \left\{ \frac{b_0 \cdot h}{1000} ; 0,23 b_0 d \frac{f_{t28}}{f_e} \right\}$$

Soit :

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ \frac{30 \cdot 45}{1000} ; 0,23 \cdot 30 \cdot 0,40 \cdot \frac{2,1}{400} \right\} = \{1,35 ; 1,45\} = 1,45 \text{ cm}^2$$

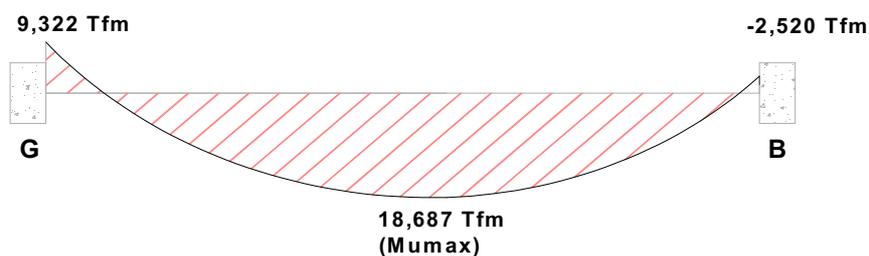
Ce qui donne : $A_s \geq 1,45 \text{ cm}^2$

Les armatures à prendre doivent être supérieures à cette armature minimale.

- Détermination des armatures longitudinales en travée

La poutre BG du RDC sera étudiée vu que c'est les plus sollicitées¹². L'organigramme de calcul des armatures en flexion simple est dressé ci-dessous.

¹² Cf. Annexe IV et V

Figure 15 : Moment fléchissant sur la travée BGCalcul de M_u et M_{ser}

D'après le résultat de calcul de structure qui se trouve en annexe, on a :

$$M_u = 0,18687 \text{ MNm}$$

$$M_{ser} = 0,12933 \text{ MNm}$$

Calcul de γ

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

$$\gamma = \frac{0,18687}{0,12933} = 1,384$$

Calcul du Moment réduit μ_{bu}

$$\mu_{bu} = \mu = \frac{M_u}{b_o * d^2 * f_{bu}}$$

Application numérique :

$$\mu_{bu} = \mu = \frac{0,18687}{0,30 * 0,41^2 * 14,17} = 0,268$$

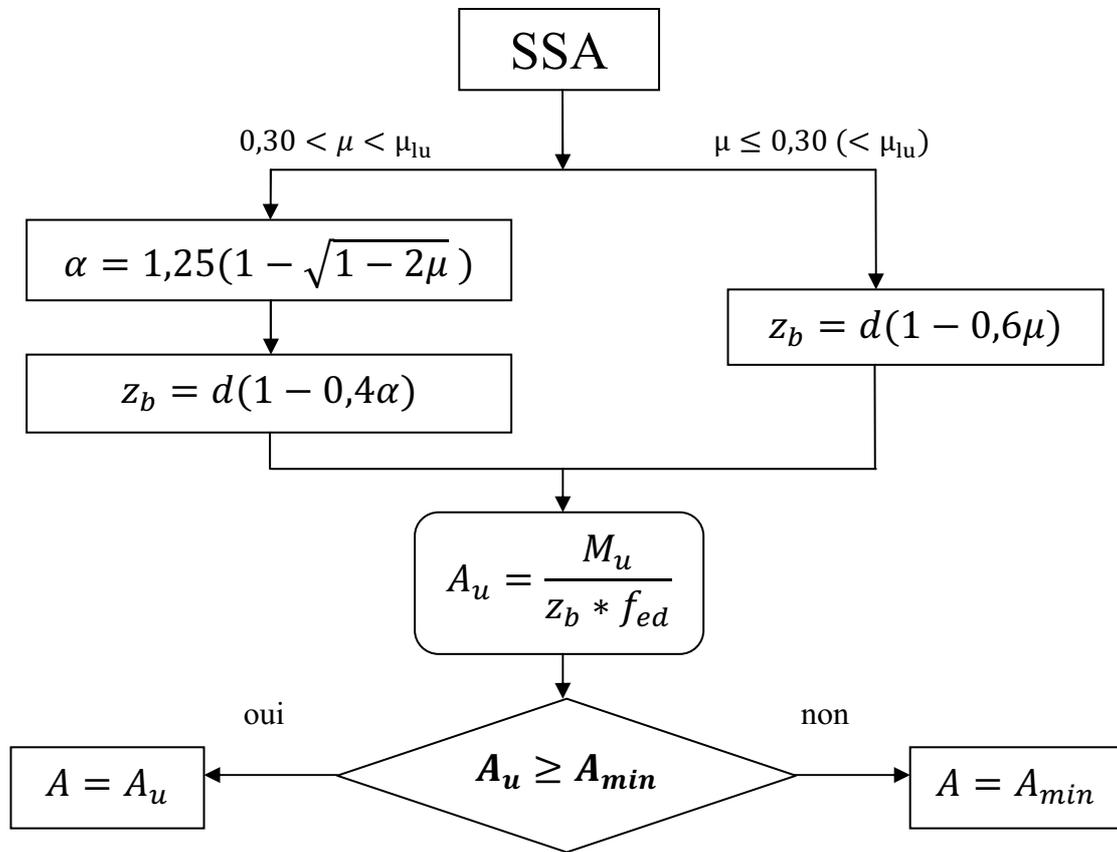
Or $\mu_{lu} = 0,392$ pour $FEe400$

Ainsi $\mu < \mu_{lu}$

Alors, on a une section à simple armature

Pour cela, suivons l'organigramme ci-dessous pour la détermination des armatures à prévoir dans la poutre.

Figure 16 : Organigramme de calcul pour les armatures à simple armature (SSA)



Aciers tendus A

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

Avec :

$$A_u = \frac{M_u}{z_b * f_{ed}} \quad (1)$$

Dans le présent cas, on a : $0,30 < \mu < \mu_{lu}$

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

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

Ainsi, l'équation (1) devient :

$$A_u = \frac{0,18687}{0,340 * 348} = 15,78 \text{ cm}^2$$

Ainsi, $A_u \geq A_{min}$

Alors, $A = A_u = 15,78 \text{ cm}^2$ soit $A = 4\text{HA}20 + 2\text{HA}16 = 16,59 \text{ cm}^2$

Le résumé de calcul des armatures longitudinales en travée est donné dans le tableau suivant :

Tableau 35 : Section des armatures longitudinales en travée

travées	M_u (MNm)	M_{ser} (MNm)	γ	μ	section	Z_b	A (cm ²) tendues	aciers tendus réels	A (cm ²) réelle
BG	0,187	0,135	1,384	0,268	SSA	0,340	15,78	4HA20+2HA16	16,59
GJ	0,129	0,093	1,385	0,185	SSA	0,363	10,24	4HA16+ 2HA12	10,3
JN	0,061	0,044	1,386	0,087	SSA	0,386	4,54	3HA14	4,62

⇒ Aux appuis

- Détermination des armatures longitudinales aux appuis, le procédé de calcul est de même que précédemment. Ainsi, le calcul des armatures longitudinales aux appuis est résumé dans le tableau suivant.

Tableau 36 : Section des armatures longitudinales aux appuis

Appuis	M_u (MNm)	M_{ser} (MNm)	γ	μ	section	Z_b	A (cm ²) tendue	acier tendu réel	A (cm ²) réelle
B	-0,025	-0,017	1,480	0,036	SSA	0,398	1,82	2HA12	2,26
G	0,093	0,068	1,367	0,134	SSA	0,376	7,13	1HA20+2HA16	7,16
J	0,034	0,025	1,361	0,049	SSA	0,395	2,47	2HA14	3,08
N	0,007	0,006	1,111	0,010	SSA	0,403	0,52	2HA8	1,00

a1.2 Vérification des conditions d'appui

Certaines conditions au niveau des appuis, concernant notamment la section minimale d'armatures longitudinales et la compression du béton doivent être vérifiées.

A. Appuis de rive

Les conditions prescrites au niveau des appuis de rive sont :

- la vérification des armatures longitudinales sur appui, la condition à vérifier est : $A_s \geq \frac{\gamma_s * V_u}{f_e}$

Avec V_u : effort tranchant au niveau de l'appui,

A_s : section minimale d'armatures longitudinales inférieures sur appui.

- la vérification de la compression du béton

On devra vérifier $V_u \leq 0,4 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} a b_o$

Où : b_o = largeur de la poutre égale à 22cm ;

a = profondeur de l'appui.

Elle est donnée par la relation suivante: $a = \min \{ a' ; 0,9d \}$

Avec a' : largeur de l'appui (22 cm dans le présent cas à laquelle est déduite 2cm + l'enrobage)

Ainsi la profondeur de l'appui devient :

$$a = \min \{ 17,5 ; 0,9 \times 41 \} = \min \{ 17,5 ; 37 \} = 17,5 \text{ cm}$$

Les résultats des calculs sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 37 : Vérification au niveau des appuis de rive

Appuis	V_u (MN)	A_s (cm ²)	$\frac{\gamma_s * V_u}{f_e}$ (m ²)	$0,4 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} a b_o$ (MN)
B	-0,027	2,26	1,027 < A_s	0,350 > V_u
N	0,014	1,00	0,529 < A_s	0,350 > V_u

D'après le tableau, les conditions prescrites au niveau des appuis de rive sont vérifiées.

B. Appuis intermédiaires

Les conditions prescrites au niveau des appuis intermédiaires sont :

- la vérification des armatures longitudinales

La condition à vérifier est $A_s \geq \frac{\gamma_s}{f_e} \left(|V_u| - \frac{|M_u|}{0,9d} \right)$

Où M_u : moment fléchissant au niveau de l'appui

- la vérification de la compression du béton

On doit vérifier : $V_u \leq 0,4 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} a b_o$

- la vérification de la contrainte moyenne de compression du béton

Cette condition devrait vérifiée : $\sigma_{bc} = \frac{2 V_u}{b_o d} \leq \frac{1,3 f_{c28}}{\gamma_b} = 21,7 \text{ MPa}$

Les résultats des calculs sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau 38 : Vérification au niveau des appuis intermédiaires

Appuis	M_u (MNm)	V_u (MN)	A_s (cm ²)	$\frac{\gamma_s}{f_e} \left(V_u - \frac{ M_u }{0,9d} \right)$ (cm ²)	$0,4 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} a b_o$ (MN)	$\frac{2 V_u}{b_o d}$ (Mpa)
Gg	-0,080	-0,0426	7,16	6,614	$\leq A_s$	$0,350 > V_u$
Gd	0,093	0,0549	7,16	7,233		
Jg	-0,033	-0,0281	3,08	2,303		
Jd	0,034	0,0194	3,08	2,760		

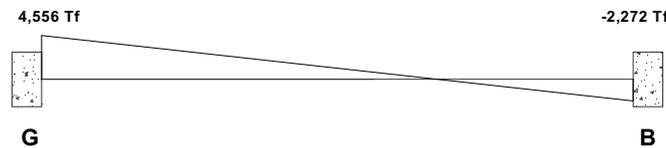
D'après le tableau, les conditions prescrites au niveau des appuis intermédiaires sont vérifiées.

a1.3 Armatures d'âme (transversales)

Elle a pour rôle d'équilibrer les effets de l'effort tranchant, opposer à l'extension latérale du béton, relier les barres longitudinales entre elles, augmenter la résistance à la compression, au flambement (cas de poteau), respecter l'ancrage réglementaire.

A. Vérification de la contrainte de cisaillement du béton

Pour le cas de la poutre BG du premier étage qui est la plus sollicitée, on a

Figure 17 : Effort tranchant sur la travée BG

La condition suivante doit être vérifiée au niveau l'âme de la poutre:

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_o * d} \leq \bar{\tau}_u$$

Avec V_u : effort tranchant à l'appui

τ_u : Contrainte tangente conventionnelle

$\bar{\tau}_u$: Contrainte tangente ultime

Dans le cas où l'on prévoit des armatures transversales droites et pour le cas d'une fissuration peu préjudiciable, on a :

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ 0,2 \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 5MPa \right\}$$

Autrement dit :

$$\bar{\tau}_u = \min\{3,33 ; 5MPa\} = 3,33MPa$$

Pour l'appui B : $V_u = -2,739$ Tf = -0,0274MN

$$\tau_u = 0,225 < 3,33MPa$$

Ainsi, $\tau_u < \bar{\tau}_u$

L'inégalité est vérifiée, alors on aura des armatures d'âme droites.

Les résultats des calculs pour les autres appuis sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 39 : Vérification de cisaillement de béton

Appuis	V_u (MN)	τ_u (Mpa)	$\bar{\tau}_u$ (Mpa)
B	-0,02739	0,225	3,333
G	-0,04259	0,351	3,333
J	-0,02805	0,231	3,333
N	0,014	0,116	3,333

Toutes les contraintes sont inférieures à la valeur limite, le cisaillement du béton n'est donc pas à craindre.

B. Diamètre des aciers transversaux ϕ_t

Elles se déterminent par :

$$\phi_t \leq \text{Min} \left\{ \phi_l ; \frac{h_t}{35} ; \frac{b_0}{10} \right\}$$

$$\text{soit, } \phi_t \leq \text{Min} \{ 20 ; 12,875 ; 30 \} = 12,875mm$$

$$\text{Or } \phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = 6,667mm$$

Ainsi, prenons $\phi_t = 8mm$.

Les armatures transversales seront composées d'une épingle et d'un cadre en HA8 pour faciliter la mise en œuvre.

$$\text{Soit } A_t = 3HA8 = 1,50cm^2$$

C. Espacement des armatures transversales S_t

L'espacement s_t doit vérifier les trois conditions ci-après :

- Espacement maximal:

$$S_{t \max} \leq \text{Min} \{0,9d ; 40\text{cm}\}$$

$$\text{Ainsi, } S_{t \max} \leq \text{Min} \{37 ; 40\text{cm}\} = 37\text{cm}$$

- Pourcentage minimal d'armature :

$$\frac{A_t}{S_t} \geq \frac{0,4b_0}{f_e} = 0,030 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Autrement dit,

$$s_t \leq \frac{A_t f_e}{0,4 b_0}$$

$$\text{Soit } S_t = \frac{A_t}{0,030} = 50\text{cm}$$

- Etat limite ultime de résistance des armatures d'âmes :

$$S_t \leq \theta_0 * A_t$$

Avec :

$$\theta_0 = \frac{0,9 \frac{f_e}{\gamma_s}}{b_0(\tau_u - 0,3 * k * f_{t28})}$$

θ_0 : Espacement initial des armatures transversales (cm/cm²)

D'où :

$$S_t \leq \frac{A_t \times 0,9 \times \frac{f_e}{\gamma_s}}{b_0 \times (\tau_u - 0,3k f_{t28})}$$

Avec $k=1$ pour une flexion simple

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau qui suit :

Tableau 40 : Espacement des armatures transversales

Appuis	V_u (daN)	τ_u (Mpa)	A_t (cm ²)	$\frac{A_t \times 0,9 \times \frac{f_e}{\gamma_s}}{b_0 \times (\tau_u - 0,3 k f_{t28})}$ (cm)	$\frac{A_t f_e}{0,4 b_0}$ (cm)	St_{max} (cm)	St_o (cm)
B	-2738,61	0,225	1	<0	33,33	37	16
Gg	-4258,65	0,351	1,5	<0	50,00		35
Gd	5487,67	0,452	1,5	<0	50,00		35
Jg	-2805,30	0,231	1	<0	33,33		20
Jd	1940,96	0,160	1	<0	33,33		16
N	1409,64	0,116	1	<0	33,33		16

D. Répartition des armatures transversales

La répartition des armatures transversales sera déterminée par la méthode de Caquot. Soit S_{i0} l'écartement des armatures transversales à l'appui ; le premier cadre est placé à $S_{i0}/2$ du nu de l'appui puis on adopte, pour l'écartement des cadres suivants, en centimètres, la suite des nombres 7-8-9-10-11-13-16-20-25-35-40 à partir de la valeur de S_{i0} . Chaque espacement est répété n fois.

- *Pour la travée BG*

La longueur entre nus des poutres est de $l = 5,15$ m.

Le nombre entier de mètres dans la demi-travée est $n = l/2$

Ainsi, $n = 5,15/2 = 2,575$

Soit $n = 3$

Le premier cours d'armature sera placé à $S_i/2$

Ainsi, la répartition des armatures transversales sur la travée BG sera :

$S_{i0}/2 = 16/2 = 8$ avec $n=3$ entraîne:

$$8 + (3 \cdot 16) + (3 \cdot 20) + (3 \cdot 25) + (2 \cdot 33) = 257$$

$$257,5 - 257 = 0,5 \text{ cm ;}$$

De ce fait, le dernier espacement sera rajouté de 0,5cm pour arriver à mi-travée,

Ainsi, il y a **12HA8** à placer dans la travée BG.

Le plan de ferrailage de cette poutre est donné en annexe¹³.

- *Pour la travée GJ*

$$l = 385 \text{ cm, soit } l/2 = 192,5 \text{ cm ; soit } n=2$$

¹³ Cf. Annexe I. Plan n°17

$$S_{to}/2 = 20/2 = 10$$

$$10 + (2 \cdot 20) + (2 \cdot 25) + (3 \cdot 31) = 193$$

$$193 - 192,5 = 0,5 \text{ cm}$$

Alors, nous enlevons 0,5cm au dernier espacement pour ne pas dépasser la mi-travée.

Par conséquent, il y a **8HA8** à placer dans la travée GJ

- Pour la travée JN :

$$L = 320 \text{ cm, soit } L/2 = 160 \text{ cm ; soit } n=2$$

$$S_{to}/2 = 16/2 = 8$$

$$8 + (2 \cdot 16) + (2 \cdot 20) + (2 \cdot 25) + (1 \cdot 30) = 160$$

La mi-travée est atteinte. Alors, il y a **8HA8** à placer dans la travée JN

E. Ancrage

La longueur de scellement est donnée par la relation suivante :

$$l_s = \frac{\phi \cdot f_e}{4\bar{r}_s}$$

On pourra prendre le cas fréquent en crochet à 45° en acier à haute adhérence avec : $r = 5,5 \phi$, où r est le rayon de l'axe de la barre.

Ce qui la longueur de scellement $l_s = 50\phi$

Donc, la longueur L entre le commencement de l'ancrage et l'extrémité du crochet est égale à $L = 9\phi$

Pour le cas de la travée BG, on a $\phi = 20 \text{ mm}$, ainsi :

$$L = 9 \times 2 = 18 \text{ cm}$$

$$l_s = \frac{2 \cdot 400}{4,348} = 0,521 \text{ cm} = 521 \text{ mm}$$

3.2.5 Poteau

Un poteau est une poutre droite verticale en béton armé, destiné à supporter des charges concentrées verticales, permanentes et d'exploitation. Ces charges sont transmises en général par les appuis des poutres en tête de poteau.

Un poteau a pour rôle de :

- constituer les éléments porteurs de systèmes plancher-poutre par point d'appui isolé,
- supporter les charges verticales,
- participer à la stabilité transversale par le système poteau- poutre pour combattre les efforts horizontaux,
- servir de chaînages horizontaux

Du point de vue architecturale, il limite l'encombrement du bâtiment.

3.2.5.1 Choix du poteau à étudier

D'après la descente de charge, il a été constaté que le poteau P1 est le plus chargé. Donc il faut chercher les armatures convenables à ce poteau en considérant les hypothèses sus-mentionnées¹⁴. Les sollicitations de calcul pour le poteau P1 sont mentionnées dans le tableau suivant.

Tableau 41 : Valeurs de sollicitation au niveau du poteau P1 à chaque niveau

Niveau	Poteaux	Section	Section (m ²)	N_{ser} (daN)	N_u (daN)
n2	P1	22 x 22	0,0484	5426	3928
n4	P1	22 x 22	0,0484	17675	12909
n6	P1	22 x 22	0,0484	30875	22596

3.2.5.2 Longueur de flambement l_f et élancement du poteau λ :

Les poteaux sont des pièces comprimées qui sont très répandues en construction .L'effort de compression peut engendrer une flexion et donner lieu à un phénomène de flambement très dangereux. Pour qu'un poteau soit justifiable d'un calcul en compression simple il faut que son élancement soit comme suite.

$$\lambda = \frac{l_f}{i} < 50 \quad (a)$$

Où l_f : Longueur de flambement, avec $l_f : 0,7 l_o$;

¹⁴ Cf. ChapII.Descente de charge, 3.2.1.Notion de la règle de BAEL

l_o : Longueur libre du poteau, dans le cas présent $l_o \text{max} = 3,00\text{m}$;

Ainsi $l_f = 2,1\text{m}$

$$i : \text{rayon de giration, avec } i = \sqrt{\frac{I_{xx}}{B}} \quad (\text{b})$$

I_{xx} : moment quadratique minimal de la section

B : section de béton proprement dite

Avec $I = \frac{a.b^3}{12}$ pour une section carrée

$$B = a . b$$

Ainsi (b) devient : $i = \frac{a}{\sqrt{12}}$ (c)

(c) dans (a) entraîne : $\lambda = \frac{l_f \sqrt{12}}{a}$

$$\text{Pour } a=22\text{cm, } \lambda = \frac{210 * \sqrt{12}}{22} = 33,07\text{cm}$$

D'où : $\lambda < 50$

3.2.5.3 Coefficients de réducteur α et β

$$\lambda < 50 \quad \alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} = \frac{0,85}{\beta} \quad (\text{d})$$

$$\beta = 1 + 0,2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2 \quad (\text{e})$$

$$\text{L'équation (e) devient : } \beta = 1 + 0,2\left(\frac{33,06}{35}\right)^2 = 1,18 \quad (\text{f})$$

$$\text{Ainsi (f) dans (d) entraînent : } \alpha = \frac{0,85}{1,18} = 0,72$$

3.2.5.4 Armature longitudinale

a. Section réduite du béton B_r

$$B_r = (a-2) (b-2)$$

$$D'où B_r = (22-2) (22-2) = 400\text{cm}^2 = 0,04\text{m}^2$$

b. Section d'armature théorique A_{th}

$$A_{th} \geq \frac{[\beta \times N_u] - [B_r \times \frac{f_{bc}}{0,9}]}{0,85 \times \frac{f_e}{\gamma_s}} \quad (g)$$

$f_{bc} = f_{bu}$: contrainte du béton à l'ELU (voir hypothèse)

N_u : effort normal ultime

Application numérique de (g) :

$$A_{th} \geq \frac{(1,18 \times 0,31) - (0,04 \times \frac{14,17}{0,9})}{0,85 \times \frac{400}{1,15}} = 0,000899\text{m}^2 = 8,99\text{cm}^2$$

Vérification :

c. Section d'armature minimale A_{min}

$$A_{min} = \max \{A (4u) ; A (0,2\%)\}$$

$$\text{Avec : } A (4u) = 4 \times u = 4 \times \{2 \times (a+b)\} = 4 \times 2 \times (0,22 + 0,22) = 3,52\text{cm}^2$$

$$A (0,2\%) = 0,2 \frac{B}{100} = 0,2 \frac{22 \times 22}{100} = 0,97\text{cm}^2$$

$$D'où, A_{min} = 3,52\text{cm}^2$$

d. Section d'armature maximale A_{max}

$$A_{max} = B (5\%) = \frac{5B}{100}$$

$$A_{max} = \frac{5 \times 22 \times 22}{100} = 24,2\text{cm}^2$$

$$D'où : A_{min} < A_{th} < A_{max}$$

Donc, c'est vérifié.

e. Section de calcul d'armature longitudinale A_{sc}

En général, $A_{sc} = \max \{A_{min}; A_{th}\}$

La vérification précédemment montre que : $A_{sc} = A_{th}$

Ainsi, $A_{sc} = 8,99\text{cm}^2$

On prend : **8HA12 = 9,04cm²**

Vérification :

$A_{sc} < A_{max}$: donc, c'est vérifié.

3.2.5.5 Armature transversalea. Diamètre des aciers transversaux ϕ_t

Elles se déterminent par de règles forfaitaires

Pratiquement, $\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3}$ (h)

Avec ϕ_l : Diamètre des aciers longitudinaux

Tableau 42 : Valeurs forfaitaires de ϕ_t en fonction de ϕ_l

ϕ_l [mm]	12 à 20	25	32	40
ϕ_t [mm]	6 (ou 8)	8 (ou 10)	10 (ou 12)	12

Dans le cas de ce projet, on a : $\phi_l = 12$

Ainsi, la relation (h) devient $\phi_t \geq \frac{12}{3} = 4,0$

On prend **$\phi_t = 6\text{mm}$**

b. Espacement des armatures transversales S_t

Hors zone de recouvrement :

$$S_t \leq \text{Min} \{15\phi_{l_{\min}}; 40\text{cm}; a + 10\text{cm}\}$$

Avec a le côté du poteau.

Ainsi, $a + 10\text{cm} = 22 + 10 = 32\text{cm}$

$$15\phi_{l_{\min}} = 15 \times 1,2 = 18\text{cm}$$

D'où, **$S_t = 18\text{cm}$**

Dans la zone de recouvrement :

- Longueur de recouvrement des filants verticaux l_r

$$l_r \geq 0,6l_d \text{ soit } l_r \geq 24\phi$$

Avec $l_d = 40\phi$ pour les aciers de nuance HA FeE400

l_d : étant la longueur de scellement droit

$$\text{On a } l_r = 24 * 1,2 = 28,8\text{cm} \text{ soit } l_r = \mathbf{30\text{cm}}$$

- Disposition constructive

$$\text{On a : } s_{t(r)} = \frac{l_r - 4\phi}{n-1} \quad (\text{i}) \quad \text{et } n \geq 3$$

n : nombre de nappe pour les armatures transversales :

Prenons $n = 3$

$$\text{ainsi, (i) devient : } s_{t(r)} = \frac{30 - 4 * 1,2}{3 - 1} = 12,6\text{cm} \text{ soit } \mathbf{S_{(tr)} = 13\text{cm}}$$

Donc, d'après le calcul, on prend 1cadre + étrier de HA6 avec un espacement de 13 cm.

Récapitulons les calculs dans le tableau suivant :

Tableau 43 : Récapitulation de la section du poteau

Niveau	Section	Armature longitudinale	Armature transversale	Section d'acier (cm ²)	Espacement des zones courantes (cm)	Espacement des zones de recouvrements (cm)
n2	22 x 22	8HA12	HA6	9,04	18	13
n4	22 x 22	8HA12	HA6	9,04	18	13
n6	22 x 22	8HA12	HA6	9,04	18	13

Remarque : le plan de ferrailage est donné en annexe¹⁵

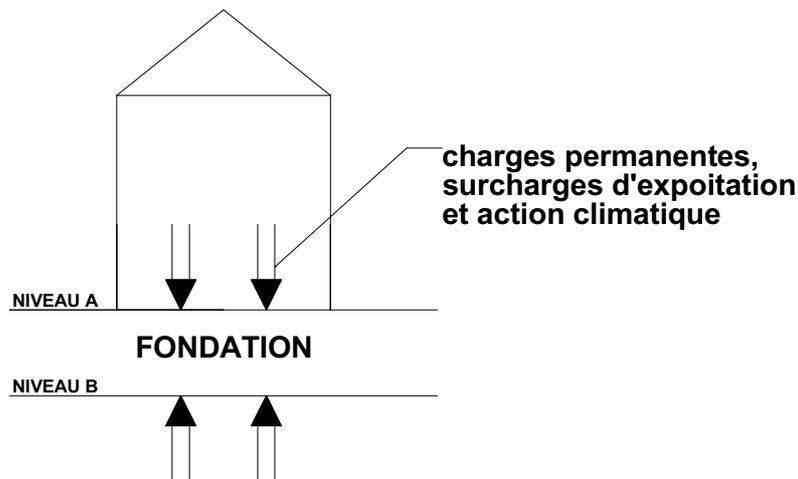
¹⁵ Cf. Annexe I. Plan n°18

CHAPITRE IV. ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE

4.1 Généralité

L'infrastructure sous-entend l'ensemble de fondation. Cette dernière a pour rôle de transmettre au sol les charges permanentes, les surcharges d'exploitations et les actions climatiques. En revanche, elle reçoit les actions ascendantes du sol par le principe d' « Action – réaction ».

Figure 18 : Réaction du sol vis-à-vis d'une fondation



Source : Auteur

Le but recherché est d'assurer la stabilité et l'équilibre de la construction. Pour cela, la force supportant doit correspondre à la charge supportée, elle dépend de la dimension de la semelle, de la nature du sol et des armatures éventuelles.

$$\text{Autrement dit : } \sigma \leq \overline{\sigma}_{sol}$$

Les surcharges qu'elle transmettra au sol ont été évaluées par un calcul de descente de charges. La mécanique de sol permettra d'évaluer la contrainte et la déformation que le sol pourra supporter. Dans le présent cas aucun prélèvement n'a été fait au laboratoire mais la contrainte admissible du sol peut être déduite grâce au DTU 13 - 12 § 3.1, à savoir :

Figure 19 : Estimation du taux de travail des sols en fonction de leur constitution

NATURE DU SOL	$\overline{\sigma}_{sol}$ (Mpa)
roches peu fissurées saines non désagrégées et de stratification favorable	0,75 à 4,5
terrains non cohérents à bonne compacité	0,36 à 0,75
terrains non cohérents à compacité moyenne	0,2 à 0,4
argile ¹⁶	0,1 à 0,3

¹⁶ Certaines argiles très plastiques ne sont pas visées dans ce tableau

Dans le présent cas le sol est non cohérent et à bonne compacité. Par conséquent, prenons **0,5MPa** comme contrainte admissible car le projet est à usage d'habitation privée. Ainsi, adoptons une fondation superficielle. On désigne par fondation superficielle une fondation qui repose directement sur le sol ou enfoncée légèrement.

Il s'agit des fondations à faible profondeur sans ou avec peu d'armature : $h \leq 3,00\text{m}$. Il existe trois types de fondation superficielle :

- Semelle filante et semelle isolée sous poteau,
- Semelle en rigole,
- Radier.

Par conséquent, utilisons des semelles isolées à base carrée sous poteau de section carrée avec des aciers formant un quadrillage régulier.

Hypothèses :

- Les calculs s'effectuent sur la base des recommandations stipulées par le BAEL2 91.Art.B9 ;
- le dimensionnement des armatures se fait à l'ELS sous la combinaison d'actions G+Q, il en est de même pour les vérifications relatives au béton.

Eléments connus :

- Contrainte de calcul admise sur le sol : $\overline{\sigma}_{sol} = 0,5(\text{MPa})$
- Charges appliquées au niveau supérieur de la semelle:
 $N_{ser} = G + Q = 28373 \text{ daN}$
- Section du poteau : $a \times b = 0,22 \times 0,22 \text{ m}^2$

Éléments inconnus :

- Dimensions de la semelle isolée : $A = B \times h$
- Poids propre de la semelle

4.2 Dimensionnement de l'ouvrage

Le poteau P1 qui est le plus chargé sera étudié en détail. Il s'agit de déterminer les dimensions d'une semelle isolée de fondation sous poteau de section carrée.

4.2.1 Calcul de l'aire approché S1

$$S_1 = \frac{N_{ser}}{\overline{\sigma}_{sol}}$$

S_1 : aire approché

N_{ser} : Charge à l'ELS calculée

$\overline{\sigma}_{sol}$: Contrainte admissible du sol

$$\text{On trouve } S_I = \frac{28373}{5} = 5675 \text{ cm}^2 = 0,568 \text{ m}^2$$

4.2.2 Calcul des dimensions approchées

- Section de la semelle

Avec :

a et b : la petite dimension du poteau

A et B : les côtes de la semelle

$$A_1 = B_1 = \sqrt{S_I \frac{a}{b}} \text{ avec } a=b$$

$$\text{D'où } A_1 = B_1 = \sqrt{S_I \times 1}$$

$$\text{On trouve } A_1 = B_1 = \sqrt{0,568 \times 1} = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Or, } A \geq A_1 \text{ et } B \geq B_1$$

Ainsi prenons $A=B=1,00 \text{ m}$

La section de la semelle est donc $A=B=1,00 \text{ m}$

- Hauteur utile h

$$\frac{A-a}{4} < d < A-a \Leftrightarrow 0,195 < d < 0,78$$

$$\frac{B-b}{4} < d < B-b \Leftrightarrow 0,195 < d < 0,78$$

ainsi prenons $d=0,25 \text{ m}$

En admettant un enrobage¹⁷ de 5cm

On trouve $h = d+0,05$

D'où $h=0,30 \text{ m}$

4.2.3 Contrôle de la contrainte sur le sol

- Aire de la surface portante S

$$S = A \times B$$

¹⁷ Pour le cas de fondation

$$S = 1,00 \times 1,00 = 1,00\text{m}^2$$

- Poids propre de la semelle PP

$$P_p = A \times B \times h_t \times 0,025$$

$$P_p = 1,00 \times 1,00 \times 0,30 \times 25 = 7,50\text{daN}$$

- Charge totale sur le sol N

$$N = N_{\text{ser}} + P_p$$

$$N = 28373 + 7,5 = 28380,83\text{daN}$$

Contrainte de travail sur le sol σ_{sol}

$$\sigma_{\text{sol}} = \frac{N}{S}$$

$$\sigma_{\text{sol}} = \frac{28380,83}{1,00} = 0,284 \text{ daN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{sol}} = 0,29 \text{ MPa}$$

$$\text{d'où } \sigma_{\text{sol}} \leq \bar{\sigma}_{\text{sol}} = 0,5\text{MPa}$$

On peut donc conclure que la semelle est en équilibre.

4.3 Détermination des armatures

4.3.1 Caractéristique du béton

- Résistance à la compression du béton $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$,
- limite d'élasticité des armatures à hautes adhérences $f_e = 400 \text{ MPa}$,
- condition de fissuration peu préjudiciable,
- enrobage $e = 5\text{cm}$.

4.3.2 Caractéristique de l'acier

- Acier à haute adhérence FeE400, $f_e = 400\text{MPa}$;
- $\sigma_s =$ contrainte de traction de l'acier ; $\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s}$;
- $\gamma_s = 1,15$ pour la combinaison fondamentale ;
ainsi $\sigma_s = \frac{400}{1,15} = 348\text{MPa}$

Soit P_u , la charge transmise au pied du poteau à l'ELU

$P_u = 38675\text{daN}$ (pour le poteau P1 qui est le plus chargé)

Par la méthode des bielles, on obtient les formules suivantes :

$$Aa = \frac{P_u (A - a)}{8 \times d_a \times \sigma_s} \quad \text{et} \quad Ab = \frac{P_u (B - b)}{8 \times d_b \times \sigma_s}$$

Aa : section des armatures transversales

Ab : section des armatures longitudinales

$$Aa = \frac{38675(1,00 - 0,22)}{8 \times 0,25 \times 3480} = 4,33 \text{ cm}^2$$

Alors $Aa = Ab = 4,33 \text{ cm}^2$ soit $4HA12 = 4,52 \text{ cm}^2$

Ainsi : **$Aa : 4HA12$**

$Ab : 4HA12$

4.4 Calcul de la hauteur de rive a'

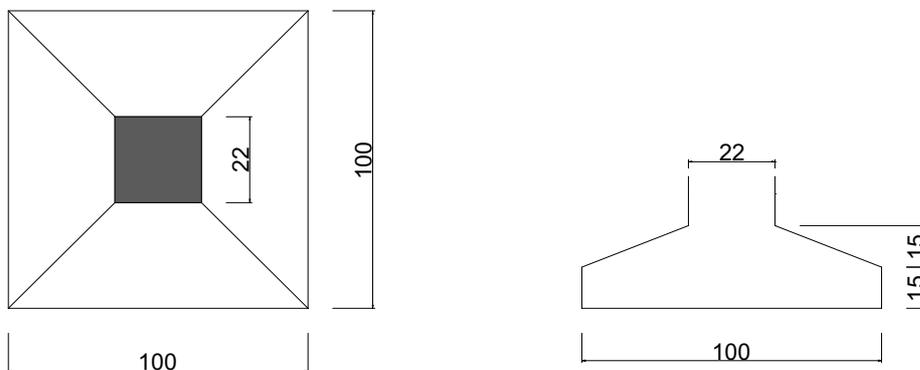
Soit $h = a' + b'$ avec $a' \geq \max(15 \text{ cm} ; 6 \text{ cm} + 6\emptyset)$

$\emptyset = 12 \text{ mm}$, le diamètre des aciers principaux de traction.

Alors, $a' \geq 6 + 6 \times 1,2 = 13,2 \text{ cm}$, soit $a' \geq 14 \text{ cm}$

Ainsi donc, on a : $a' = 15 \text{ cm}$ et $b' = 15 \text{ cm}$

Figure 20 : Schéma de la semelle isolée



4.5 Encrage des barres

Soit l_s la longueur de scellement tel que :

$$l_s = \frac{\emptyset * f_e}{4 * 0,6 * f_{tf} * \omega_s^2}$$

Si $l_s > \frac{A}{4}$ toutes les barres doivent être prolongées jusqu'aux extrémités de la semelle et comportant des ancrages courbes.

$$\text{On a : } \frac{A}{4} = \frac{100}{4} = 250\text{mm}$$

Dans le cas présent ; $\frac{l_s}{\emptyset} = 35,5$ pour FeE400 et $f_{c28} = 25\text{MPa}$

Ce qui entraîne : $l_s = 35,5 \times 12 = 426\text{mm}$

$$\text{Ainsi, } l_s > \frac{A}{4}$$

Alors les barres sont munies de crochet

Remarque : Le plan de ferrailage est donné en annexe¹⁸.

¹⁸ Cf. Annexe I. Plan n°19

Conclusion partielle

Nous venons d'évaluer dans cette deuxième partie le dimensionnement des ouvrages du bâtiment. Ce dernier est basé sur le prédimensionnement, la descente de charge, et le calcul de structure. Ainsi, selon la modélisation de la structure, différentes méthodes ont été utilisées à savoir : méthode de Cross, méthode de Caquot. De ce fait, nous avons étudié la file C qui est la plus chargée de tous.

Partie III

EXECUTION ET EVALUATION FINANCIERE

CHAPITRE I : TECHNOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE

1.1 Provenance, qualité et préparation des matériaux

1.1.1. Généralités

Les matériaux seront conformes principalement aux normes de Recueil des prescriptions techniques applicables aux travaux de bâtiments à Madagascar (TBM), complétés le cas échéant par les prescriptions de REEF, des Normes Française et du DTU. La nature ainsi que la provenance de ces fournitures devront être précisées et elles devront répondre aux critères de qualité et de garanties équivalentes à celles fixées par le C.C.T.P. Elles doivent également avant leur mise en œuvre, avoir reçu les accords du bureau de contrôle et du Maître d'Ouvrage.

L'acceptation du Maître d'œuvre de la qualité des matériaux livrés au chantier ne diminuera en rien la responsabilité du Titulaire sur les conséquences néfastes que peuvent causer ces matériaux dans les ouvrages en cas de défaillance ou de non-conformité dissimulées de ces derniers à l'exigence du maître d'œuvre. Il est entendu que l'acceptation d'un échantillon ne signifie pas l'acceptation de l'ensemble des matériaux provenant de la même source. Si au cours des opérations, la qualité des matériaux devient douteuse, le Maître d'œuvre peut suspendre l'emploi de ces matériaux et demander l'analyse d'un nouvel échantillon, et ce, aux frais du Titulaire.

Des essais complémentaires sur la qualité des matériaux peuvent être demandés par le Maître d'œuvre, les frais y afférents sont imputables soit au Titulaire si les résultats confirment les doutes du Maître d'œuvre, soit à ce dernier dans le cas contraire.

1.1.2 Lieu d'extraction

La provenance des matériaux est laissée au choix du Titulaire sous réserve de l'agrément du Maître d'œuvre. Toutefois, cet agrément n'atténue en rien la responsabilité du Titulaire.

1.1.3 Terre pour remblai

Elles devront satisfaire les spécifications en vigueur et posséder en outre les qualités suivantes :

- Exempts de matières organiques,
- pas trop sablonneux, ni trop argileux.

1.1.4 Sable pour mortier et béton

Le sable utilisé devra être exclusivement du sable de rivière non micacée. Le sable sera exempt de terre, d'impuretés, de scories et notamment d'argiles. L'utilisation de sable de carrière et de dunes ou d'origine calcaire, de sable de concassage est formellement interdite.

Le sable entrant dans la composition des mortiers et béton devra correspondre aux références des sables suivant la norme NFD 18-304 d définies comme suite :

- sable fin : tamis 0.02/0.315 mm,
- sable moyen : tamis 0.315 / 1.25 mm,
- sable gros : tamis 1.25 /5mm.

La taille maximale des grains de sables ne devrait pas dépasser des spécificités suivantes:

- sable pour enduits et ragréments et maçonnerie : 2.5mm,
- sable pour béton armé: 5mm,
- sable pour béton non armé (ordinaire) : plus de 10mm.

1.1.5 Granulats pour béton

Les gravillons et pierrailles pour béton proviendront de préférence du concassage de granite extrait de carrière agréée, et dont le Los Angeles devra être ≤ 35 . Les gravillons devront être propres, dur et exempts de corps étrangers, de matière organique, de poussières, vases et argiles adhérent ou non aux grains. Ils seront purgés de terre, passés à la claie et lavés si nécessaire. La granulométrie adoptée des gravillons pour la confection des bétons sera de 5/15 et 15/25.

1.1.6 Moellons pour maçonnerie

Les moellons pour maçonnerie seront d'origine granitique, provenant des roches saines. Ils ne devront présenter aucune dimension inférieure à vingt (20) centimètres, ils seront de forme parallélépipède aussi régulière que possible, et devront être agréés par le contrôle.

1.1.7 Ciment

Le ciment utilisé sera du ciment Portland CEM I et ces caractéristiques sont conformes à la norme NFP.15-302 dont la résistance réelle à 28 jours sur mortier normal devra être au moins égale à 45Mpa (450bars).

Le ciment sera livré en sacs d'origine de 50kg et porter la définition de la Norme du liant. Les sacs seront stockés dans des locaux bien ventilés et parfaitement protégés du soleil et de l'humidité. Tout autre type de ciment est interdit.

1.1.8 Eau de gâchage

L'eau utilisée pour la préparation des mortiers et du béton devra être propre, pratiquement exempt d'impuretés, de matières organiques, de produits chimiques notamment les sulfates et le chlorure qui affecteraient la durée de prise, la résistance ou l'apparence du béton. Elle devra répondre aux spécifications de la norme NFP 18-303. Elle sera stockée en quantité

suffisante pour satisfaire les besoins du chantier et pour ne pas gêner la cadence de bétonnage.

1.1.9 Aciers

Les aciers d'armatures utilisés seront des barres à haute adhérence et auront les qualifications suivantes :

- Nuance FeE40
- Coefficient de scellement au moins égal à 1,5
- Coefficient de fissuration au moins égal à 1,6

Les caractéristiques mécaniques et géométriques, ainsi que les conditions de réception sont celles fixées par les normes N.F.P 35-015. Les aciers seront propres et sans rouilles. Toutes barres présentant un défaut d'homogénéité apparent seront refusées. Les aciers d'armatures seront comme ceux précisés dans les plans¹⁹.

Les fils de ligature seront en fil de fer souple ou en acier doux recuit. La soudure des barres est interdite. Les cadres, épingles et étriers devraient être confectionnés avec de l'acier à haute adhérence de nuance FeE40 (norme AFNOR 35.016) de limite d'élasticité =4200kg/cm².

Les étriers devront embrasser de façon ferme les barres auxquelles ils seront destinés, et maintenus avec les ligatures en fil recuit. Les armatures devront être fixées de telle façon qu'elles ne peuvent se déplacer pendant le bétonnage et la vibration.

1.1.10 Briques artisanales

Elles devraient répondre aux normes Malgache « TBM NM 2-B1 et 2-B2 ». Les essais seront effectués suivant les prescriptions du recueil des Prescriptions Techniques applicables aux Travaux de Bâtiment à Madagascar. Les briques doivent être bien cuites sans être vitrifiées, dures, non friables, sonores, sans fêlures et sans parties siliceuses ou calcaires. Elles ne devraient pas présenter de trace de fissures dues à une cuisson mal faite. Les épaufrures et les arêtes devront être bien vives. L'entreprise prendra le coefficient de sécurité qu'elle estimera nécessaire, le taux de contrainte admissible minimum est de 9 kg/cm².

1.1.11 Mortiers

Les mortiers seront utilisés comme mortier de montage des maçonneries ainsi que pour la réalisation des enduits et chapes. Leurs caractéristiques seront différentes suivant leur destination.

¹⁹ Cf. Plans architecturaux. Annexe I

1.1.11.1 Mortier de montage

Le mortier de montage des maçonneries dont le rôle est de liaisonner les blocs entre eux en assurant la résistance du mur sera adhérent et résistant. L'adhérence sera obtenue par l'utilisation de mortier retenti ne cédant que difficilement son eau de gâchage.

Ce mortier sera constitué de :

1.1.11.2 Enduits sur murs en maçonnerie

L'ensemble des travaux sera réalisé conformément aux spécifications du cahier des charges D.T.U.26.1. Les enduits au mortier de ciment destinés à revêtir les maçonneries devront posséder les qualités suivantes : adhérence, souplesse, imperméabilité et esthétique.

1.1.12 Revêtement dur – matériaux en céramiques

Les carreaux mis en œuvre devront avoir un classement UPEC égal ou supérieur au classement UPEC demandé dans les locaux concernés. Ces matériaux seront conformes aux Normes Malgaches NM 24 et 6A tome IV du TBM. L'ensemble des carrelages et faïences sera de qualité de premier choix. Un échantillon de chaque variété, qualité et teinte doit être soumis à l'agrément de l'Ingénieur avant utilisation.

Quelle que soit la nature du support et avant toute exécution, l'Entrepreneur réceptionnera les aires de pose de ses revêtements et signalera au Maître d'œuvre les défauts susceptibles de nuire à la bonne qualité de ses travaux (irrégularités, sols sales ou impropres d'aspect, gravois, etc...). De même, conformément aux DTU, les murs réalisés avec les tolérances d'usage de planéité, d'alignement et d'aplomb devront être propres sans taches nuisibles de graisse, d'huile, peinture, etc.... avant la réalisation des revêtements muraux.

1.1.13 Menuiserie bois

Tous les bois utilisés seront conformes aux spécifications de la décision n° A-276 du GP/EM/TP donnant les spécifications sur l'utilisation des bois suivant les normes en vigueur. L'entreprise doit utiliser pour la conception des charpentes et de menuiseries des bois durs du pays et soigneusement poncés. De même, les bois de coffrages sont en pins du pays.

Les bois doivent être sains, exempts de toute trace de pourriture ou d'échauffures, de nœuds vicieux, de nœuds de pourris, de flaches, de gélivure, de piqûres, de fente, de roulure de champignons et autres attaques d'insectes. Tous les bois seront préalablement traités aux produits fongicides et insecticides, classe 4 pour les bois tendre. Ce produit devra toutefois, après séchage, permettre l'application des peintures. Il est à spécifier que les bois mis en œuvre doivent être préalablement étuvés à l'état de « bois sec à l'air », c'est-à-dire présentés un degré d'humidité variant de 13 à 17%.

1.1.14 Coffrage

Les coffrages, les échafaudages et les cintres devront être conçus pour résister, sans déformation excessive et avec le coefficient de sécurité voulu, à toutes les charges, surcharges et actions diverses qu'ils seront appelés à supporter jusqu'au décoffrage ou au décintrement, exempts de fentes ou de cassures. L'étanchéité des coffrages sera aussi parfaite que possible (emploi si nécessaire de bandes adhésives ou de matériaux compressibles).

Leurs déformations sous les actions de toute nature agissante ou susceptible d'agir sur eux, ne devront pas pouvoir causer de dommages aux ouvrages frais coulés ou en cours de prise et durcissement. Leur stabilité sera telle qu'elle ne puisse porter atteinte à la sécurité des personnes et de l'environnement.

1.1.15 Plomberie sanitaire

Les appareils sanitaires seront en céramique émaillé et devront comporter les accessoires nécessaires permettant un fonctionnement parfait de l'ensemble. Les alimentations en eau auront des sections proportionnelles aux débits nécessités par le nombre d'appareil afin que ceux-ci aient un fonctionnement parfait.

L'ensemble des équipements sanitaires (lavabos, vidoirs, WC, urinoirs, lave mains...) devront répondre à la norme NF Appareils sanitaires garantissant notamment leur aptitude à l'usage sanitaire et leurs résistances aux agents chimiques (Normes NFD 14-508), leur solidité et résistance aux charges statiques (NFD 14-503 et NFD 14-504) et la conformité de leurs côtes et dimensions (encombrement et raccordement). Cette marque commune et de fabrication de grande série permettrait des réparations ultérieures, l'interchangeabilité des pièces et leur remplacement aisé. Pour la canalisation et l'évacuation des eaux, le tuyau en PVC proviendraient de fournisseurs agréés.

1.1.16 Peinture

Les produits utilisés seront toujours de première qualité et répondent aux normes AFNOR.

Les peintures vinyliques, acryliques ou autres ainsi que leurs apprêts spéciaux devront être d'une marque agréée par le contrôle et devront porter la garantie et la marque du fabricant.

Les matériaux devront être approuvés par le maître d'œuvre, avant d'être commandés. Un nuancier de couleurs de la gamme approuvée pour choix des teintes par l'Architecte devrait également être présenté. Trois échantillons²⁰ de teintes seront demandés pour chaque nature d'ouvrage afin de confirmer les choix. Les échantillons retenus seront maintenus sur le chantier pour permettre de vérifier l'équivalence technique des produits définitivement appliqués.

²⁰ Environ 2 à 6m²

1.1.17 Vitrierie

Les verres seront de première qualité de commerce et auront une épaisseur régulière de 4mm, d'une teinte pure, sans tâche, pailles, piqûres, médailles, bouillons

1.1.18 Objet de quincaillerie – serrurerie et menuiserie métallique

Les caractéristiques et la qualité des objets de quincaillerie - serrurerie seront conformes aux Normes du TBM - Tome IV (Section 3C et 3D) complétées le cas échéant par les Normes de REEF, DTU, Avis technique du CSTB. Les serrures et verrous de toutes les portes seront du type « VACHETTE » ou équivalent. Les portes de placards de rangement bas seront équipées de serrure du type « encastrée à simple poignée ». Les portes et volets extérieurs seront équipés des bonhommes d'accroche et d'arrêt avec scellement en béton. Les portes intérieures seront équipées de butoirs vissés sur sol. En outre, on a prévu une grille de protection sur chaque fenêtre. De même, les gardes corps sont en métal léger.

1.1.19 Electricité

Toutes les fournitures pour le réseau électrique doivent être neuves et correspondre exactement aux nécessités du travail à exécuter. Leurs caractéristiques et leurs qualités seront conformes aux normes TBM complétées le cas échéant par les normes CEI, REEF. Tous les appareils et équipements (interrupteurs, prises, coffret de répartition, réglette) devront être de type LEGRAND ou équivalent, et devront avoir l'agrément du contrôle avant la pose. L'entreprise devra effectuer sous sa responsabilité et à ses frais, les vérifications techniques auxquelles il est tenu pour ses propres prestations.

1.2 Technologie d'exécution des ouvrages

1.2.1 Installation de chantier

L'installation de chantier comprend :

- l'amenée de matériel,
- la clôture du chantier;
- le baraquement pour bureau et salle de réunion, toilettes, logement gardien, aire de préparation de coffrage et ferrailage, magasin de stockage,
- les travaux préparatoires comme le nettoyage, l'implantation et piquetage des ouvrages, l'assainissement provisoire du chantier, l'établissement des plans d'exécution y compris dimensionnement et note de calcul.
- les replis.

1.2.3. Travaux de terrassement

Le but est de préparer l'assise de la construction. Les travaux à effectuer comprennent les tâches suivantes.

1.2.3.1 Décapage et nettoyage du sol

C'est le nettoyage de surface, le décapage, la mise à sec, la mise à dépôt ou la décharge des déblais²¹, le nivellement, l'aplanissement ou le comble suivant le cas. Ceci est exécuté sur toute la surface à bâtir jusqu'à la limite de la propriété

1.2.3.2 Exécution des fouilles

C'est l'extraction des terres et leur chargement, leur transport quelque soit la distance et leur mise en dépôt aux lieux agréés par l'Autorité chargée de contrôle, les coffrages et blindages éventuels, y compris dressage du fond et des parois. Pour le présent cas, il sera effectué :

- des fouilles en rigole et en tranche pour la mise en œuvre des fondations et des assainissements,
- des fouilles en excavation pour celles de la fosse septique et du séparateur de graisse.

Pour l'exécution des fouilles, les côtes d'enfoncement seront définies en fonction du terrain rencontré et des diverses pentes d'évacuation. Le coulage de béton en pleine fouille sans coffrage est strictement prohibé. Ces fouilles seront exécutées de manière à assurer à tout moment la sécurité des travailleurs. Elles auront les dimensions nécessaires pour pouvoir coffrer toutes pièces de béton ou de béton armé.

²¹ Quels que soient les matériaux rencontrés

1.2.3.3 Remblais

Les terres nécessaires pour combler les vides autour des ouvrages proviendront en priorité si leurs qualités le permettent, des déblais en pleine masse issus des fouilles et du déblayage. En cas d'insuffisance, les matériaux seront complétés par des remblais agréés. Par conséquent, les travaux effectués sont :

a. Remblais sous hérissonnage

Remblais de terre sélectionnée avec reprise de terre, épandage, réglage par couches de 0,20 m compactées avec arrosage.

b. Remblai pour comblement de fouille pour fondation

Remblai comprenant autour des ouvrages en fondations, réglage et compactage par couche de 0,20m.

Quels que soit leur origine, les terres pour remblais seront compactées par couches n'excédant pas 20cm (vingt centimètres) d'épaisseur. Les remblais, le long des fouilles de fondations devront être exécutées avec le plus grand soin afin d'éviter la pénétration des eaux tant dans les murs de fondation que sous les semelles. Les travaux de maçonnerie en élévation ne pourront être entrepris qu'après que les remblais des fouilles ont été soigneusement exécutés.

En outre, les terres provenues des fouilles seront chargées et évacuées dans un lieu agréé et quelques soit la distance.

1.2.4 Clôture

1.2.4.1 Maçonnerie de brique d'épaisseur 0,22cm

Fourniture et mise en œuvre de maçonnerie de brique hourdée au mortier de ciment dosée à 300kg de CPA y compris toutes sujétions. Localisation : clôture de la propriété.

1.2.4.2 Béton dosé à 350kg

Fourniture et mise en œuvre de béton armé dosé à 350kg de CEM I, coulé entre coffrage, y compris pervibration et toutes sujétions de fournitures et de mise en œuvre. Localisation : semelle et chaînage

1.2.4.3 Armature à haute adhérence

Fourniture et mise en œuvre d'armatures en acier HA de différents diamètres, y compris coupe, façonnage, cintrage, mise en place, ligature en fils recuits et toutes sujétions. Localisation : semelle et chaînage

1.2.5 Gros œuvre

1.2.5.1 Ouvrage en infrastructure

L'infrastructure est la partie de la construction en contact avec le sol. Autrement dit, l'infrastructure concerne la fondation de l'ouvrage. Le but de construire une fondation est de

viser la stabilité de l'ensemble du bâtiment. Pour cela, voici les étapes du procédé de construction de cet ouvrage:

- mise en œuvre du béton ordinaire dosé à 200 kg de CEM I, de 5cm d'épaisseur, coulé à même le sol, y compris approche, pilonnage et toutes sujétions de mise en œuvre pour béton de propreté sous semelles de fondations, sous regard, sous fosse septique, etc..

Rôle : le béton de propreté a pour rôle de maintenir la fondation dans un état exempt de terre, de saleté, etc ;

- mise en œuvre de la maçonnerie de moellon d'épaisseur 0,40m, hourdé au mortier de ciment dosé à 350kg de CEM II, y compris toutes sujétions de mise en œuvre. Pour mur de soubassement. A remarquer que l'exécution de la maçonnerie doit être conforme aux prescriptions de DTU1 n°20 et du NFP2 13-305 ;

- mise en œuvre des semelles, des longrines et des amorces poteaux en béton armé dosé à 350 kg de CEM I, vibrés ; en aciers à Hautes adhérences de tous diamètres, compris façons, cintrages, mise en place, ligature en fil de fer recuit ; coffrages en bois de premier emploi rabot, y compris étalement, buttage et toutes sujétions de mise en œuvre ;

- l'hérissonnage, il s'agit d'un épandage de tout-venant 40/70 entre longrines du RDC réglé d'une épaisseur de 10cm puis de le régaler d'une couche de sable de carrière de 5cm d'épaisseur pour combler les interstices et enfin de le compactage par « dame sauteuse » pour touche final. L'hérissonnage sert pour couche de base sous béton de forme ;

- la mise en place du film polyane, entre l'hérisson et le béton de forme, autrement dit, avant le coulage du béton de forme, un film polyane de 150 μ d'épaisseur y sera étalé.

Rôle : le film polyane sert à protéger contre les remontées capillaires et aussi contre l'évasion éventuelle des détenus ;

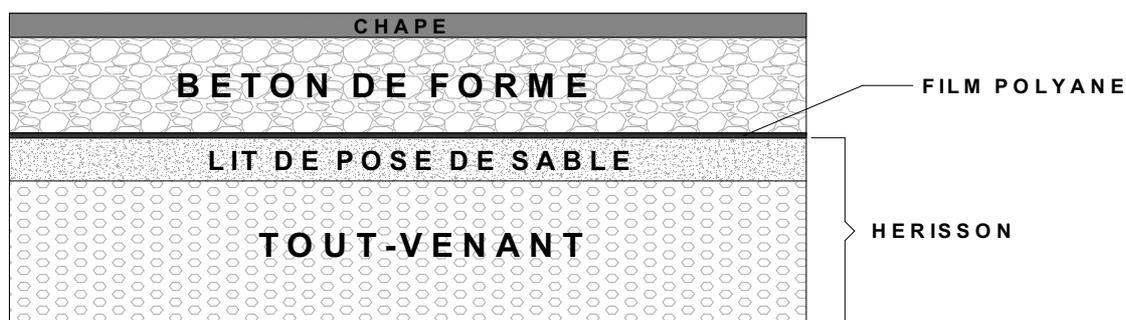
- mise en œuvre du béton de forme de la dalle pour la forme du sol. Ce béton est dosé à 250kg de CEM I, coulé à même le sol, de 8cm d'épaisseur, y compris

approche, pilonnage, dressage de la surface horizontale et toutes sujétions de mise en œuvre.

Rôle : la dalle répartit les charges et surcharge d'exploitation au sol.

La figure suivante montre la structure de la dalle.

Figure 21 : Coupe transversale de la dalle



1.2.5.2 Ouvrage en superstructure

La superstructure concerne tous les éléments situés au dessus du sol (terrain naturel). Toutes les superstructures d'un bâtiment nécessitent des études importantes préalablement faites par le Bureau d'Etude avant d'entamer la mise en œuvre. Principalement, les éléments de la superstructure sont les poteaux, les poutres, les murs du remplissage, les planchers et la toiture.

a. Prescriptions concernant les ouvrages en béton armé

a1. Ferrailage

Le ferrailage est un ensemble des armatures métalliques d'un ouvrage en Béton armé.

Autrement dit, le béton est consolidé avec du métal pour être plus résistant. Il y a lieu de suivre les étapes suivantes :

- le *façonnage* : Pour la mise en œuvre, le ferrailleur procède comme ce qui est indiqué dans le plan de ferrailage et manuellement. L'ancrage et la coupe des aciers sont effectués sur la table de ferrailage. Les barres seront coupées à la longueur voulue à la cisaille ;
- l'*assemblage et pose des armatures* : i. mettre les armatures longitudinales en les reliant avec les attentes, ii. placer les cadres, les étriers et/ou les épingles en respectant les espacements exigés, iii. poser la calle à béton (sur les armatures longitudinales et sur les cadres, en générale). Les armatures sont assemblées avec des fils recuits et une tenaille à ferrailer.

Remarque :

La dalle béton est un moyen de garder l'enrobage. Sur chantier, leurs épaisseurs sont de:

- 5cm : pour les ouvrages en infrastructure,
- 2,5cm : pour les ouvrages en superstructure.

Les cadres, les étriers et les épingles devront embrasser de façon ferme les barres auxquelles ils sont destinés. Ainsi, toute armature déformée par manipulation devra être remplacée et non dressée. En outre, il sera interdit d'employer des armatures de nuances différentes dans un même élément. Le soudage des barres est strictement interdit.

a2. Coffrage

Le coffrage est confectionné par les charpentier-coffreurs. Son mode d'exécution est le suivant :

- ajuster les cales béton,
- placer les banches dans chaque côté des ferrailages à coffrer et les buter enfin avec les tiges filetées (artéon),
- vérifier l'alignement horizontal et vertical c'est à dire la mise en aplomb du coffrage par des fils à plombs et des niveaux,
- veiller au entre axe et les enrobages.

Le principe d'exécution est à peu près le même pour le coffrage des ouvrages sauf pour ceux de la dalle et du linteau qui ont besoin d'un étau²² pour appui pendant 28jours.

Remarque :

En outre, pour favoriser la qualité du béton²³ autrement dit, pour avoir un brut de décoffrage glacé, les planches utilisées devront être rabotées et badigeonnées avec de l'huile de coffrage, à moins qu'on utilise des coffrages en bois habillés de contre plaqué.

Les coffrages doivent présenter une rigidité suffisante pour résister, sans tassement ni déformation durant les opérations de mise en place, de vibration du béton lors du coulage et de durcissement du béton. De même, ils devront être étanches pour éviter les fuites de laitance aux joints et respecter les contre flèches définies par le projet en vue d'assurer la forme correcte définitive des ouvrages.

²² En bois rond ou métallique

²³ Pour les parements vus

a3. Bétonnage

a3.1 *Dosage*

A défaut d'études plus précises, les bétons susceptibles d'être mis en œuvre auront la composition suivante :

Tableau 44 : *Composition du béton*

DESIGNATION DES OUVRAGES	CIMENT	GRAVILLON (15/25)	SABLE
Béton de propreté	200 kg	0,930 m^3	0,465 m^3
Béton de forme	250 kg	0,870 m^3	0,435 m^3
Béton armé	350 kg	0,840 m^3	0,420 m^3

Les règles de calcul de béton armé sont celles fixées par le B.A.E.L 91 et ses modificatifs.

a3.2. *Fabrication*

Le béton utilisé est produit sur place par une bétonnière. Avant toute utilisation, on rince la bétonnière avec de l'eau et des gravillons. On la laisse tourner pendant quelques minutes, et on y verse dans l'ordre :

- les gravillons;
- le sable ;
- le ciment ;
- l'eau de gâchage.

Les bétons seront malaxés à la bétonnière durant un temps qui ne sera pas inférieur à deux et demi (2,5) minutes et supérieur à cinq (5) minutes. La bétonnière sera manœuvrée par une personne initiée.

Pour le cas des bétons gâchés à la main, l'opération se fait sur une plate-forme bétonnée de sorte que les matériaux constituant le béton ne soient jamais en contact avec le sol. L'eau de gâchage sera débitée et jaugée de manière continue et régulière au moyen de réservoir à écoulement automatique ou d'un appareil doseur spécial. Le dosage en eau doit être respecté pour éviter la traction interne du béton qui risque sa fissuration (fluage et retrait) et la compression des aciers

a3.3 *Transport*

Pour le béton fabriqué sur chantier, le transport se fait à la brouette et /ou avec des seaux

a4. Coulage et vibration du béton

Les étapes à suivre pour leur mise en œuvre sont :

a4.1 Réglage du coffrage

Avant l'exécution du coulage du béton, la paroi intérieure du coffrage doit être nettoyé et arrosé pour qu'elle soit parfaitement étanche. De même, il est nécessaire de frapper légèrement les côtés extérieurs du coffrage avec un marteau afin d'avoir une cohésion favorable pour le béton et empêcher la formation des vides.

a4.2 Coulage du béton

Il est à éviter autant que possible, lors du coulage du béton dans le coffrage, de verser le béton en masse trop importante formant un cône ou de le laisser tomber d'une hauteur trop grande pour éviter les ségrégations qui risquent de se produire.

a4.3 Vibration

Le béton coulé est soigneusement serré avec un pervibrateur connu sous le nom « aiguille vibrante ». Cette vibration est très indispensable puisqu'il diminue l'indice de vide du béton et assure l'étanchéité « eau-ciment-gravillon-sable ». Par conséquent, il y a augmentation de la résistance du béton. Cette action devra être exécutée par un personnel initié et spécialisé.

Remarque :

Les bétons devront être employés et mis en œuvre dans les vingt (20) minutes qui suivent leur fabrication et dans un rayon d'action inférieur à cinquante (50) mètre en cas de transport manuel ou à la brouette.

Les interruptions des travaux pendant le bétonnage seront réduites le plus possible. Le coulage de la poutre et de la dalle se fait simultanément et ne devra jamais interrompu pour éviter une reprise de bétonnage favorisant la fissuration du béton. Les bétons coulés seront protégés du soleil par des moyens appropriés et pour régulariser la prise ils seront bien arrosés.

a5. Décoffrage

Les coffrages devront être enlevés de manière à ne pas affecter la sécurité de l'ouvrage et à ne pas endommager le béton. Dans tous les cas, aucun décoffrage ne pourra avoir lieu sans l'autorisation préalable du Bureau d'étude.

Remarque :

Les coffrages des colonnes, côtés des poutres, dalles, poutrelles et de toutes autres parties ne portant pas le poids du béton, devront être enlevé aussitôt que possible pour procéder sans délai à la cure et à la réparation des imperfections superficielles. En revanche, ceux qui supportent le poids du béton ne pourront être enlevés avant que le béton ait atteint une résistance suffisante soit vingt et huit (28) jours au moins.

b. Travaux en superstructure

Les travaux se résument dans trois types de mise en œuvre, à savoir :

- la mise en œuvre des poteaux, des poutres, des linteaux, des escaliers, des auvents, des balcons, etc.... Tous les ouvrages en béton armé sont dosés à 350 kg de CEM I, y compris la vibration. Les aciers sont à Haute Adhérence (HA), de tout diamètre, compris façonnage, cintrage, mise en place, ligature en fil de fer recuit. Les coffrages sont en bois de premier emploi raboté, y compris étalement, buttage et toutes sujétions de mise en œuvre ;
- la mise en œuvre de la dalle pleine d'épaisseur 0,12m en béton armé pour les planchers des locaux sanitaire, cuisine, et escalier,
- la mise en œuvre du plancher sur solive en bois d'épaisseur 0,19cm pour ceux des chambres et des séjours.

1.2.5.3 Mortier de montage

Les caractéristiques des mortiers sont différentes suivant leur destination. Le mortier de montage des maçonneries a pour rôle de liasonner les matériaux entre elles en assurant la résistance du mur. Pour sa fabrication, le mortier est délayé avec un malaxeur. Il est exceptionnellement et avec l'autorisation de l'Autorité Chargé de Contrôle que le mélange peut s'opérer à sec sur une aire plane et de niveau, en tôles planes ou en béton, jusqu'à une parfaite homogénéité. L'eau est ajoutée progressivement. Le malaxage continue jusqu'à ce que le mortier soit parfaitement homogène et bien liant. Le mortier doit être gâché assez ferme pour que, à la main, il forme une boule légèrement humide, mais ne coulant pas entre les doigts.

Remarque :

Le mortier doit être employé aussitôt après sa confection. Tout mortier qui serait desséché ou aurait commencé à faire prise est rejeté et ne doit jamais être mélangé avec du mortier frais. Le rabattage est interdit.

En matière de dosage, les mortiers susceptibles d'être mise en œuvre auront la composition suivante.

Tableau 45 : *Dosage du mortier*

DESIGNATION DES OUVRAGES	CIMENT [kg]	EAU DOUCE [m^3]	SABLE DE RIVIERE [m^3]
- Maçonnerie de moellons	300	0,20	1,00
- Maçonnerie de brique	300	0,20	1,00
- Scellement	400	0,20	1,00

1.2.5.4 Maçonnerie

L'exécution de la maçonnerie doit être conforme aux prescriptions du DTU n°20 et du NFP 13-305.

a. Maçonnerie de brique artisanale d'épaisseur 0,20m et 0,10m

Les maçonneries sont en briques pleines de 10x10x20 cm, hourdées au mortier de ciment dosé à 300kg de CEM II, y compris toutes sujétions. Les briques seront bien cuites pour être durables, résistances à l'écrasement, et d'un degré de porosité relativement faible. Elles seront humidifiées avant leur mise en œuvre. Lors de la période de pluie, à la fin de chaque journée de travail, la partie supérieure des maçonneries est couverte sur une hauteur d'au moins 60cm comptée à partir du sommet. Par contre, pendant la période sèche, les maçonneries fraîches sont arrosées fréquemment mais légèrement pour qu'elles ne dessèchent pas. Ce type de maçonnerie est principalement localisé sur les murs de façade et de séparation, ainsi que la clôture de la propriété.

b. Maçonnerie de moellon d'épaisseur 0,40m

Fourniture et mise en œuvre de maçonnerie de moellon hourdée au mortier de ciment dosé à 300kg de CEM II, y compris toutes sujétions. Ce type de maçonnerie se localise sur les murs de soubassement.

c. Maçonnerie de brique de verre d'épaisseur 0,22m

Fourniture et mise en œuvre de maçonnerie de verre hourdée au mortier de ciment dosé à 300kg de CEM II, y compris toutes sujétions. Ce type de maçonnerie se localise principalement dans la cage d'escalier (pour éclairage).

1.2.6 Second œuvre

1.2.6.1 Enduit ravalement, chape et revêtement

Il a pour rôle de :

- protéger et isoler contre l'humidité et ses mécanismes de pénétration d'eau, également contre la conjugaison vent et humidité,
- protéger la maçonnerie, les matériaux de hourdage,
- étanchéité (réservoir, fosse,...),
- habiller le bâtiment dans le but décoratif,

a. Confection des enduits

L'ensemble des travaux sera réalisé conformément aux spécifications de cahier des charges D.T.U. 26.1. Le mortier pour enduit est dosé à 350kg CEM I, dressé sur repères et finement taloché, exécuté en deux couches de 0,015m à 0,020m d'épaisseur.

Le mortier gâché est projeté avec force à la truelle, refoulé à la taloche et dressé régulièrement. Avant que la première couche ne soit complètement sèche, elle est recouverte par la suivante qui est aussi talochée et lissée. Ainsi, il faut mouiller la surface existant pour favoriser l'accrochage des couches. Après l'achèvement, l'enduit doit être homogène d'aspect régulier sans gerçures ni soufflures. Ce type de mortier est localisé sur toutes les deux faces des maçonneries intérieures et extérieures, les bétons de faces apparentes.

Remarque :

- Réaliser des joints horizontaux ou verticaux afin d'obtenir des panneaux,
- Eviter la pluie battante ainsi que le soleil et le vent,
- Eviter de séchage trop rapide de l'enduit en pratiquant des pulvérisations d'eau de surface,
- Les supports qui devront être âgés d'au minimum un mois devront permettre un bon accrochage de l'enduit et seront pour cela nettoyés, brossés et éventuellement repiqués. Avant application de la première couche d'enduit ils seront humidifiés à refus et "ressuyés" en surface,
- Apporter un soin particulier à la réalisation des arêtes et des tableaux de baie ;
- Les enduits au mortier de ciment destinés à revêtir les maçonneries devront posséder les qualités suivantes : adhérence, souplesse, imperméabilité et esthétique,

b. Chape de support carrelage

Elle est effectuée au mortier de ciment dosé à 400kg de CEM I, parfaitement dressée sur repères, de 0,03 m d'épaisseur, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

Remarque :

La chape pourra être lisse, demi lisse ou bouchardée suivant les revêtements auxquelles elles sont destinées. Par conséquent, il faut éviter les gerçures.

Tableau 46 : Récapitulation des dosages de mortier pour enduit et chape

DESIGNATION DES OUVRAGES	CIMENT CPA (ou CEM I) [kg]	EAU DOUCE [m^3]	SABLE [m^3]
pour les enduits	350	0,20	1,00
pour la chape	400	0,20	1,00

c. Revêtement

La pose qui sera essentiellement collée suivra cet ordre chronologique :

- Mise en place du mortier²⁴,
- pose et battage des carreaux ou parkex, etc...
- jointoiement²⁵,
- nettoyage des carreaux, parkex,...

L'harmonie des couleurs, de forme est au choix de l'Architecte ou du Maître de l'ouvrage. Dans le cas de ce projet, les sols des locaux sanitaires, cuisine, dégagement, escalier, véranda et balcon seront revêtus en carreau de grès de cérame de 200 x 200 mm avec plinthe grès cérame de hauteur 125mm. Ceux du bureau et du séjour du rez-de-chaussée sont en parkex avec plinthe en palissandre de 100mm de hauteur. Pour séparer deux locaux ayant de revêtements différents, une baguette de seuil en métal de haute qualité sera scellée sur le seuil de la porte.

En outre, les murs des locaux sanitaires, des pourtours des éviers de la cuisine seront revêtus des faïences en grès émaillés de 200 x 200 mm, posés sur une hauteur de 150cm. Les joints est en mortier de 5 mm de large en lignes en tous sens. La mise en œuvre est de même que le revêtement du sol.

1.2.6.2 Assainissement

Les réseaux d'assainissement à réaliser sont toutes les canalisations d'évacuation et autres ouvrages quels qu'ils soient nécessaire pour assurer l'évacuation des eaux pluviales (EP), des eaux usées et des eaux vannes (EU et EV).

a. Canalisations

- Canalisation en PVC pour eaux usées à la sortie des appareils jusqu'au premier regard de visite, de même à la sortie des séparateurs de graisse jusqu'au regard. De même, pour les eaux vannes à la sortie des sièges W.C jusqu'à la

²⁴ Mortier sous préparé à l'avance

²⁵ Joint en mortier de ciment de largeur 5mm en lignes en tous sens

fosse septique. Autrement dit, canalisations d'évacuation des Eaux Usées et des Eaux Vannes, en aval du premier regard ou fosse septique jusqu'au puisard.

Confection : Les canalisations enterrées seront posée en tranchée sur lit de sable de 0,10 m d'épaisseur, y compris façonnage de berceau, dressement des pentes, calages, joints au mortier dosé à 350 kg de CEM I, toutes sujétions de coupe et raccordement aux regards.

Remarque :

Le sable devra exempt d'impureté, d'éléments coquilliers et notamment d'argile. Les canalisations ne devront présenter ni fissures, ni écorchures.

- Canalisation en buses de ciment comprimé pour l'évacuation des EP, en aval du premier regard jusqu'au puisard.

Confection : Les canalisations enterrées seront en ciment comprimé, non armé, vibré à emboîtement demi- épaisseur, de différents diamètres, posée en tranchée sur lit de sable de 0,10 m d'épaisseur, y compris façonnage de berceau, dressement des pentes, calages, joints au mortier dosé à 350 kg de ciment, toutes sujétions de coupe et raccordement aux regards.

Remarque :

Le sable devra être exempt d'impureté, d'éléments coquilliers et notamment d'argile. L'étanchéité sera réalisée en mortier de béton formant collier aux emboîtements. Les canalisations ne devront présenter ni fissures, ni écorchures, ni emboîtements irréguliers.

b. Fosses septiques

C'est une fosse de relevage à réaliser en place comprenant :

- une fouille en terrain de toute nature, compris sortie et enlèvement de terres,
- un radier en béton dosé à 250kg de CEM I de 0,12m d'épaisseur,
- une paroi verticale en béton armé d'épaisseur 0,15m, dosé à 350 kg de CEM I,
- une dalle de couverture en béton armé de 0,07m d'épaisseur posée en feuillure, avec anneau de levage de 0,10 m de diamètre scellé au coulage,
- une chape au fond et enduit sur les parois verticales au mortier de ciment additionné de produit hydrofuge, avec gorge dans tous les angles.

Type F 8 : pour 10-12 personnes,

Localisation: Traitement des EV.

c. Regard de visite en béton armé

Regard de visite en béton armé d'épaisseur 0,12m, dosé à 350 kg de CEM I, reposant sur un radier en béton dosé à 250 kg de CEM I de 0,10m d'épaisseur, les parois verticales et le fond enduit au mortier de CEM I dosé à 450 kg avec gorges aux angles ; dalle de couverture en B.A.²⁶ de 0,05m d'épaisseur posée en feuillure, avec anneau de levage de 0,06 m de diamètre scellé au coulage. Les enduits des regards du réseau seront hydrofugés, leurs fonds seront ancrés de façon à éviter la stagnation des eaux.

Localisation: les regards d'assainissement conformément aux prévisions des plans :

- « R.E.V » pour EV
- « R.E.U » pour EU et EM²⁷
- « R.E.P » pour EP

d. Séparateur de graisse

Séparateur de graisse de capacité 200L environ, en béton armé d'épaisseur 0,12m, dosé à 350 kg de CEM I, reposant sur un radier en béton dosé à 250 kg de CEM I de 0,10m d'épaisseur, les parois verticales et le fond enduit au mortier de CEM I dosé à 450 kg avec gorges aux angles ; dalle de couverture en B.A. de 0,05m d'épaisseur posée en feuillure, avec anneau de levage de 0,06 m de diamètre scellé au coulage. *Localisation:* Traitement des eaux de ménages.

e. Puisard absorbant

Puisard absorbant de Profondeur 5.00m et de diamètre 1.50 comprenant : mise en place des pierres sèches de grosseur décroissant sur toute la hauteur, protection des périphéries en maçonnerie de parpaing banché, fourniture et pose de buse de ciment comprimé, couronnement en BA, nappe de couverture type Géotextile non armée y compris toutes sujétions. *Localisation:* Assainissement du bâtiment suivant plan.

1.2.6.3 Toiture

La toiture est l'ensemble constitué par la charpente et la couverture :

²⁶ Béton Armé

²⁷ Eau de ménage

- la couverture est l'élément de protection dans sa partie supérieure. Elle a pour but d'assurer la mise en hors d'eau du bâtiment c'est-à-dire la protection du bâtiment à l'abri des intempéries ;
- la charpente est l'ensemble des éléments porteur de couverture, elle a pour rôle de porter les matériels de couverture et de résister aux actions du vent.

Les étapes de la mise en œuvre sont :

- la mise en place de charpente en bois assemblé, assemblages par tous moyens, compris tous accessoires d'assemblage nécessaires pour fermes de combles, poutres composées, et autres ouvrages y compris toute sujétion,
- la mise en place de charpente en bois non assemblé, fixation des attaches pannes et toutes sujétions de mise en œuvre,
- la mise en place de la planche de rive en bois de 0,20m de hauteur posée par scellement ou autre mode de fixation en fonction de la nature de la paroi support, y compris toutes sujétions,
- La pose de la couverture, d'abord, la pose de la tôle faitière en TPG 50/100è y compris les accessoires de fixation par des pointes à tôles sur tampons près scellés dans le béton ; ensuite, la couverture en tôle Galvabac prélaquée 50/100è, fixée sur pannes en bois 17x7 y compris les accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre et de fourniture ; enfin la fixation de la couverture par des pointes à tôle.

1.2.6.4 Plafonnage

Premièrement, on place une planche sur les extrémités de la partie à plafonner pour vérifier l'alignement et la planéité de cette dernière. Deuxièmement, on recouvre toute la surface à plafonner par des voliges en pins en les fixant par des pointes pour éviter tout mouvement. Troisièmement, pour avoir une bonne esthétique, on place une pièce de bois pour entourer tous le périmètre, c'est qu'on appelle gorge.

1.2.6.5 Menuiserie bois

Les menuiseries à poser ne pourront en aucun cas présenter des épaisseurs inférieures à celles indiquées par les normes NF 53 001 à 53 014 et REEF.58 et TBM. Les bois seront travaillés avec le plus grand soin. Les profils et assemblages seront exécutés parfaitement. Les parements bruts seront affleurés, les parements corroyés seront parfaitement dressés de façon à ne

présenter aucune trace de flaches. Il ne pourra être employé de mastic ni autre pâte pour cacher les imperfections des bois. Le ponçage sera parfaitement effectué.

Remarque :

Pour chaque type de menuiserie bois et équipement, le bureau d'étude doit procéder à trois types de réception :

- la réception des bois bruts,
- la réception des bois travaillés avant mise en œuvre,
- la réception des menuiseries avant pose

Toutes les menuiseries seront livrées sur le chantier sans couche d'impression. Après réception, il sera donné l'ordre d'exécuter immédiatement ces couches d'impression. Tout l'ensemble ou l'élément jugé défectueux lors de cette réception devra être remplacé.

1.2.6.6 Menuiserie métallique

Pour les portails de la clôture, on a mis un ensemble portail métallique à 2 vantaux, pour l'entrée de voiture et un ensemble portail métallique à un vantail.

Les ferronneries pour les grilles de protection et les gardes corps devront recevoir une couche de peinture antirouille avant la pose.

1.2.6.7 Plomberie – sanitaire

a. Evacuations

Il s'agit de :

- la descente des eaux pluviales pour évacuation des eaux pluviales (EP) de la toiture.

Confection : Les tuyaux de descente en PVC de 100mm de diamètre seront, d'abord, assemblés par colle spéciale. Ensuite, ils seront posés en élévation par colliers à deux boulons en fer galvanisé scellé au ciment, à contrepartie boulonnée, y compris accessoires de raccords et toutes sujétions de mise en œuvre.

- descente pour les évacuations des eaux usées(EU) et des eaux vannes(EV) venant des appareils.

De même que précédemment.

b. Adduction et distribution d'eau

- Distribution d'eau froide (EF), Les canalisations seront en tuyaux PP-R²⁸ de différents diamètres (16 à 32 mm) compris toutes accessoires de raccords telles que les coudes, les tés, les tés réduits, les éléments de réduction, les bouchons, les manchons, les raccords à brides et les raccords de transition à filet intérieur ou extérieur ou à écrou libre pour le raccordement des appareils.

Localisation : Alimentation et distribution en eau froide à partir de la vanne de sectionnement jusqu'à tous les appareils destinés à être alimentés en eau froide

- Production et distribution de l'eau chaude (EC) La mise en œuvre de pose de chauffe-eau comprend : i. la fixation murale, ii. le raccordement électrique sur une prise à proximité prévue au lot d'électricité, iii. le raccordement hydraulique avec robinet d'arrêt, groupe de sécurité et siphon à voyant, iv.. l'évacuation de la vidange vers les eaux usées.

Alimentation : La canalisation et distribution d'eau chaude se fait par tuyau en Cuivre recuit de diamètre (14 à 20mm) compris toutes accessoires de raccords à savoir : les coudes, les tés, les tés réduits, les éléments de réduction, les raccords à brides, et les raccords de transition à filet intérieur ou extérieur ou à écrou libre pour le raccordement des appareils.

Localisation : Depuis les ballons de production d'eau chaude jusqu'à tous les appareils destinés en eau chaude. Il faut prévoir les canalisations en suivant les mêmes prescriptions que pour l'eau froide.

b1. Chauffe-eau de 100 litres

Fourniture et pose de chauffe eau de capacité 100 Litres, de gamme Lemercier ou similaire, y compris toutes accessoires de fixation, et toutes sujétions. Elle est destinée à alimenter le rez-de-chaussée

b2. Chauffe-eau de 150 litres

Fourniture et pose de chauffe eau de capacité 150 Litres, de gamme Lemercier ou similaire, y compris toutes accessoires de fixation, et toutes sujétions. Elle est destinée à alimenter le premier et le deuxième étage.

²⁸ Polypropylène Random

1.2.6.8 Quincaillerie – serrurerie

Toutes les quincailleries seront mise en place avec le plus grand soin. Les entailles nécessaires auront la profondeur voulue pour ne pas altérer la farce des bois. Pour la fixation des quincailleries, il sera interdit l'emploi des clous. Dans tous les cas, le titulaire doit se référer au descriptif des travaux pour les quincailleries et serrureries à mettre en œuvre.

1.2.6.9 Peinture

Avant l'application des peintures, les travaux à faire sont :

- la préparation des supports, Les supports de maçonnerie, verticaux et horizontaux, seront préalablement égrenés et lessivés. Ils ne devront pas présenter de pulvérulence superficielle ni gerçure ni trou ni craquelure. Pour les menuiseries bois, il sera procédé à un ponçage ou à un rebouchage des trous. Le ponçage sera de façon à ne laisser aucun grain sur les enduits et aucune échaude ou trace d'outils sur le bois.
Localisation : supports intérieurs et extérieurs à peindre ;
- le badigeonnage, toutes les surfaces enduites intérieures du bâtiment²⁹ seront badigeonnées à la chaux grasse alunée à 2 couches avant la peinture définitive, y compris toutes sujétions.

Remarque :

Avant l'application d'une nouvelle couche, toute révision sera faite, les gouttes et couleurs grattées, toutes irrégularités effacées. Une couche ne devra être appliquée qu'après séchage complet de la précédente.

Les peintures ne seront appliquées sur les mastics de vitrerie qu'après séchage suffisant de ceux-ci. L'application des peintures ne devra lieu à aucune surépaisseur anormale dans les feuillures.

Ne jamais appliquer les peintures en atmosphère susceptible de donner lieu à des condensations, ni sur des subjectiles surchauffés, ni non plus de façon générale dans des conditions activant anormalement le séchage. La température ambiante devra être inférieure ou égale à 35°C et l'hygrométrie inférieure à 80% H.R.

Il appartient à l'entreprise de remettre en place tout élément qu'elle aura démonté pour la commodité de ses travaux. L'entreprise devra s'assurer, après peinture, du bon fonctionnement de toutes parties mobiles.

²⁹ Sauf celles revêtues en carreaux de faïence

CHAPITRE II : EVALUATION DU COUT DU PROJET

2.1 Devis descriptif

Le devis descriptif est un document établi par le Maître d'Œuvre décrivant et localisant les ouvrages pour chaque élément de la construction. Il précise la nature et la qualité des matériaux à utiliser

Les plans du projet indiquent les dimensions et les dispositions d'ensemble sans préciser la nature et la qualité des matériaux à employer.

Le descriptif comble cette lacune par des notes écrites ; un ordre chronologique est à respecter, il suffit de penser à la progression de la construction dans le temps et établir les chapitre par corps d'état.

Chaque chapitre doit être, dans sa description, concis, précis, et ne laisser aucune partie essentielle dans le vague.

L'ensemble de ces descriptions sert de base à l'exécution et aux réceptions des travaux ; si une modification intervient au cours de la réalisation, elle doit être notifiée par écrit et contresignée.

Pour une construction individuelle comme la notre, il est possible de laisser quelques points de finition en attente afin de permettre au propriétaire de choisir les qualités ou teintes de certains matériaux. Les désaccords, lors du règlement, sont évités si l'entreprise fait état d'une variation de prix possible en fonction du choix.

Tableau 47 : devis descriptif

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
1- INSTALLATION DE CHANTIER			
1-01	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER		Fft
	-Amenée des matériels et personnels sur le site -Baraquement et accessoires (logement gardien, magasin de stockage, bureau de chantier,...) -Clôture de chantier en matériaux locaux légers -Branchement provisoire -Repli de chantier	Installation et repli de chantier	
2- TERRASSEMENT			
2-01	DECAPAGE ET NETTOYAGE DU SOL		m2
	Décapage et nettoyage du sol y compris enlèvement des monticules, déchets et autres ordures, décapage des arbres existants et mise en dépôt dans un lieu agréé quelle que soit la distance et toutes sujétions.	Toute la surface à bâtir jusqu'à la limite de la propriété	
2-02	FOUILLE RIGOLE OU EN TRANCHEE		m3
	Fouille en rigole ou en tranchée avec jet de pelles sur berge, y compris dressement des parois et des fonds.	Les semelles de fondation et l'assainissement	
2-03	FOUILLE EN EXCAVATION		m3
	Fouille en excavation avec jet de pelle sur berge, y compris dressement et blindages des parois, mise à niveau des fonds.	Fondation et assainissement	
2-04	REMBLAI		m3
	Remblai de terre ou gravois avec reprise de terre, y compris transport de terre jusqu'au pied d'œuvre, épandage et compactage par couche de 0,20 m maximum, arrosage, réglage et toutes sujétions.	Remblai après mise en œuvre de fondations, canalisations d'assainissement, rehaussement du niveau sur la façade principale, comblement des fouilles pour l'ouvrage de soutènement.	
2-05	EVACUATION DES TERRES EXCEDENTAIRES		m3
	Evacuation des terres excédentaires vers un lieu agréé quelle que soit la distance et toutes sujétions.	Terre excédentaire après mise en œuvre de la fondation, des ouvrages d'assainissement.	
3- CLOTURE			
3-01	MACONNERIE DE BRIQUE		m3
	Fourniture et mise en œuvre de maçonnerie de brique hourdée au mortier de ciment dosée à 300kg de CEM II, y compris toutes sujétions.	Maçonnerie pour la clôture de la propriété	
3-02	BETON DOSE A 350kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre de béton armé dosé à 350kg de CEM I 42,5, coulé entre coffrage, y compris pervibration et toutes sujétions de fournitures et de mise en œuvre.	Semelle et chaînage	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
3-03	ARMATURE DE BETON		m3
	Fourniture et mise en œuvre d'armatures en acier HA de différents diamètres, y compris coupe, façonnage, cintrage, mise en place, ligature en fils recuits et toutes sujétions.	Semelle et chaînage	
3-04	ENSEMBLE PORTAIL METALLIQUE A DEUX VENTAUX 300*210CM		U
	Fourniture et mise en œuvre, y compris toutes sujétions.	grande portail pour voiture	
3-05	ENSEMBLE PORTAIL METALLIQUE 100*210CM		U
	Fourniture et mise en œuvre, y compris toutes sujétions.	Porte d'entrée dans la propriété	
4- INFRASTRUCTURE			
4-01	BETON ORDINAIRE DOSE A 200kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre du béton ordinaire dosé à 200 Kg de CEM I 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Béton de propreté, 5 cm d'épaisseur, sous semelles de fondations, sous regard, sous radier, sous fosse septique	
4-02	MACONNERIE DE MOELLON : épaisseur 0,40m		m3
	Fourniture et mise en œuvre de maçonnerie de moellon hourdées au mortier dosé à 300kg de CEM II, y compris toutes sujétions.	Mur de soubassement (maçonnerie en fondation)	
4-03	BETON ARME DOSE A 350kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre du béton armé dosé à 350 kg de CEM I 42,5 coulé entre coffrage, y compris pervibration et toutes sujétions	Semelles, longrines, amorce poteaux	
4-04	COFFRAGE EN BOIS		m2
	Fourniture et mise en œuvre de coffrage horizontal et vertical en bois ordinaire, y compris étalement, buttage et toutes sujétions.	semelles, longrines, amorce poteaux	
4-05	ARMATURE DE BETON		kg
	Fourniture et mise en œuvre d'armature à haute adhérence, de tout diamètre, y compris coupe, façonnage, montage pour ligature en fil de fer recuit et toutes sujétions.	Semelles, longrines, amorces poteaux	
4-06	HERISSONNAGE EN TOUT-VENANT 40/70: épaisseur 0,15m		m2
	Fourniture et mise en œuvre hérissonnage de 10cm d'épaisseur en tout venant 40/70, surmonté d'une couche de sable de 5cm d'épaisseur, y compris compactage par dame sauteuse, réglage et toutes sujétions.	couche de base sous béton de forme	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
4-07	FILM POLYANE : épaisseur 150µ		m2
	Fourniture et pose de film polyane de 150µ d'épaisseur, y compris toutes sujétions.	entre hérisson et béton	
4-08	BETON DE FORME DOSE A 250kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre de béton de forme dosé à 250kg de CEM I de 8cm d'épaisseur, coulé à même le sol, y compris pilonnage, dressage de la surface horizontale et toutes sujétions.	forme du sol	
5- OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE			
5-01	BETON ARME DOSE A 350kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre de béton armé dosé à 350kg de CEM I 42,5, coulé entre coffrage, y compris pervibration et toutes sujétions de fournitures et de mise en œuvre.	Poteaux, poutres, linteaux, chéneau, escalier, auvent,...	
5-02	ARMATURE DE BETON		kg
	Fourniture et mise en œuvre d'armatures en acier HA de différents diamètres, y compris coupe, façonnage, cintrage, mise en place, ligature en fils recuits et toutes sujétions.	Les ouvrages concernés par l'article 5.1	
5-03	COFFRAGE EN BOIS		m2
	Fourniture et mise en œuvre de coffrage horizontal et vertical en bois ordinaire, y compris étalement, buttage et toutes sujétions de fourniture et de mise en œuvre.	Les ouvrages concernés par l'article 5.1	
5-04	PLANCHER EN DALLE PLEINE : épaisseur 12cm		m3
	Fourniture et mise en œuvre de plancher en Béton de gravillon dosé à 350kg de CEM I 42,5 pour béton armé, y compris armatures, coffrages, vibrage du béton et toutes sujétions de mise en œuvre	Plancher des sanitaires, cuisines, dégagements et escaliers	
5-05	PLANCHER SUR SOLIVE EN BOIS		
	Fourniture et pose de solive en bois d'épaisseur, y compris toute sujétion.	plancher des chambres, séjours et bureau du 1er et 2èm étage	m2
5-06	MACONNERIE DE BRIQUE: épaisseur 0,22cm		m2
	fourniture et maçonnerie de briques artisanales de dimensions courantes, répondant aux normes. Montage au mortier au dosage de 300 à 350kg de CEM II	Mur intérieurs et extérieurs	
5-07	MACONNERIE DE BRIQUE: épaisseur 0,11cm		m2
	fourniture et maçonnerie de briques artisanales de dimensions courantes, répondant aux normes. Montage au mortier au dosage de 300 à 350kg de CEM II	Mur de cloison	
5-08	BRIQUES DE VERRES: épaisseur 0,22cm		m2
	Fourniture et pose de briques de verres (20x20), y compris toutes sujétions.	Pour éclairage des cages d'escalier	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
6- ENDUITS ET CHAPES			
6-01	ENDUIT AU MORTIER DE CIMENT		m2
	Fourniture et mise en œuvre d'enduit au mortier dosé à 350kg de CEM I, dressé sur repères et finement taloché, exécuté en 2 couches de 10 à 15 mm d'épaisseur, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Les 2 faces de maçonneries intérieures et extérieures, les bétons de faces apparentes.	
6-02	CHAPE DOSEE A 400kg		m2
	Fourniture et mise en œuvre de chape de support carrelage au mortier de ciment dosé à 400kg de CEM I, dressée sur repères, de 0,03 m d'épaisseur, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Toutes les surfaces à revêtir	
7- CARRELAGE ET REVETEMENT			
7-01	CARRELAGE DE SOL EN GRES CERAME 20X20		m2
	Fourniture et pose de revêtement en carreaux au grès cérame 20x20, y compris garnissage des joints par coulis de ciment, nettoyage toutes sujétions.	les dégagements, les toilettes, les cuisines, les escaliers, la véranda et les balcons	
7-02	PLINTHE EN GRES CERAME		ml
	Fourniture et pose de plinthe grès cérame de hauteur 125mm, exécuté sur crépis dressés à l'avance, droite avec chanfrein posé au mortier, y compris toutes sujétions.	Les pourtours des locaux dont les revêtements est en grés de cérame	
7-03	REVETEMENT EN PARKEK		m2
	Revêtement de sols en parkex, collé sur chape préalablement dressée et toutes sujétions.	les bureaux et le séjour du rez- de-chaussée	
7-04	PLINTHE EN BOIS DE PALISSANDRE		ml
	Plinthe en bois palissandre de 100mm de hauteur y compris toutes sujétions.	Les pourtours des pièces dont le revêtement est en Parkex	
7-05	CARREAUX DE FAIENCE MURALE		m2
	Fourniture et pose de revêtement en carreaux de faïence 20x20, y compris, garnissage de joint de ciment de 0,05cm de large en ligne en toute sens, nettoyage et toutes sujétions.	Les murs des locaux sanitaires sur une hauteur 1,50m, les pourtours des éviers de la cuisine.	
7-06	BAGUETTE DE SEUIL		ml
	Fourniture et pose de baguette de seuil métallique de haute qualité, y compris scellement, fixation et toutes sujétions.		

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
8- CHARPENTE-COUVERTURE-PLAFONNAGE			
8-01	CHARPENTE EN BOIS ASSEMBLEE		m3
	Fourniture et mise en œuvre de charpente en bois dur du pays, traité au xylophène sur les 4 faces corroyées, coupé de longueur avec façonnage, assemblages par tous moyens, compris tous accessoires d'assemblage nécessaires pour fermes de combles, poutres composées, et autres ouvrages y compris toute sujétion.	ferme	
8-02	CHARPENTE EN BOIS NON ASSEMBLEE		m3
	fourniture et mise en œuvre de charpente en bois dur du pays, traité au xylophène sur les 4 faces corroyées, non assemblée, mise en place, fixation des attaches pannes et toutes sujétions de mise en œuvre.	Panne et entretoise	
8-03	COUVERTURE EN TOLE GALVABAC 50/100è		m2
	Fourniture et pose de couverture en tôle Galvabac prélaquée 50/100è, fixée sur pannes en bois 17x7 y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre et de fourniture.	Toiture	
8-04	PLANCHE DE RIVE		ml
	Planche de rive en bois de 0,20m de hauteur posé par scellement ou autre mode de fixation en fonction de la nature de la paroi support, y compris toutes sujétions	planche de rive	
8-05	FAITIERE EN TPG		ml
	Fourniture et pose de faîtière en TPG 50/100è, y compris accessoire de fixation par clous sur tampons près scellés dans béton	Toiture	
8-06	PLAFOND EN VOLIGE EN PIN		ml
	Fourniture et pose du plafond en volige de pin, y compris toutes sujétions de mise en œuvre. et toutes sujétions.	Plafond du dernier étage	
8-07	DESCENTE D'EAU PLUVIALE EN PVC		ml
	Fourniture et pose de tuyaux de descente en PVC de diamètre 100 assemblés par colle spéciale, posés sur collier à contrepartie boulonnée tous les 2m, y compris toutes sujétions.	Evacuation d'eaux pluviales	
9- PEINTURE			
9-01	BADIGEONNAGE		m2
	Badigeonnage à la chaux grasse alunée à 2 couches avant la peinture définitive, y compris toutes sujétions.	Toutes les surfaces enduites intérieures du bâtiment sauf celles revêtues en carreaux de faïence.	
9-02	PEINTURE ACRYLIQUE POUR INTERIEUR		m2
	Peinture plastique pour intérieur, de première qualité de type Zolplan ou similaire, appliquée en 2 couches croisées, y compris travaux préparatoires et toutes sujétions.	Les surfaces enduites intérieures des bâtiments saufs locaux sanitaires.	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
9-03	PEINTURE VINYLIQUE POUR EXTERIEUR		m2
	Peinture plastique pour extérieur, appliquée en 2 couches croisées, y compris travaux de préparation et toutes sujétions.	Surfaces enduites extérieures de bâtiment.	
9-04	PEINTURE A L'HUILE		m2
	Peinture à l'huile de première qualité, appliquée en 2 couches croisées, y compris travaux préparatoires et toutes sujétions.	Les murs des locaux sanitaires sauf ceux revêtus en carreaux de faïence.	
9-05	PEINTURE A L'HUILE SATINEE		m2
	Peinture à l'huile satinée de première qualité, appliquée en 2 couches croisées sur couches d'impression, y compris travaux préparatoires et toutes sujétions.	Les menuiseries bois, les bois intérieurs de placards.	
9-06	TRAITEMENT DE BOIS AU XYLOPHENE		L
	Traitement de bois par xylophène, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Fermes, pannes, solives, entretoises	
10- MENUISERIE			
10-01	PORTE EN BOIS VITREE A DEUX VENTAUX		U
	Fourniture et pose de porte vitrée à deux vantaux, en bois dur du pays, y compris montants traverses (d'épaisseur 34 mm), chambranles, et quincaillerie dont les paumelles, les pattes à scellement et serrure marque VACHETTE. Dimension : 210x120	Les portes principales du rez-de-chaussée (entrée au séjour)	
10-02	PORTE EN BOIS VITREE A UN VENTAIL 1		U
	Fourniture et pose de porte vitrée à un vantail, en bois dur du pays, y compris montants traverses (d'épaisseur 34 mm), chambranles, et quincaillerie dont les paumelles, les pattes à scellement et serrure de marque VACHETTE. Dimension : 210x90	Les portes sortie véranda (rez-de-chaussée)	
10-03	PORTE EN BOIS VITREE A UN VENTAIL 2		U
	Fourniture et pose de porte vitrée à un vantail, en bois dur du pays, y compris montants traverses (d'épaisseur 34 mm), chambranles, et quincaillerie dont les paumelles, les pattes à scellement et serrure de marque VACHETTE, grille de protection. Dimension : 210x80	*portes des séjours et cuisines *sortie balcon (1 ^{er} et 2 ^{em} étage) *entrée secondaire (façade postérieure)	
10-04	PORTE PLEINE EN BOIS A UN VENTAIL		U
	Fourniture et pose de porte pleine à un vantail, en bois dur du pays, y compris montants traverses (d'épaisseur 34 mm), chambranles, et quincaillerie dont les paumelles, les pattes à scellement et serrure de marque VACHETTE. Dimension : 210x80	*portes des chambres et bureau *locaux sanitaires (SDE, WC, douche) *cage d'escalier	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
10-05	FENETRE EN BOIS VITREE A QUATRE VENTAUX		U
	Fourniture et pose de fenêtre en bois vitrée, y compris montants traverses (d'épaisseur 34 mm), chambranles, et quincaillerie dont les paumelles, les pattes à scellement et serrure de marque VACHETTE. Dimension : 160x120	Fenêtres du séjour (façade principale)	
10-06	FENETRE EN BOIS VITREE A TROIS VENTAUX		U
	Fourniture et pose de fenêtre en bois vitrée, y compris montants traverses (d'épaisseur 34 mm), chambranles, et quincaillerie dont les paumelles, les pattes à scellement et serrure de marque VACHETTE, grille de protection. Dimension:120x120	fenêtres des chambres (façade principale et postérieure) et bureau;	
10-07	CHASSIS VITREE EN ALU coulissante		U
	fournitures et pose de châssis vitré en aluminium, coulissante, y compris cadre, grille de protection, quincaillerie et toutes sujétions. Dimension:120x50	fenêtres des façades latérales gauche et droite, des salles d'eau et de la cuisine.	
10-08	CHASSIS VITREE EN ALU balancée		U
	fourniture et pose de châssis vitré en aluminium, coulissante, y compris cadre, grille de protection, quincaillerie et toutes sujétions. Dimension:40*50	fenêtres des WC, douches, cage d'escalier	
10-09	CHASSIS A VITRER		U
	fournitures et pose de châssis à vitrer, y compris toutes sujétions. Dimension:265x120	séparation du séjour et de la cuisine du 2èm étage	
10-10	PLACARD DE RANGEMENT 95x50x210		U
	Fabrication et pose de placard comprenant bâti dormant et porte coulissante. Toutes pièces de ferrage et manœuvre nécessaires pour assurer un fonctionnement parfait. Visserie et petites pièces nécessaires en acier cadmié ou inox et toutes sujétions	Placard de rangement pour bureau	
10-11	PLACARD DE RANGEMENT 85x45x210		U
	Fabrication et pose de placard comprenant bâti dormant et porte coulissante. Toutes pièces de ferrage et manœuvre nécessaires pour assurer un fonctionnement parfait. Visserie et petites pièces nécessaires en acier cadmié ou inox et toutes surjetions	Placard de rangement pour chambres (1er étage)	
10-12	PLACARD DE RANGEMENT 80x45x210		U
	Fabrication et pose de placard comprenant bâti dormant et porte coulissante. Toutes pièces de ferrage et manœuvre nécessaires pour assurer un fonctionnement parfait. Visserie et petites pièces nécessaires en acier cadmié ou inox et toutes sujétions	Placard de rangement pour chambres (2èm étage)	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
10-13	GARDE CORPS		ml
	Fourniture, assemblage et pose de garde corps métal léger.	Balcon et escalier	
10-14	GRILLE DE PROTECTION		ml
	Fourniture et pose de grille de protection métal léger.	escalier	
11- PLOMBERIE SANITAIRE			
11-01	ALIMENTATION EN EAU		Fft
	Fourniture et pose de canalisation en acier galvanisé PP- R (polypropylène Random) de tout diamètre y compris manchons, tés, coudes et toutes sujétions. Les alimentations en eau auront de sections proportionnelles aux débits nécessaires pour le nombre des appareils afin que ceux-ci aient un fonctionnement parfait.	Les canalisations primaires, secondaires et tertiaires.	
11-02	CHAUFFE EAU 50L		U
	Fourniture et pose de chauffe eau de capacité 50 Litres, de gamme Lemercier ou similaire, y compris toutes accessoires de fixation, et toutes sujétions	alimentation en eau chaude du rez-de-chaussée	
11-03	CHAUFFE EAU 100L		U
	Fourniture et pose de chauffe eau de capacité 100 Litres, de gamme Lemercier ou similaire, y compris toutes accessoires de fixation, et toutes sujétions	alimentation en eau chaude du premier et le deuxième étage	
11-04	BAIGNOIRE		U
	Fourniture et pose de baignoire 165*65 cm ² , comprenant robinet, toute visserie chromée et toutes sujétions	salle d'eau du premier étage et deuxième étage	
11-05	CABINE DE DOUCHE		U
	Fourniture et pose de la cabine de douche y compris fixation et toutes sujétions.	douche du RDC	
11-06	ACCESSOIRE DE DOUCHE		U
	fourniture et pose des accessoires complets pour douches en forme de pente comprenant : Bond d'évacuation de diamètre 50mm, Robinetterie, mitigeur et colonne de douche de gamme Européen	salles d'eau et douche	
11-07	LAVABO EN CERAME		U
	Fourniture et pose de lavabo en céramique émaillé blanc de 0,60 x 0,48 m, y compris robinet, vidange à bouchon avec chaînette, siphon et tuyau en PVC pour raccord vers la canalisation des eaux usées, coudes et toutes sujétions	salles d'eau	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
11-08	GLACE LAVABO		U
	fourniture et pose de glace de 60x40cm, biseauté avec dos vernis spécial contre l'humidité, posé sur agrafes en laiton chromé, y compris toutes sujétions.	salles d'eau	
11-09	LAVE MAIN		U
	fourniture et pose de lave main en céramique émaillée autoportant de dimensions 0.40x0.40 m comprenant : - 1 mélangeur monotrou à bec fixe avec aérateur - 1 siphon en fonte émaillée aux deux faces avec bonde en laiton à clapet.	toilette du RDC	
11-10	DISTRIBUTEUR DE PAPIER HYGIENIQUE		U
	Fourniture et pose de distributeur de papier de marque TORK T-BOX ou similaire.	toutes les toilettes	
11-11	WC A L'ANGLAISE		U
	Fourniture et pose de WC à l'anglaise comprenant: - une cuvette en céramique à chasse d'eau à siphon caché ; évacuation verticale de type « KHEOPS » de PORCHER - un abattant double en matière plastique - un réservoir de chasse d'eau dorsale en céramique de capacité 13l et muni de tous ses accessoires avec robinet d'arrêt. Toutes les visseries sont chromées.	toutes les toilettes	
11-12	EVIER INOX DOUBLE BAC		U
	fourniture et pose de l'évier double bac en inox comprenant : - Evier 120 x 60 avec égouttoir - Mélangeur mono trou de PORCHER Réf : 712X20 ou similaire - Siphon en fonte émaillée aux deux faces avec bonde en laiton à clapet y compris tous accessoires et toutes sujétions	toutes les cuisines	
12- ELECTRICITE			
12-01	BOITE DE DERIVATION PRINCIPAL		U
	Fourniture et pose de disjoncteur de branchement et de tableau général de distribution, y compris toutes sujétions.	Tableau compteur	
12-02	BOITE DE DERIVATION SECONDAIRE		U
	Fourniture et pose de disjoncteur de branchement et de tableau général de distribution, y compris toutes sujétions.	La distribution de l'électricité à chaque niveau, à chaque appartement	
12-03	LAMPE FLUORESCENT 1,20M ET 40W		U
	Fourniture et pose d'une lampe fluo plafonnier, y compris et toutes sujétions de mise en œuvre.	toutes les pièces, dans le garage sauf couloir et dégagement du RDC	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
12-04	LAMPE A INCANDESCENCE		U
	Fourniture et pose d'une lampe fluorescente plafonnière, y compris et toutes sujétions de mise en œuvre.	Eclairage du WC, du dégagement du RDC, de la cage d'escalier du 2 ^{em} étage, éclairage extérieur.	
12-05	PARATONNERRE		U
	Fourniture et pose de paratonnerre, y compris mise à la terre et toutes sujétions	L'ensemble de la construction	
12-06	PRISE DE COURANT LUMIERE		U
	Fourniture et pose de prise de courant 2p+T y compris branchement et toutes sujétions.	Tous les locaux	
12-07	PRISE DE COURANT FORCE 10/16A		U
	Fourniture et pose de prise de courant force triphasé, y compris branchement et toutes sujétions.	chambres, séjours et cuisines	
12-08	INTERRUPTEUR A SIMPLE ALLUMAGE		U
	Fourniture et pose d'interrupteur va-et-vient et toutes sujétions de mise en œuvre.	Les chambres, le bureau, les sanitaires, les cuisines	
12-09	INTERRUPTEUR A DOUBLE ALLUMAGE		U
	Fourniture et pose d'interrupteur à simple allumage et toutes sujétions de mise en œuvre.	les circulations intérieures, les séjours, les cages d'escalier	
12-10	INSTALLATION DE FIL POUR ALIMENTATION ELECTRIQUE		U
	Fourniture et pose de fil tertiaire et triphasé pour branchement électrique, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	toutes électriques du bâtiment	
13- ASSAINISSEMENT			
13-01	CANALISATION EN PVC : diamètre 100mm		ml
	Fourniture et pose de tuyau de chute en PVC des eaux vannes et des eaux usées, et toutes sujétions.	Ensemble des canalisations d'évacuation de eaux usées et eaux vannes de l'appareil jusqu'au premier regard ou à la fosse septique.	
13-02	REGARD DE VISITE		U
	Fourniture et mise en œuvre de regard de visite en CEM I, reposant sur un radier en béton dosé à 250 kg de CEM I de 0,10m d'épaisseur, les parois verticales et le fond enduit au mortier de CEM I dosé à 450 kg avec gorges aux angles ; dalle de couverture en B.A. de 0,05m d'épaisseur posée en feuillure, avec anneau de levage de 0,06 m de diamètre scellé au coulage et toutes sujétions de mise en œuvres	Les regards conformément aux prévisions des plans d'assainissement.	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
13-03	CANALISATION EN BUSE DE CIMENT COMPRIME		ml
	Fourniture et pose de canalisation en buse de ciment comprimé, non armé vibré à emboîtement demi-épaisseur, posée en tranchée sur le lit de sable de 0,10m d'épaisseur, y compris dressement des pentes, calages joints au mortier dosé à 350 kg de ciment, toutes sujétions de coupes et de raccordement aux regards.	Toutes les canalisations après le premier regard ou la fosse septique jusqu'au réseau public.	
13-04	FOSSE SEPTIQUE		U
	fourniture et mise en œuvre de fosse septique comprenant: - Radier en béton dosé à 250kg de CEM I de 0,12 d'épaisseur ; - Parois verticales en béton armé d'épaisseur 0,15m, dosé à 350 kg de CEM I, - dalle de fermeture en béton armé dose à 350kg et de 0,07m d'épaisseur posée en feuillure, avec anneau de levage de 0,10 m de diamètre scellé au coulage. - Chape au fond et enduit sur les parois verticales au mortier de ciment additionné de produit hydrofuge, avec gorge dans tous les angles ;	La fosse septique	
13-05	SEPARATEUR DE GRAISSE		U
	Séparateur de graisse de capacité 200L environ, en béton armé d'épaisseur 0,12m, dosé à 350 kg de CPA, reposant sur un radier en béton dosé à 250 kg de CEM I de 0,10m d'épaisseur, les parois verticales et le fond enduit au mortier de CEM I dosé à 450 kg avec gorges aux angles ; dalle de couverture en B.A. de 0,05m d'épaisseur posée en feuillure, avec anneau de levage de 0,06 m de diamètre scellé au coulage	Traitement des eaux de ménages	
13-06	PUISARD ABSORBANT		U
	Puisard absorbant de Profondeur 5.00m et de diamètre 1.50 comprenant : mise en place des pierres sèches de grosseur décroissant sur toute la hauteur, protection des périphéries en maçonnerie de parpaing banché, fourniture et pose de buse de ciment comprimé, couronnement en BA, nappe de couverture type Géotextile non armée y compris toutes sujétions		

2.2 Devis quantitatif et estimatif

Le quantitatif est le classement rationnel et récapitulatif des quantités des ouvrages de même nature et de même qualité défini par l'avant-métré.

L'estimatif est le résultat de l'application des prix unitaires à l'avant-métré ou au devis quantitatif.

Les résultats de calcul seront donnés dans les tableaux ci-après :

Tableau 48 : devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATIONS	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE	MONTANT en ariary
1- INSTALLATION DE CHANTIER					
1-01	-Installation et repli de chantier	Fft	1,00	9 000 000,00	9 000 000,00
1-02	-Repli de chantier	Fft	1,00	3 000 000,00	3 000 000,00
TOTAL INSTALLATION DE CHANTIER					12 000 000,00
2- TERRASSEMENT					
2-01	-Décapage et nettoyage du sol	m2	296,23	2 040,00	604 309,20
2-02	-Fouille rigole ou en tranchée	m3	57,27	3 686,00	211 111,13
2-03	-Remblai	m3	27,55	11 000,00	303 019,81
2-04	-Evacuation des terres excédentaires	m3	20,00	12 000,00	240 000,00
TOTAL TERRASSEMENT					1 358 440,14
3-CLOTURE					
3-01	-Maçonnerie de brique	m2	160,53	21 108,00	3 388 349,66
3-02	-Béton dose à 350kg de CEM I	m3	4,60	440 973,00	2 027 876,08
3-03	-Armature de béton	m3	367,89	5 715,00	2 102 498,21
3-04	-Ensemble portail métallique a deux vantaux 300*210cm	U	1,00	1 250 000,00	1 250 000,00
3-05	-Ensemble portail métallique 100*210cm	U	1,00	410 000,00	410 000,00
TOTAL CLOTURE					9 178 723,95
4- INFRASTRUCTURE					
4-01	-Béton ordinaire dose à 200kg de CEM I	m3	2,20	297 216,00	654 190,99
4-02	-Maçonnerie de moellon : épaisseur 0,40m	m3	20,34	125 700,00	2 556 832,28
4-03	-Béton arme dose à 350kg de CEM I	m3	12,46	440 973,00	5 496 397,72
4-04	-Coffrage en bois	m2	92,61	12 132,00	1 123 483,86
4-05	-Armature de béton	kg	1308,75	5 715,00	7 479 484,82
4-06	-Herissonnage en tout-venant 40/70: épaisseur 0,15m	m2	13,64	55 878,00	762 420,39

N°	DESIGNATIONS	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE	MONTANT en ariary
4-07	-Film polyane : épaisseur 150µ	m2	90,96	3 600,00	327 465,00
4-08	-Béton de forme dose à 250kg	m3	7,28	351 900,00	2 560 776,30
TOTAL INFRASTRUCTURE					20 961 051,35
5- OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE					
5-01	-Béton arme dose à 350kg de CEM I	m3	65,30	440 973,00	28 795 536,90
5-02	-Armature de béton	kg	6856,50	5 715,00	39 184 897,50
5-03	-Coffrage en bois	m2	578,93	12 132,00	7 023 521,98
5-04	-Plancher en dalle pleine : épaisseur 12cm	m3	95,39	440 973,00	42 064 414,47
5-05	-Plancher sur solive en bois	ml	101,76	42 000,00	4 273 920,00
5-06	-Maçonnerie de brique: épaisseur 0,22cm	m2	394,58	21 108,00	8 328 794,70
5-07	-Maçonnerie de brique: épaisseur 0,11cm	m2	66,88	11 449,00	765 735,36
5-08	-Briques de verres: épaisseur 0,22cm	m2	0,96	72 700,00	69 792,00
TOTAL OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE					130 506 612,92
6- ENDUITS ET CHAPES					
6-01	-Enduit au mortier de ciment	m2	1101,71	7 100,00	7 822 153,85
6-02	-Chape dosée a 400kg	m2	246,56	9 000,00	2 219 017,50
ENDUITS ET CHAPES					10 041 171,35
7- CARRELAGE ET REVETEMENT					
7-01	-Carrelage de sol en grés cérame 20x20	m2	152,80	45 000,00	6 875 887,50
7-02	-Plinthe en grés cérame	ml	98,42	6 000,00	590 541,00
7-03	-Revêtement en parkex	m2	46,91	60 160,00	2 822 105,60
7-04	-Plinthe en bois de palissandre	ml	27,95	11 000,00	307 450,00
7-05	-Carreaux de faïence murale	m2	42,95	48 000,00	2 061 600,00
7-06	-Baguette de seuil	ml	4,80	3 300,00	15 840,00
TOTAL CARRELAGE ET REVETEMENT					12 673 424,10
8- CHARPENTE-COUVERTURE-PLAFONNAGE					
8-01	-Charpente en bois assemblée	m3	2,27	540 400,00	1 226 208,13
8-02	-Charpente en bois non assemblée	m3	4,14	480 000,00	1 986 108,00
8-03	-COUVERTURE EN TOLE GALVABAC 50/100è	m2	152,40	41 500,00	6 324 600,00
8-04	-Planche de rive	ml	81,60	8 600,00	701 760,00
8-05	-Faitière en TPG	ml	40,80	25 300,00	1 032 240,00
8-06	-Plafond en volige en pin	ml	134,79	17 353,00	2 339 010,87
8-07	-Descente d'eau pluviale en pvc	ml	25,71	9 400,00	241 674,00
TOTAL CHARPENTE-COUVERTURE-PLAFONNAGE					13 851 601,00

N°	DESIGNATIONS	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE	MONTANT en ariary
9- PEINTURE					
9-01	-Badigeonnage	m2	960,34	1 500,00	1 440 507,47
9-02	-Peinture acrylique pour intérieur	m2	960,34	5 200,00	4 993 759,21
9-03	-Peinture vinylique pour extérieur	m2	513,40	5 200,00	2 669 690,71
9-04	-Peinture a l'huile	m2	376,56	11 500,00	4 330 399,75
9-05	-Peinture a l'huile satinée	m2	235,00	13 000,00	3 055 000,00
9-06	-Traitement de bois au xylophène	L	25,00	3 000,00	75 000,00
TOTAL PEINTURE					16 564 357,14
10- MENUISERIE					
10-1	-PV à deux vantaux 210*120	U	1,00	2 100 000,00	2 100 000,00
10-2	-PV à un ventail 210*90	U	1,00	1 800 000,00	1 800 000,00
10-3	-PV à un ventail 210*80	U	10,00	1 700 000,00	17 000 000,00
10-4	-PP à un ventail 210*80	U	13,00	1 750 000,00	22 750 000,00
10-5	-Fenêtre en bois vitrée à 4 vantaux 160*120	U	3,00	1 600 000,00	4 800 000,00
10-6	-Fenêtre en bois vitrée à 3 vantaux 120*120	U	9,00	1 200 000,00	10 800 000,00
10-7	-Fenêtre en alu vitrée coulissante 120*50	U	11,00	220 000,00	2 420 000,00
10-8	-Fenêtre en alu vitrée balancé 40*50	U	6,00	73 000,00	438 000,00
10-9	-Fenêtre à vitrée 265*120	U	1,00	450 000,00	450 000,00
10-10	-PLACARD DE RANGEMENT 95x50x210	U	1,00	600 000,00	600 000,00
10-11	-PLACARD DE RANGEMENT 85x45x210	U	2,00	550 000,00	1 100 000,00
10-12	-Garde corps	ml	24,72	160 000,00	3 955 200,00
10-13	-Grille de protection	ml	29,16	120 000,00	3 499 200,00
TOTAL MENUISERIE					71 712 400,00
11- PLOMBERIE SANITAIRE					
11-1	-Alimentation en eau	Fft	1,00	2 000 000,00	2 000 000,00
11-2	-Chauffe eau 100l	U	1,00	450 000,00	450 000,00
11-3	-Chauffe eau 150l	U	1,00	675 000,00	675 000,00
11-4	-Baignoire	U	2,00	850 000,00	1 700 000,00
11-5	-Cabine de douche	U	1,00	496 800,00	496 800,00
11-6	-Accessoire de douche	U	2,00	117 190,00	234 380,00
11-7	-Lavabo en cérame	U	3,00	163 000,00	489 000,00
11-8	-Glace lavabo	U	2,00	40 000,00	80 000,00
11-9	-Lave main	U	1,00	130 000,00	130 000,00
11-10	-Distributeur de papier hygiénique	U	3,00	17 000,00	51 000,00
11-11	-WC a l'anglaise	U	3,00	450 000,00	1 350 000,00
11-12	-Bidet		2,00	180 000,00	360 000,00
11-13	-Evier inox double bac	U	3,00	260 000,00	780 000,00
TOTAL PLOMBERIE SANITAIRE					8 796 180,00

N°	DESIGNATION	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE	MONTANT en ariary
12- ELECTRICITE					
12-1	-Alimentation électrique	Fft	1,00	2 400 000,00	2 400 000,00
12-2	-Tableau de distributeur principal	U	1,00	320 600,00	320 600,00
12-3	-Tableau de distributeur secondaire	U	2,00	208 800,00	417 600,00
12-4	-Lampe fluorescent 1,20m	U	20,00	26 000,00	520 000,00
12-5	-Lampe a incandescence	U	17,00	5 500,00	93 500,00
12-6	-Paratonnerre	U	1,00	1 500 000,00	1 500 000,00
12-7	-Prise de courant 10/16a	U	29,00	6 000,00	174 000,00
12-8	-Interrupteur a simple allumage	U	22,00	3 500,00	77 000,00
12-9	-Interrupteur a double allumage	U	16,00	4 500,00	72 000,00
12-10	-Installation de fil pour alimentation électrique	ml	520,00	8 000,00	4 160 000,00
TOTAL ELECTRICITE					9 734 700,00
13- ASSAINISSEMENT					
13-1	-Canalisation en PVC : diamètre 100mm	ml	35,17	9 400,00	330 598,00
13-2	-Regard de visite	U	9,00	93 200,00	838 800,00
13-3	-Canalisation en buse de ciment comprime	ml	41,90	22 147,00	927 959,30
13-4	-Fosse septique pour 10personnes	U	1,00	1 460 503,00	1 460 503,00
13-5	-Séparateur de graisse	U	2,00	164 200,00	328 400,00
13-6	-Puisard absorbant	u	1,00	1 550 430,00	1 550 430,00
TOTAL ASSAINISSEMENT					5 436 690,30
MONTANT TOTAL HORS TAXE					322 815 352,24

Tableau 49 : récapitulation

N°	DESIGNATIONS	MONTANT (en ariary)
1	TOTAL INSTALLATION DE CHANTIER	12 000 000,00
2	TOTAL TERRASSEMENT	1 358 440,14
3	TOTAL CLOTURE	9 178 723,95
4	TOTAL INFRASTRUCTURE	20 961 051,35
5	TOTAL OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE	130 506 612,92
6	ENDUITS ET CHAPES	10 041 171,35
7	CARRELAGE ET REVETEMENT	12 673 424,10
8	CHARPENTE-COUVERTURE-PLAFONNAGE	13 851 601,00
9	PEINTURE	16 564 357,14
10	MENUISERIE	71 712 400,00
11	PLOMBERIE SANITAIRE	8 796 180,00
12	ELECTRICITE	9 734 700,00
13	ASSAINISSEMENT	5 436 690,30
MONTANT HORS TAXE		322 815 352,24
TAXE 20%		64 563 070,45
TOTAL TVA COMPRIS		387 378 423

Arrêté le présent devis à la somme de : **TROIS CENT QUATRE-VINGT-SEPT MILLION TROIS CENT SOIXANTE-DIX-HUIT MILLE QUATRE CENT VINGT-TROIS ARIARY**, y compris **TVA SOIXANTE QUATRE MILLION CINQ CENT SOIXANTE TROIS MILLE SOIXANTE DIX ARIARY QUARANTE-CINQ**.

Ainsi, l'estimation du prix du bâtiment au m² sera :

Surface habitable de tous les niveaux (m ²)	:	298,85
Cout total de la construction (en ariary)	:	387 378 423
Coût par m ² habitable de la construction (en ariary)	:	1 296 230

CONCLUSION PARTIELLE

Nous venons d'évaluer, dans cette dernière partie, le coût du projet. Ce dernier est obtenu grâce à la description précise des matériaux utilisés, de leurs quantités et de leurs prix unitaires. En bref, le montant obtenu, nous permet d'affirmer que le présent projet est une maison de design moyen à prix acceptable.

CONCLUSION

L'étude s'est concentrée sur la construction d'une maison d'habitation sise à Akadikely Ilafy. En effet, une réalité s'impose et mérite d'être considérée : « construire un bâtiment nécessite une connaissance préalable des règles en vigueur qui régissent la construction proprement dite, l'urbanisme,... »

Dans un premier temps, l'étude architecturale nous ont permis de mettre en évidence les différents points qui caractérisent l'univers d'un bâtiment. L'étude technique traite le dimensionnement des différents éléments de l'ouvrage. Dans la dernière partie, exécution et étude évaluant l'étude financière, nous avons traité les devis descriptifs et estimatifs du projet, ainsi que la technologie de mise en œuvre du bâtiment.

Ainsi, le travail que nous avons effectué nous a permis de consolider les connaissances en matière de projet de construction de bâtiment que nous avons acquises à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo. Il nous a également permis de bien maîtriser les cours de béton armé et de calculs de structure. Par ailleurs, l'analyse financière nous a permise d'avoir une notion des différents prix unitaires sur le marché actuel ainsi que de dresser un devis estimatif du projet.

Du point de vue personnel, la préparation de ce présent mémoire m'a aussi aidé à m'imprégner aux divers problèmes pouvant être rencontrés dans mon avenir professionnel.

BIBLIOGRAPHIE

N°	AUTEUR(S)	TITRE	EDITION
01	Enseignants de l'ESPA	-Calcul de structure -Résistance des matériaux -BAEL -Technologie de Bâtiment -Procédé Généraux de Construction -Management de construction -Mécanique de sol,...	
02	Jean Pierre MOUGIN	BAEL 91 modifié 99 et DTU associés	Eyrolles.com
03	Ernst NEUFERT	LES ELEMENTS DES PROJETS DE CONSTRUCTION	Dunod – 2002 (7è édition)
04	Jean PERCHAT - Jean ROUX	MAITRISE DU BAEL 91 ET DES DTU ASSOCIES - EYROLLES,	2ème Edition - 1992.
05	Michel Creusé	CONSTRUCTION DES BATIMENTS	Gros œuvre, 2002
06	Michel Creusé	MATERIAUX ET COMPOSANTE	Gros œuvre, Delagrave, 1997
07	R. Adrait et D. Sommier	GUIDE DE CONSTRUCTEUR EN BATIMENT	1990

WEBOGRAPHIE :

-Google earth

ANNEXES

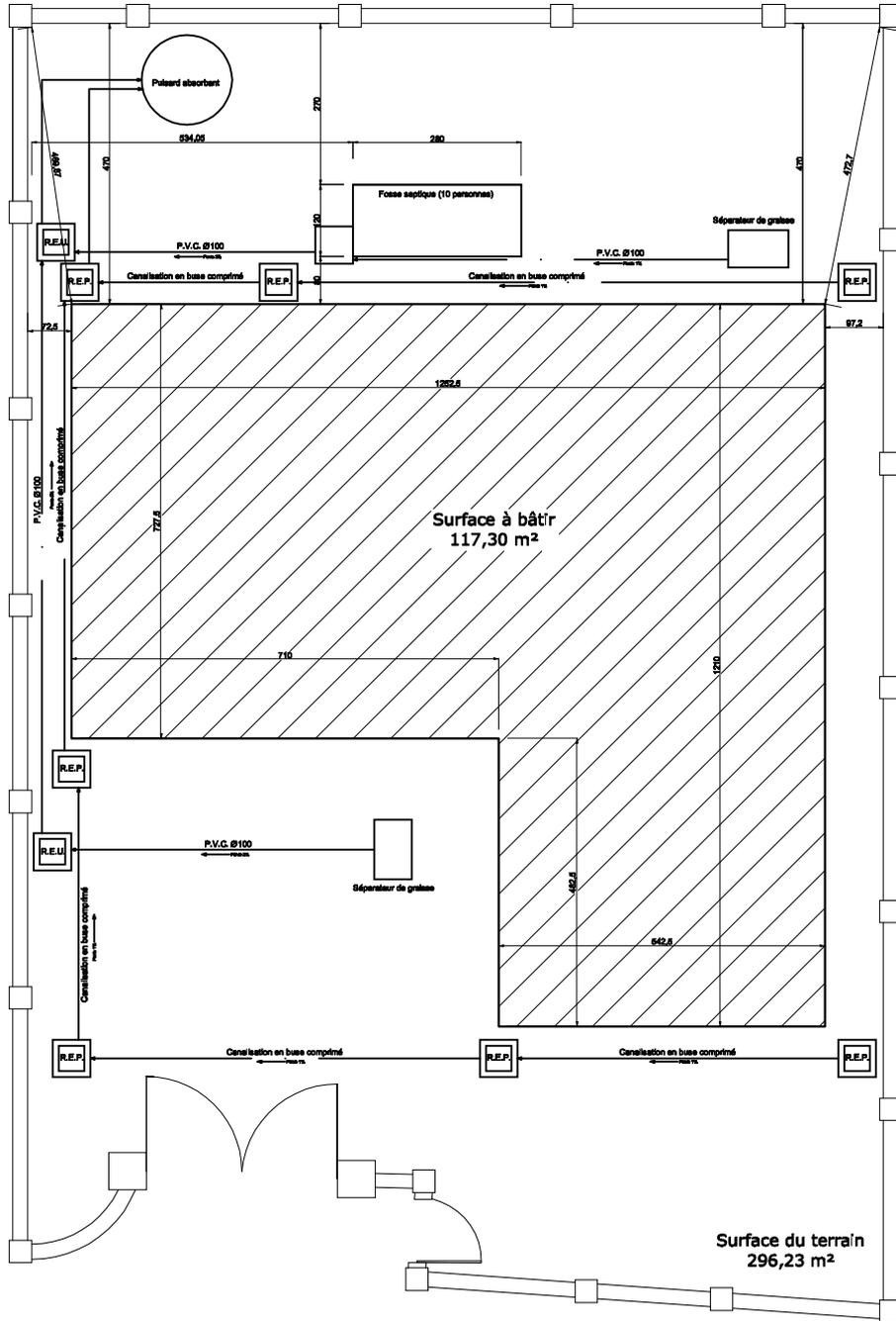
ANNEXE I. PLANS

PLAN ARCHITECTURAL

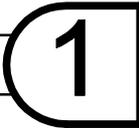
- Plan 01: Implantation
- Plan 02 : Fondation
- Plan 03 : Rez de chaussée
- Plan 04 : 1^{er} étage
- Plan 05 : 2^{ième} étage
- Plan 06 : Toiture
- Plan 07 : Coupe A-A
- Plan 08 : Coupe B-B
- Plan 09 : Coupe C-C
- Plan 10 : Façade principale
- Plan 11 : Façade postérieure
- Plan 12 : Façade latérale droite
- Plan 13 : Façade latérale gauche
- Plan 14 : Installation électrique du rez de chaussée
- Plan 15 : Installation électrique du 1^{er} étage
- Plan 16 : Installation électrique du 2^{ième} étage

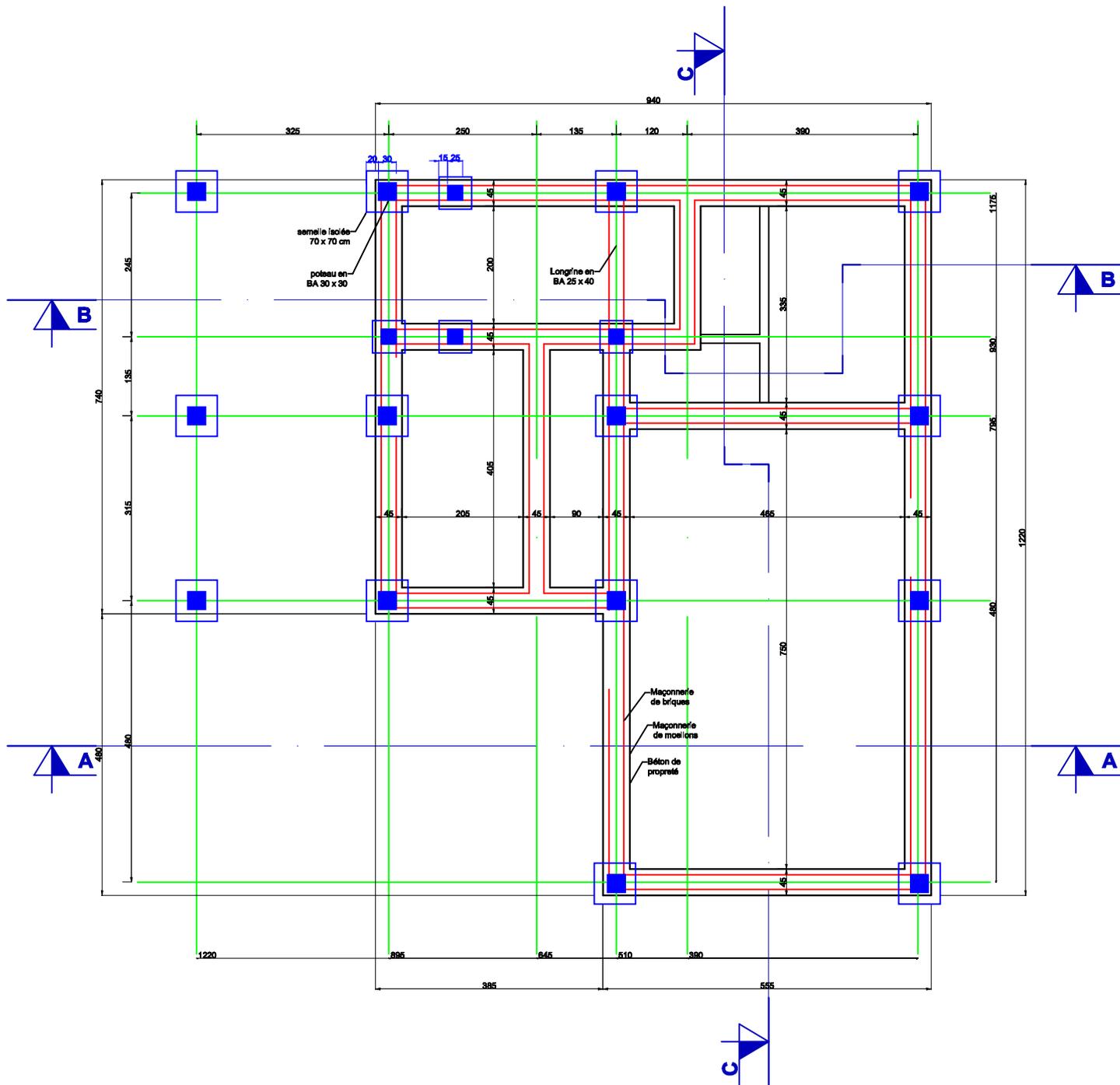
PLAN DE FERRAILLAGE

- Plan 17 : Poutre BG
- Plan 18 : Poteau du 1^{er} étage
- Plan 19 : Semelle de fondation



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka afy	
Plan d'implantation	Echelle: $\frac{1}{125}^e$
	Novembre 2009
	Dessinateur: Bodoseheno A. RAMIADANTSALAMA





Construction d'une maison d'habitation (R+2) sis à Manjaka Ify

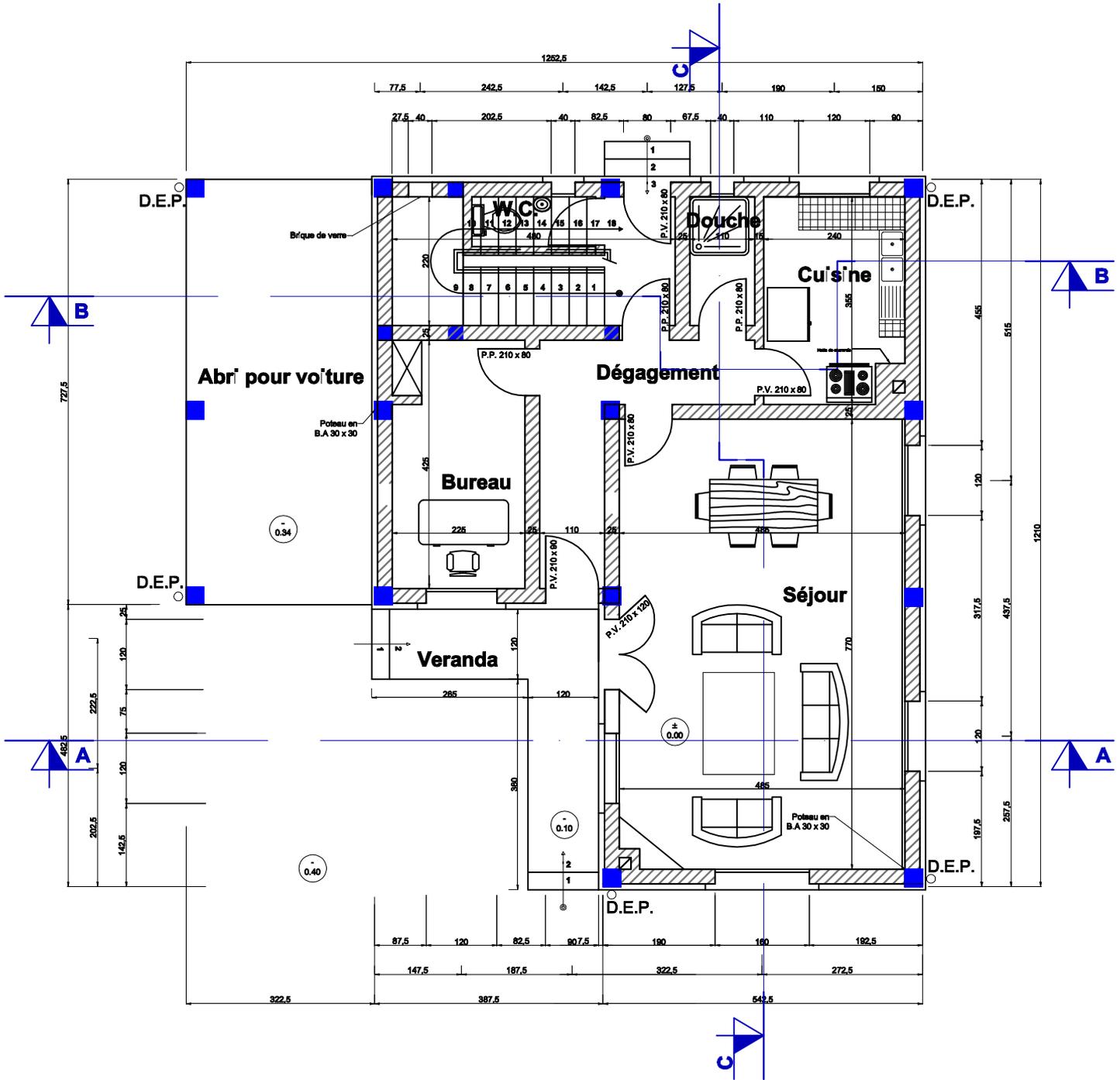
Plan de fondation

Echelle: $\frac{1}{100}^e$

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMADANTSALAMA

2



Construction d'une maison d'habitation (R+2) sis à Manjaka || afy

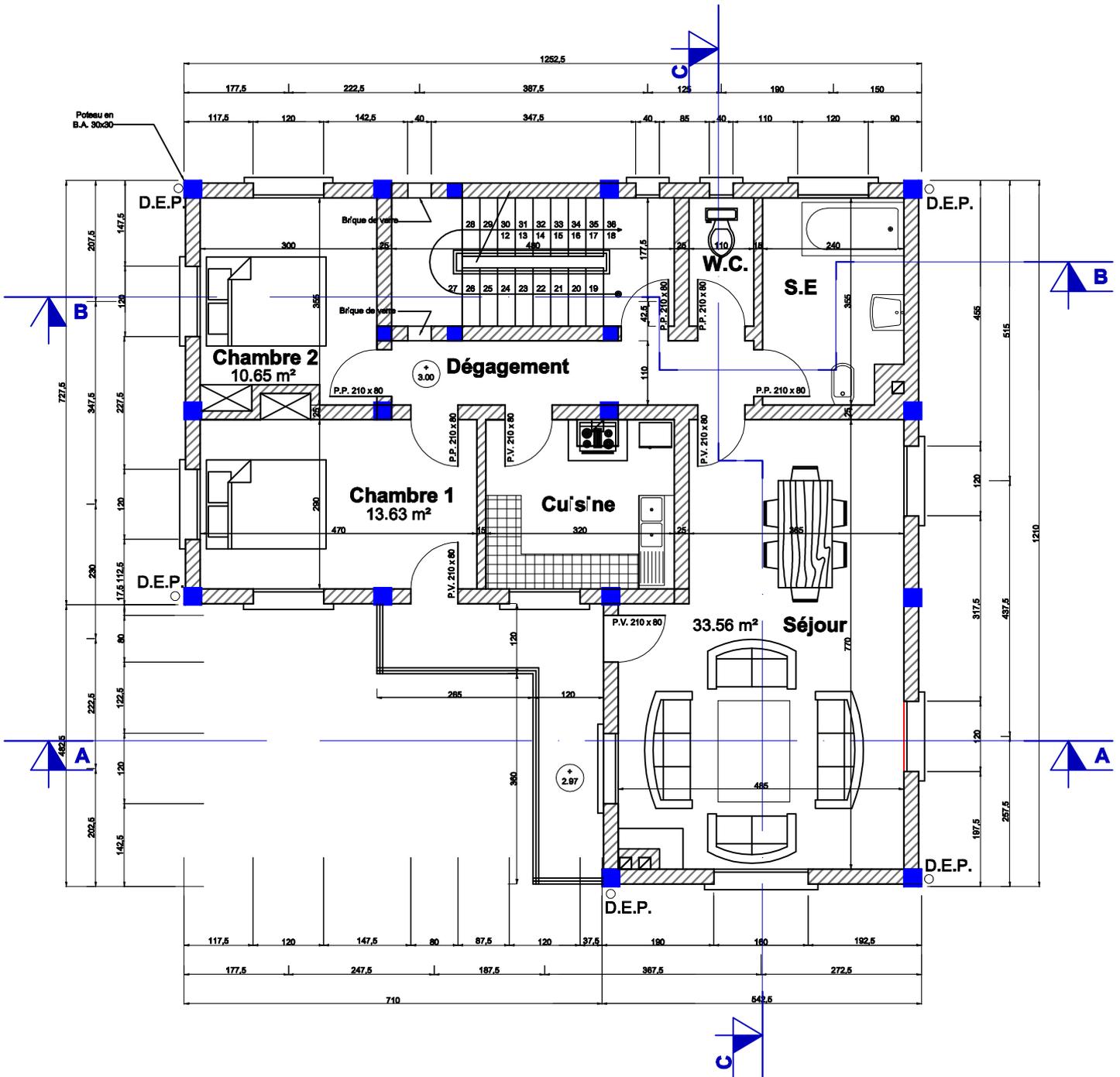
Plan du Rez-de-chaussée

Echelle: 1/100^e

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMIADANTSALAMA

3



Construction d'une maison d'habitation (R+2) sis à Manjaka || afy

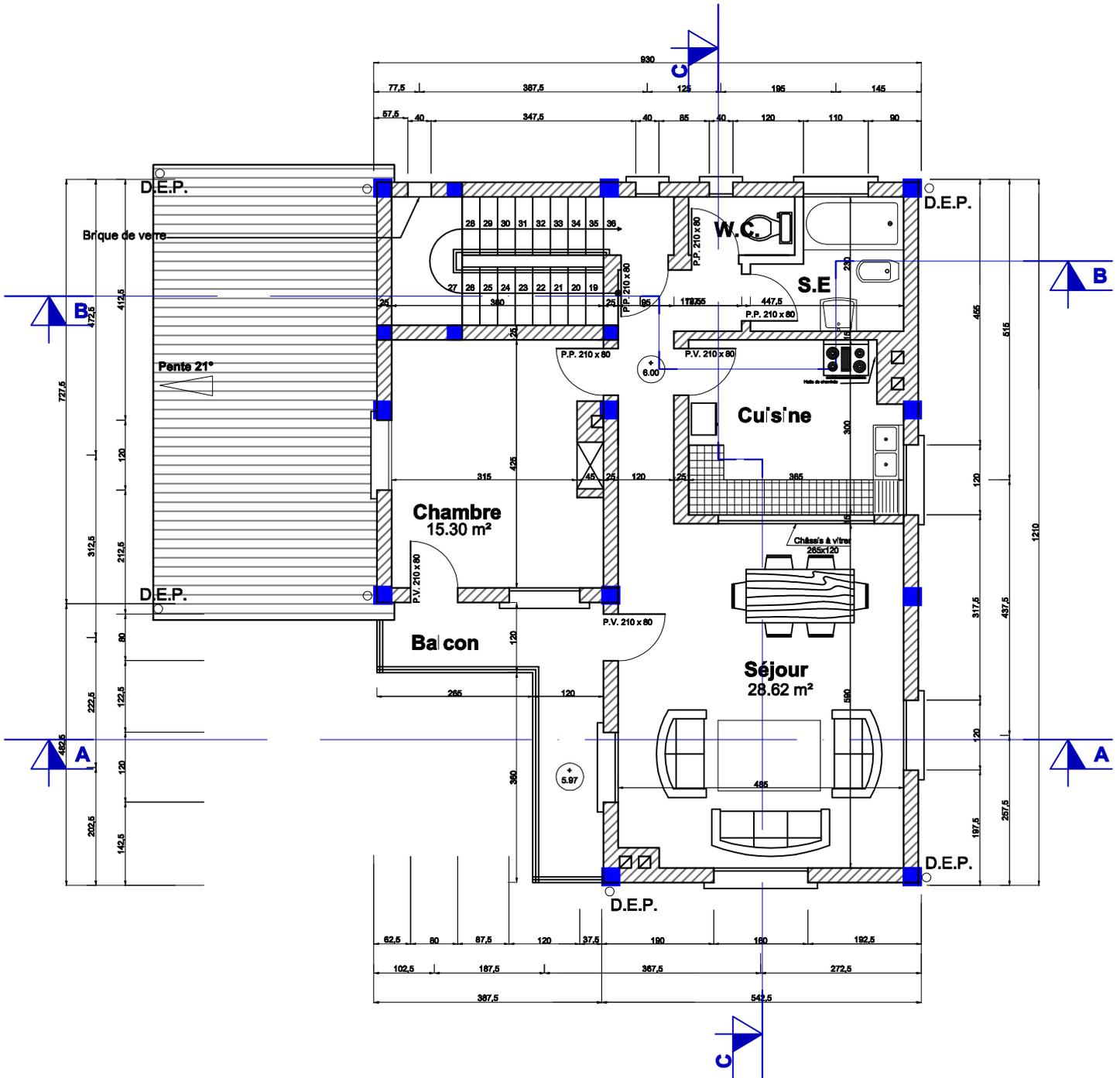
Plan du 1er étage

Echelle: 1/100^e

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMADANTSALAMA

4



Construction d'une maison d'habitation (R+2) sis à Manjaka || afy

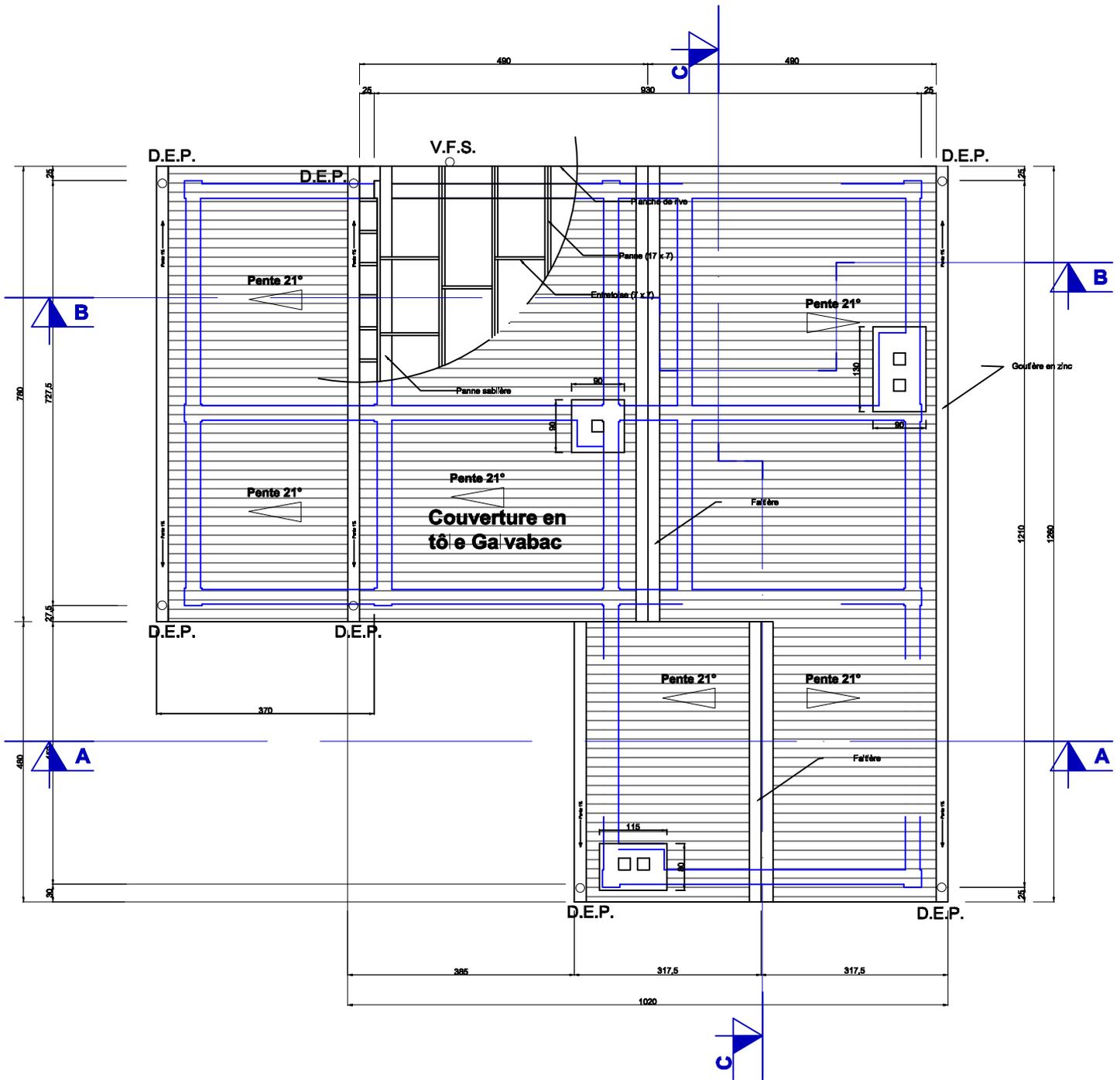
Plan du 2^e étage

Echelle: 1/100^e

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMADANTSALAMA

5



Construction d'une maison d'habitation (R+2) sis à Manjaka Ify

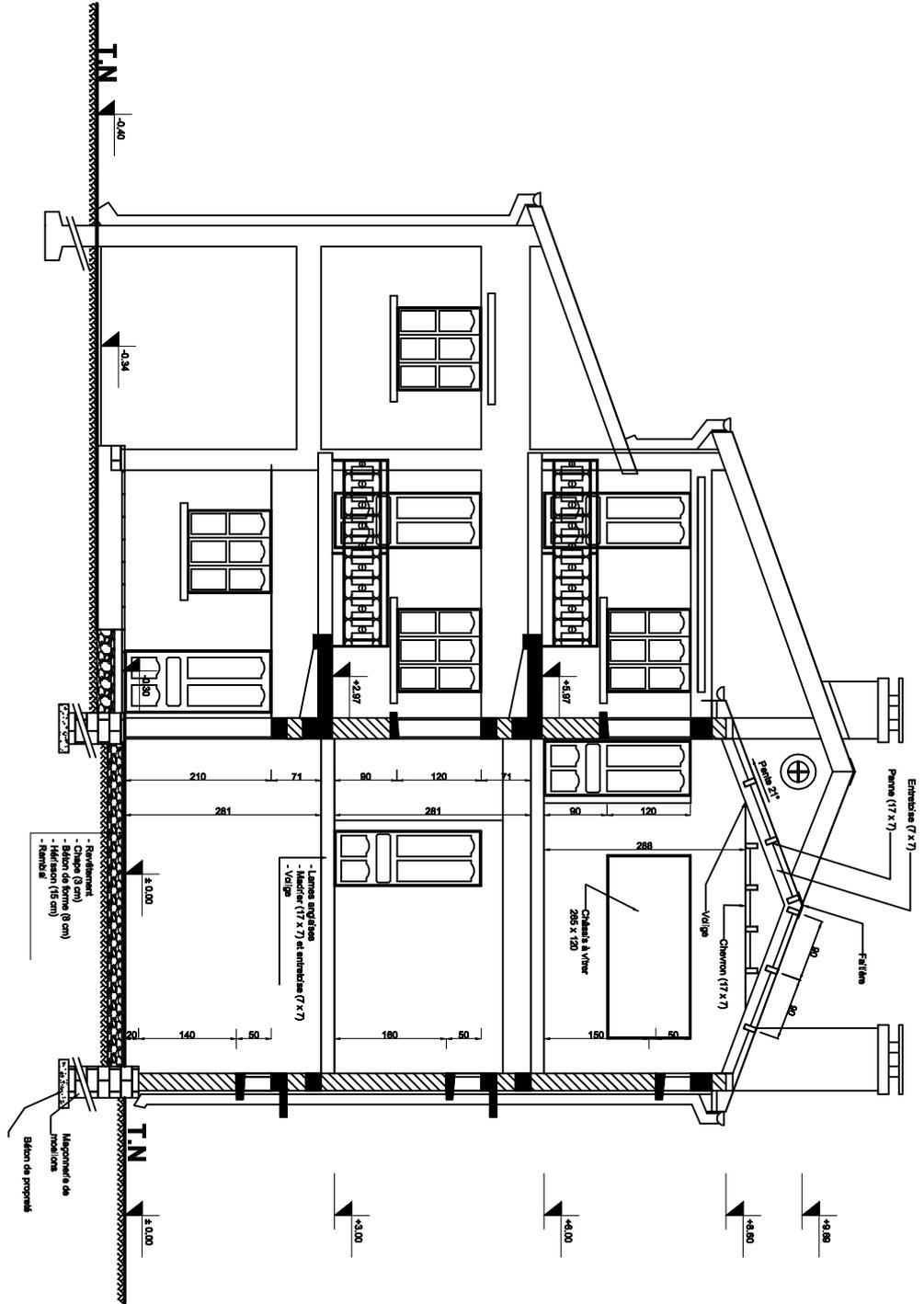
Plan de toiture

Echelle: $\frac{1}{100}^e$

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMADANTSALAMA

6



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjakaka || afy

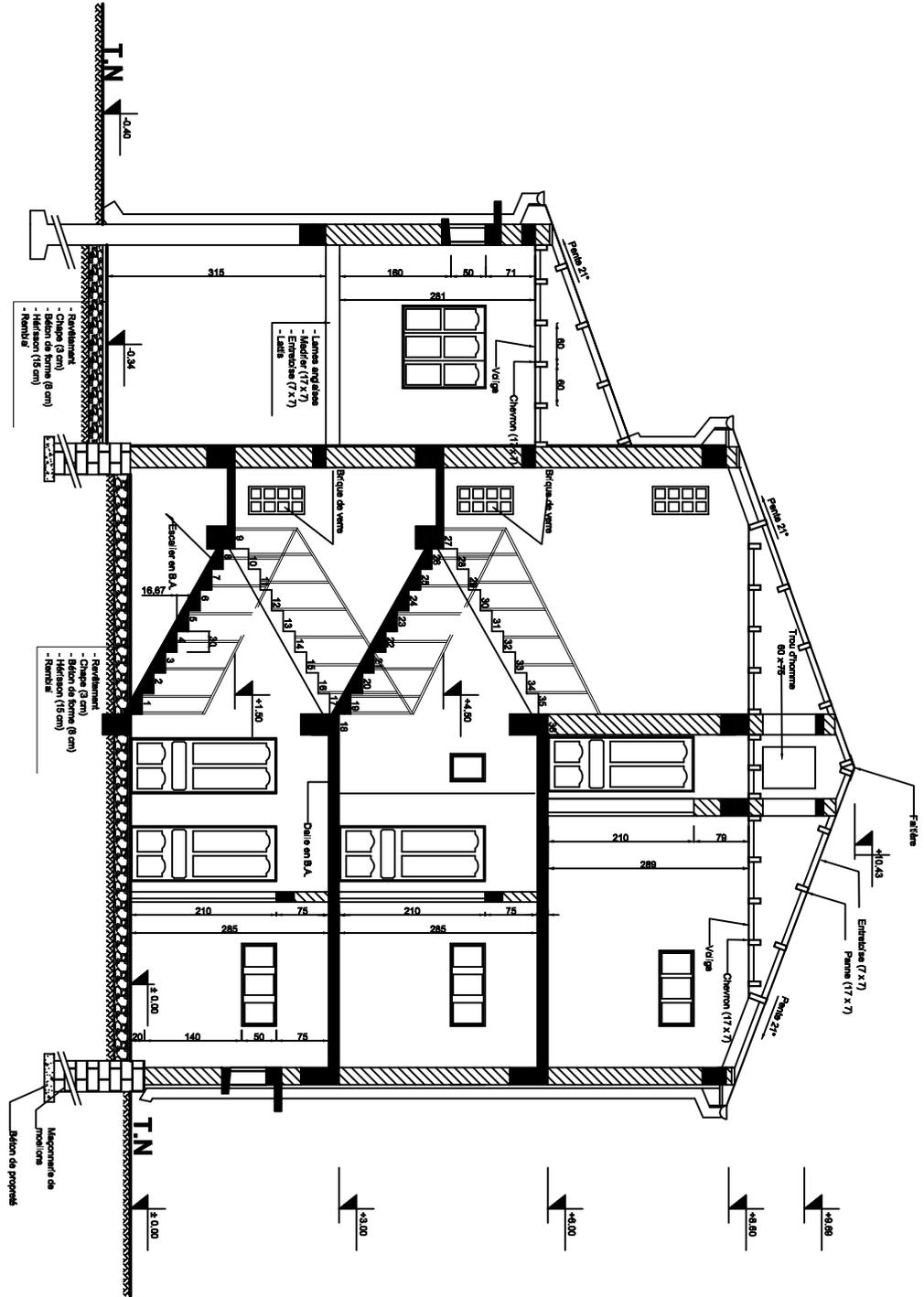
Coupe A-A

Echelle: 1/50

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

7



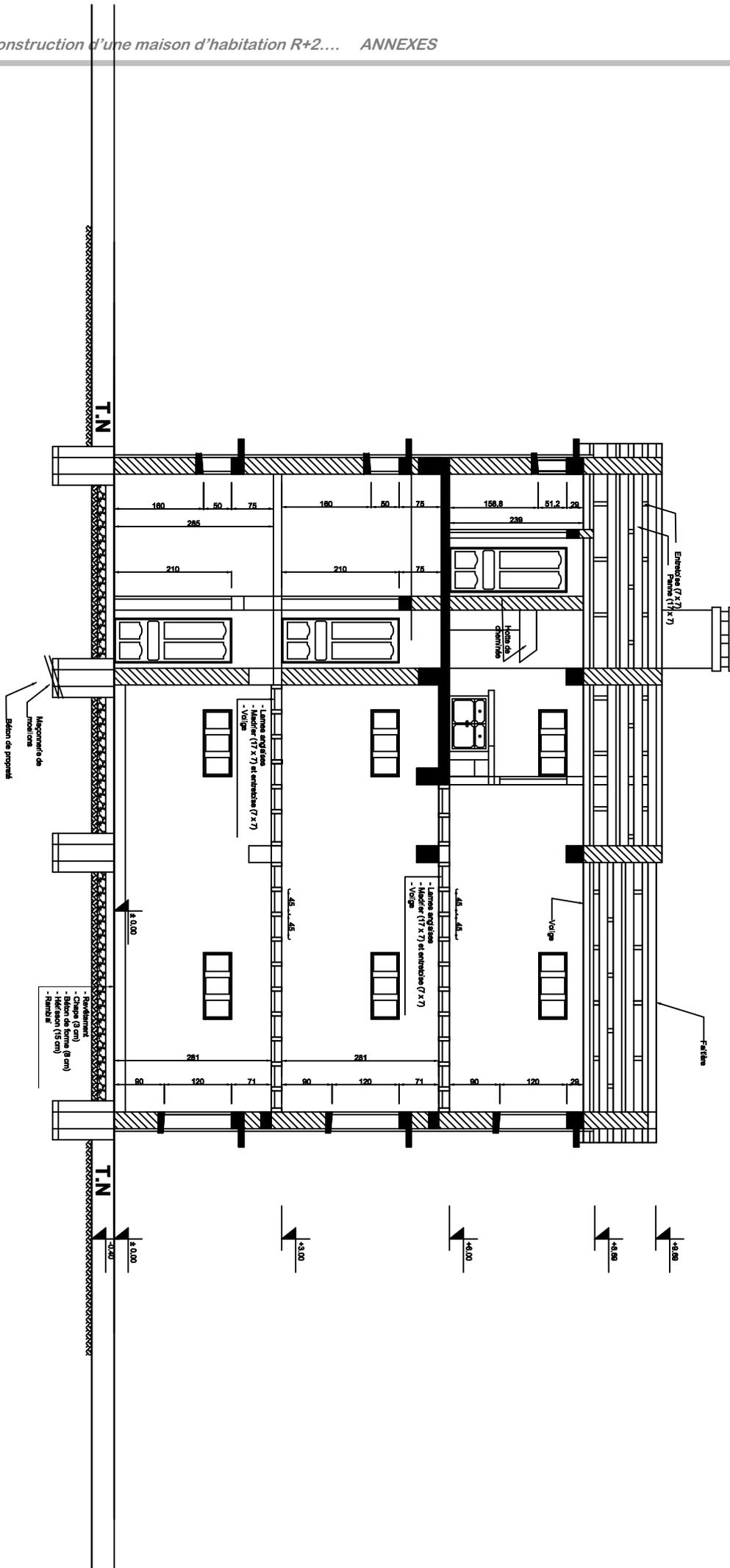
Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

Coupe B-B

Echelle: 1/50

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA



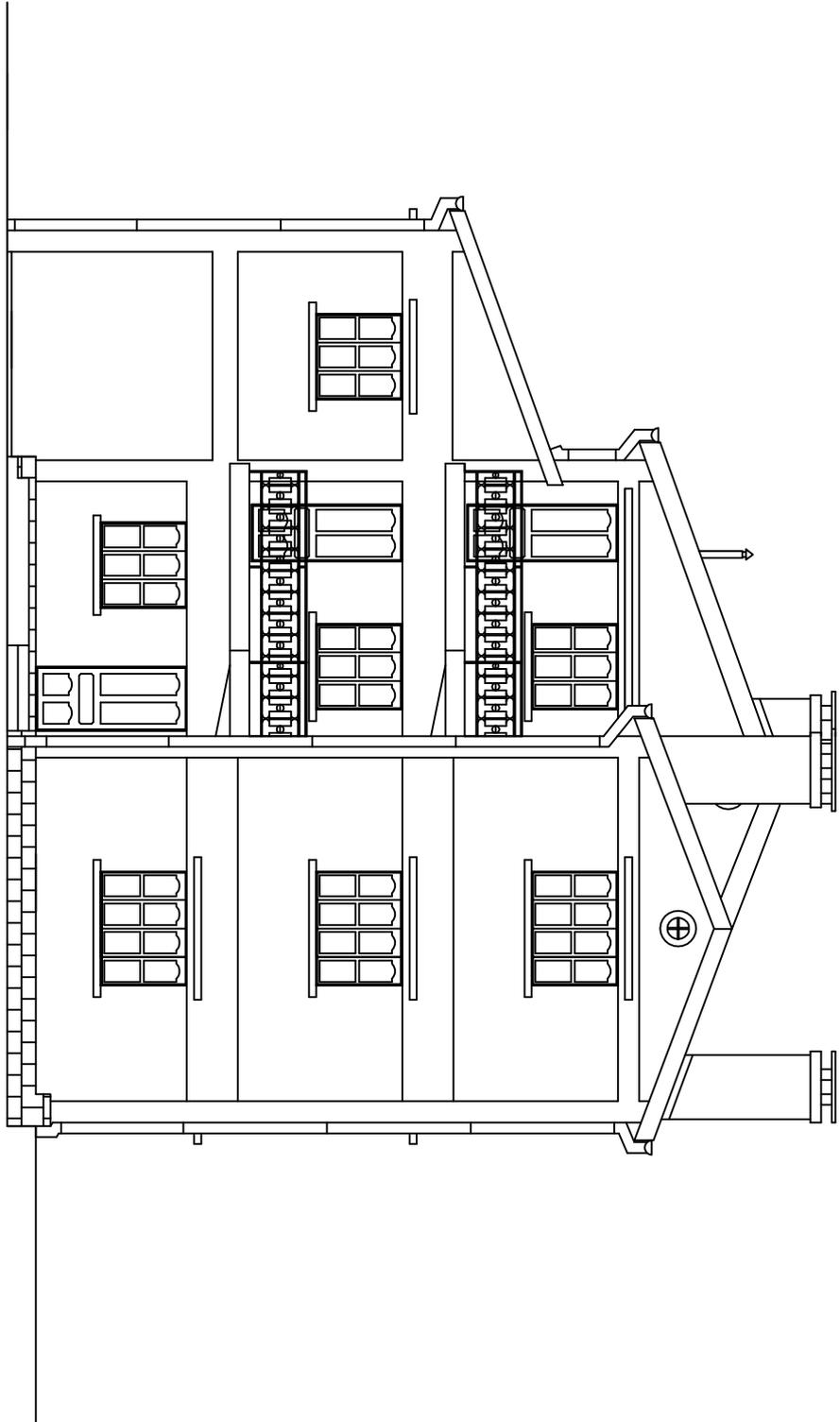
Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

Coupe C-C

Echelle: 1/100

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

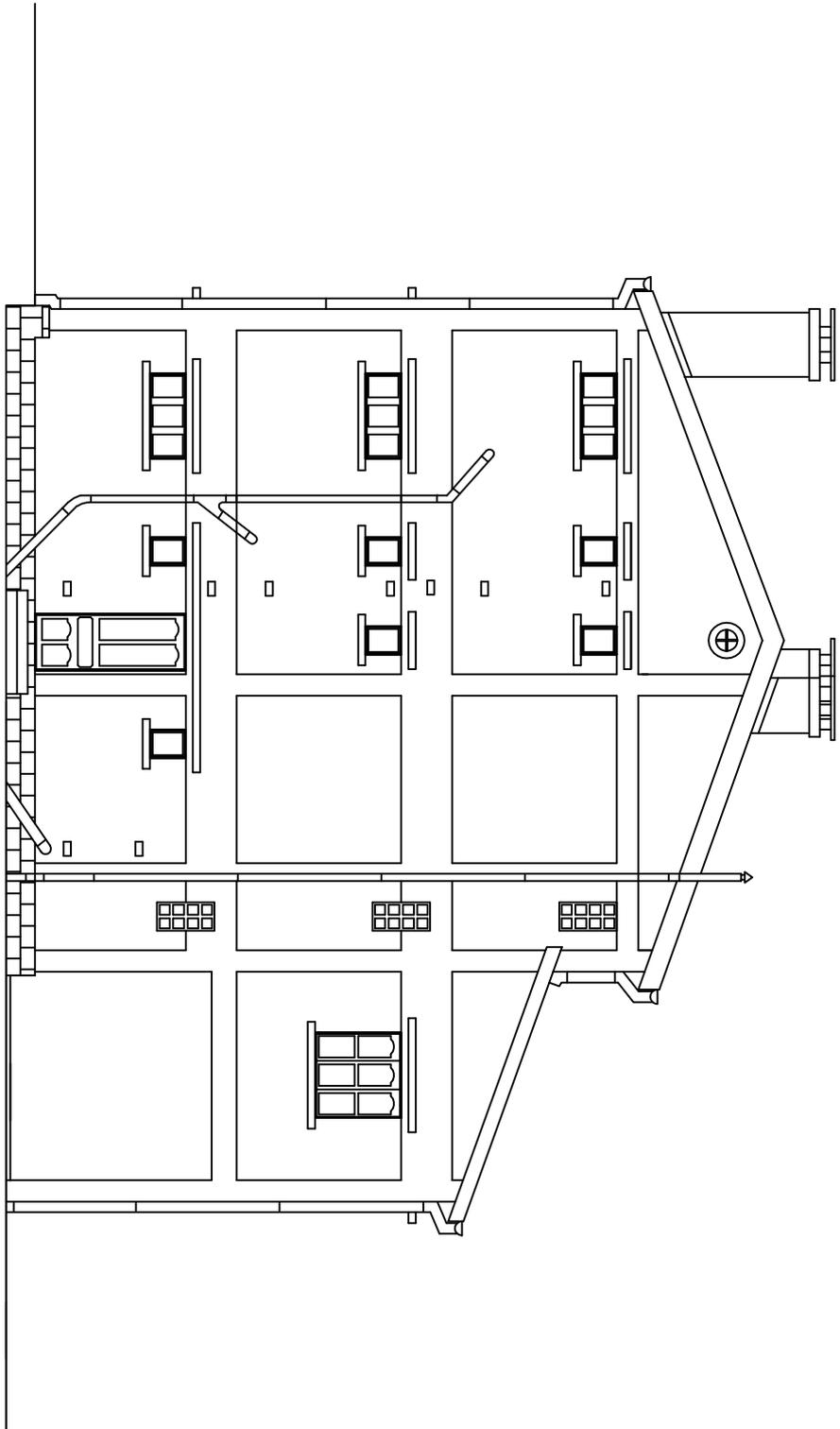
FACADE PRINCIPALE

Echelle: 1/50

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

10



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

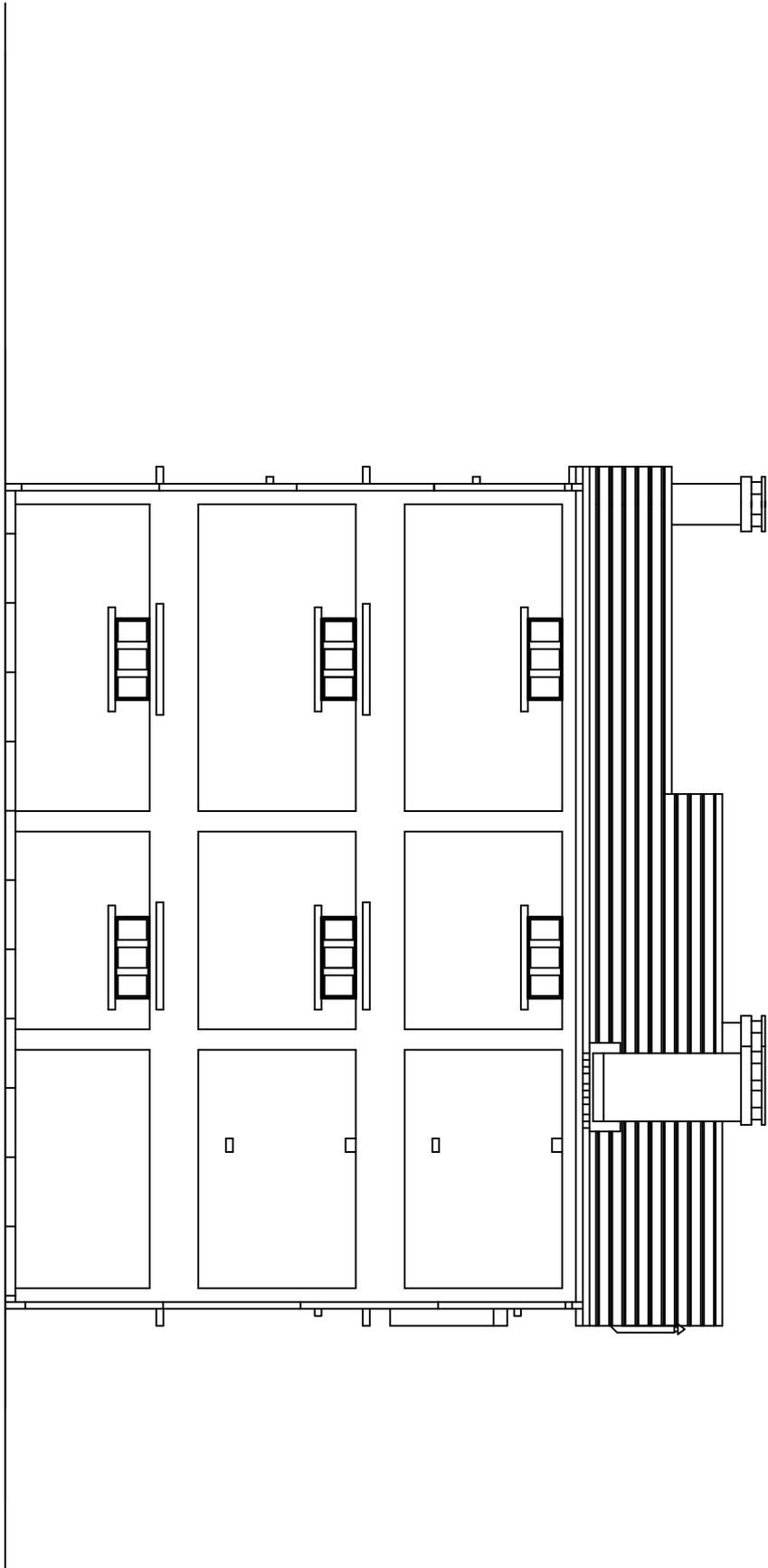
Echelle: 1/50

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

FACADE POSTERIEURE

11



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

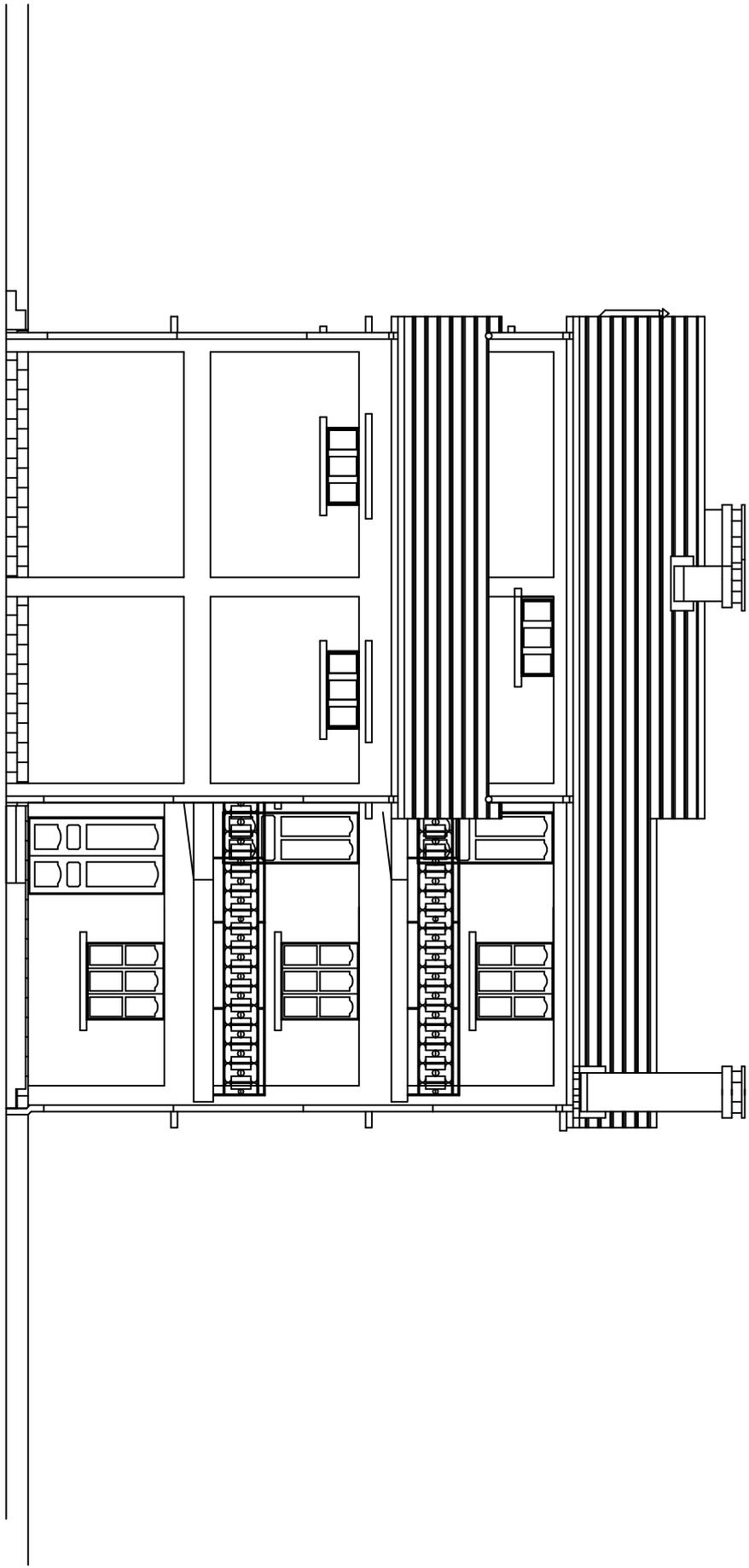
FACADE LATÉRALE DROITE

Echelle: 1/50

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

12



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

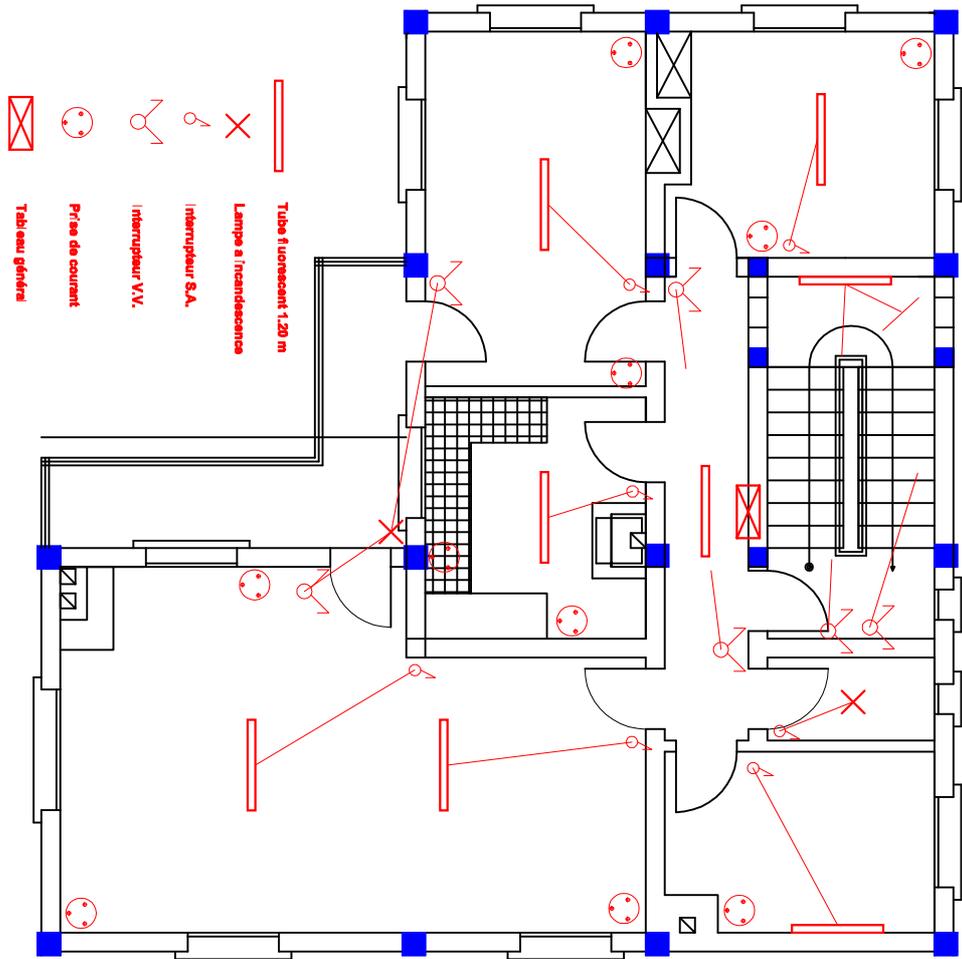
FACADE LATÉRALE GAUCHE

Echelle: 1/50^e

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

13



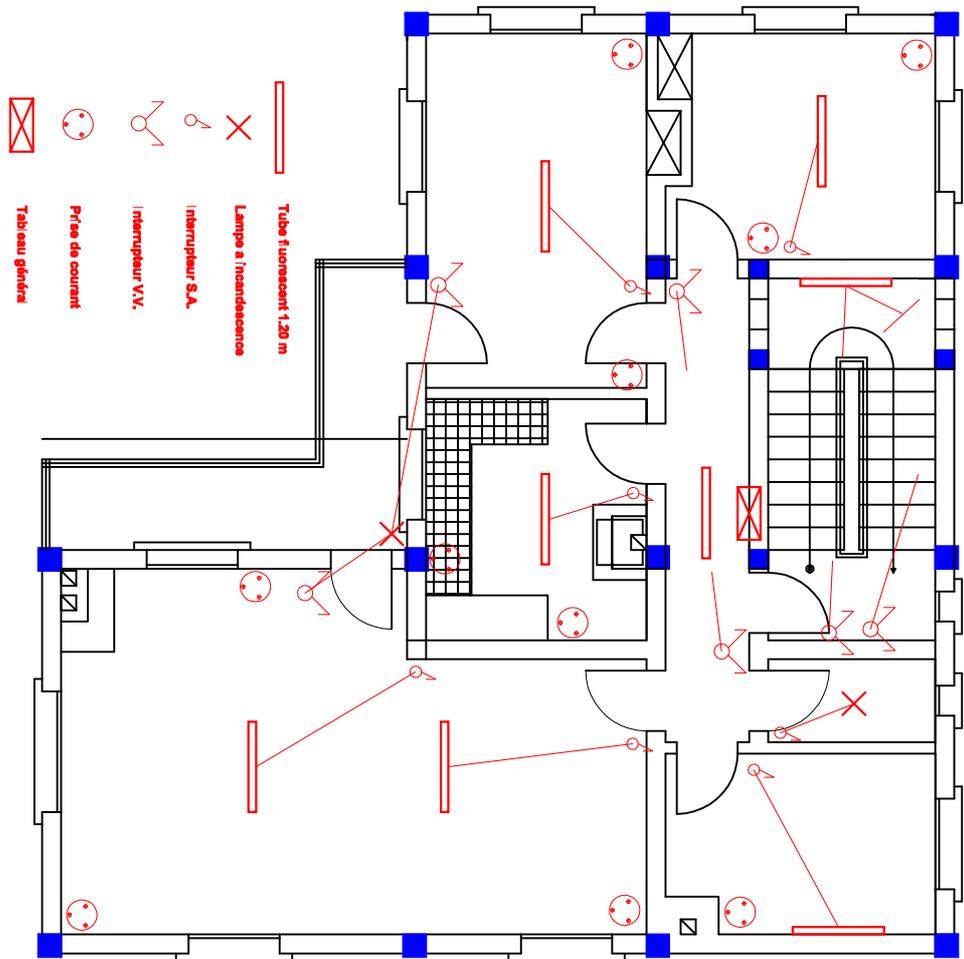
Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

INSTALLATION
ELECTRIQUE DU RDC

Echelle: 1/50

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

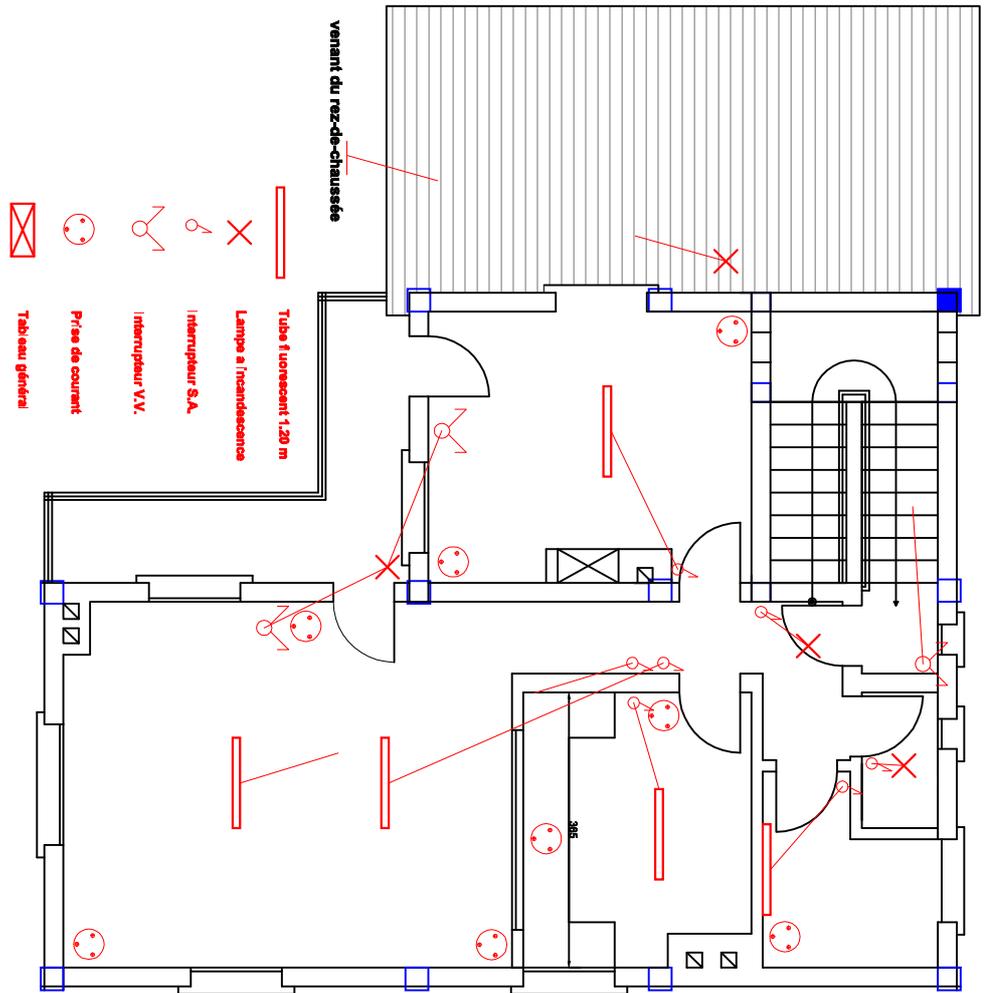
INSTALLATION ELECTRIQUE
DU 1er ETAGE

Echelle: 1/50

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

15



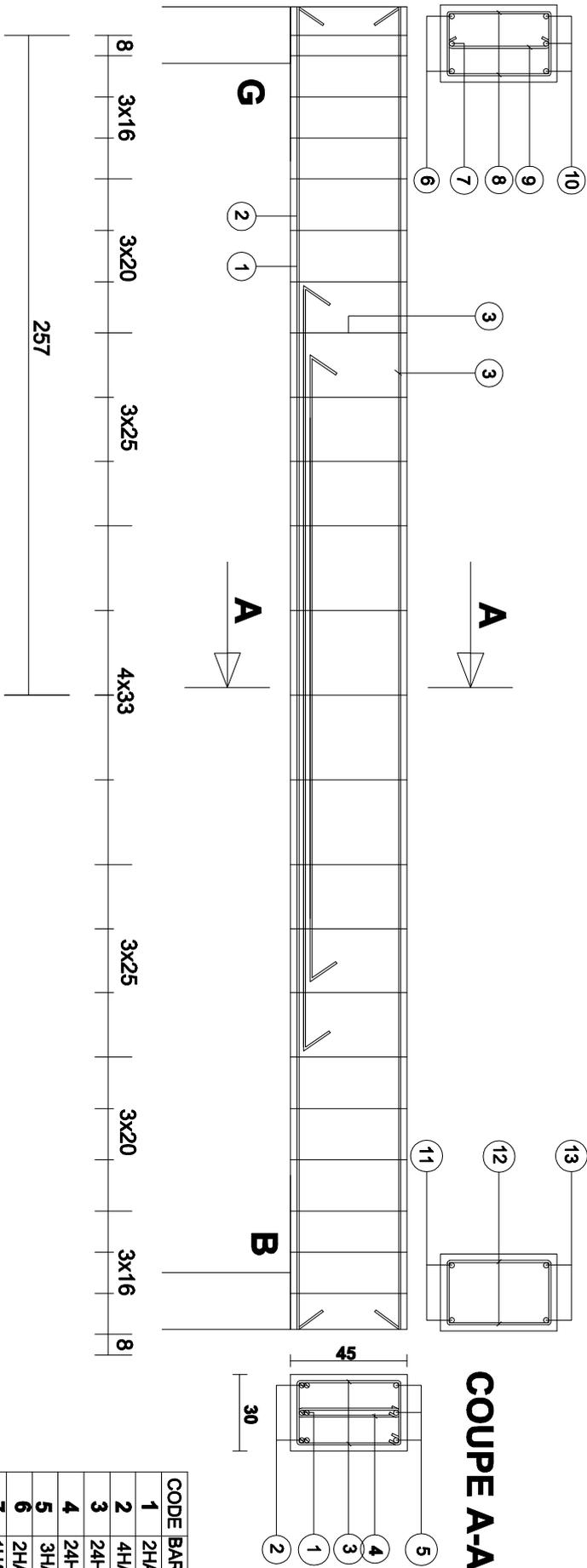
Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

INSTALLATION ELECTRIQUE
DU 2ème ETAGE

Echelle: 1/50

Novembre 2009

Dessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA



COUPE A-A

CODE	BARRE	FORME
1	2HA16	8/16
2	4HA20	8/16
3	24HA8	40/25
4	24HA8	40
5	3HA8	8/16
6	2HA16	40
7	1HA20	40
8	3HA8	40/25
9	3HA8	40
10	3HA8	40
11	2HA12	40
12	3HA8	40/25
13	2HA8	40

Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

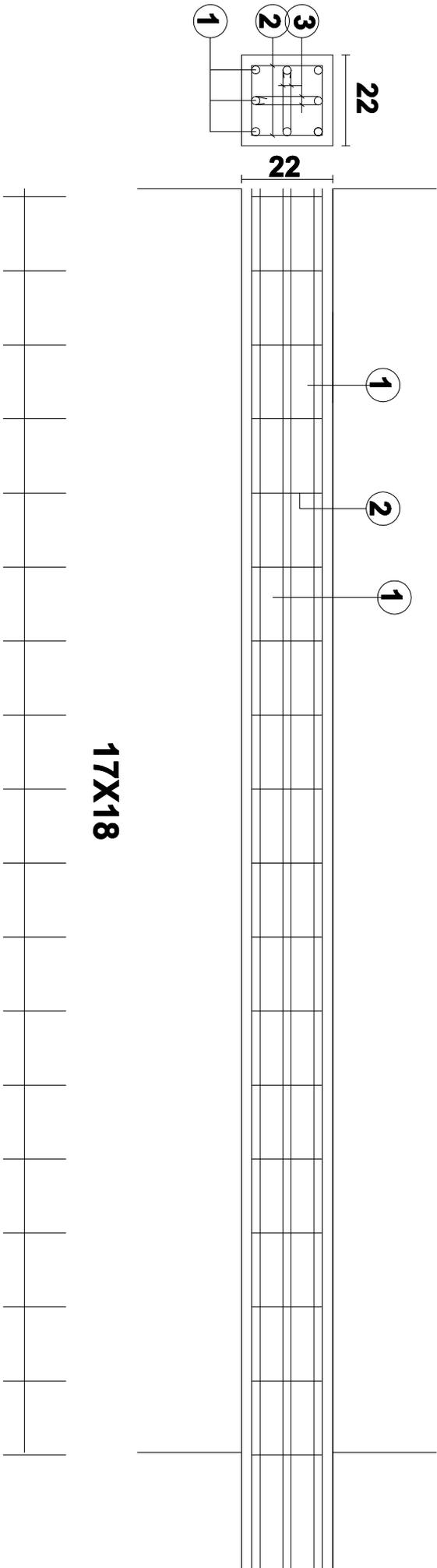
Echelle: 2/50

Novembre 2009

PLAN DE FERRAILLAGE DE
LA POUTRE BG

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

CODE	BARRE	FORME
1	8HA12	300
2	17HA6	17 17
3	34HA6	17



Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

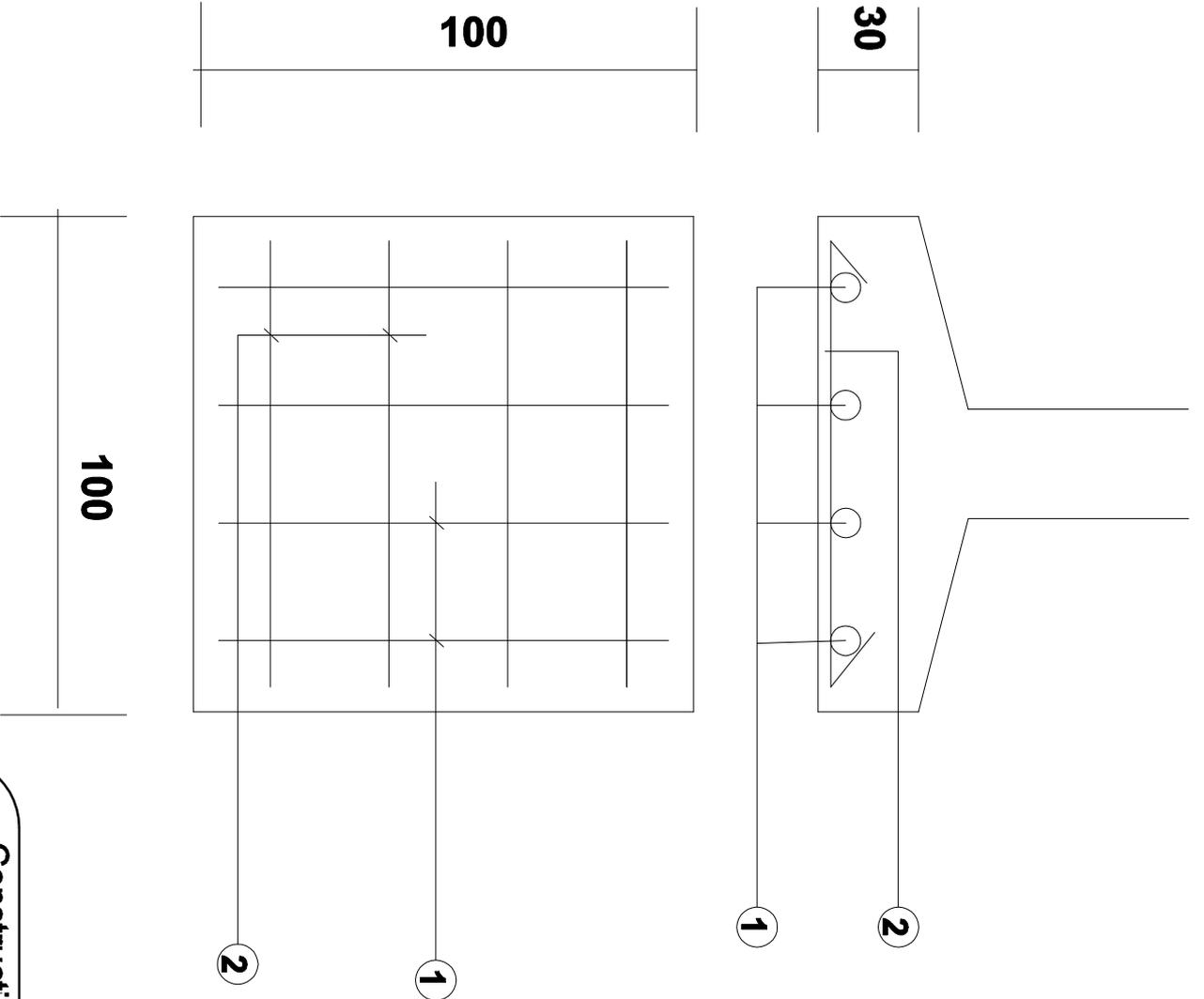
**PLAN DE FERRAILLAGE
DU POTEAU DU 1^{er} ETAGE**

Echelle: 2/5^e

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

18



CODE	BARRE	FORME
1	4HA12	↙ 90 ↘
2	4HA12	↖ 90 ↗

Construction d'une maison d'habitation (R+2) s/s à Manjaka || afy

PLAN DE FERRAILLAGE
DE LA SEMELLE

Echelle: 2/50

Novembre 2009

Deessinateur: Bodoseheno A. RAMI ADANTSALAMA

ANNEXE II. CALCULS EN BETON ARME

SECTIONS – POIDS – PERIMETRES NOMINAUX

ϕ [mm]	SECTIONS [cm ²]										ϕ [mm]	Poids [kg/m]	P.N [cm]
	1 barre	2 barres	3 barres	4 barres	5 barres	6 barres	7 barres	8 barres	9 barres	10 barres			
5	0,196	0,392	0,589	0,785	0,981	1,18	1,374	1,57	1,76	1,96	5	0,154	1,57
6	0,283	0,565	0,848	1,13	1,414	1,69	1,979	2,26	2,54	2,83	6	0,222	1,80
8	0,503	1,00	1,50	2,01	2,513	3,01	3,518	4,02	4,52	5,03	8	0,394	2,51
10	0,785	1,57	2,35	3,14	3,925	4,71	5,498	6,28	7,07	7,85	10	0,616	3,14
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,92	9,04	10,18	11,31	12	0,887	3,77
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39	14	1,208	4,40
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,13	18,15	20,17	16	1,578	5,13
20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,15	31,62	20	2,466	6,28
25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	25	3,853	7,25
32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	32	6,313	10,05
40	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,4	87,96	100,53	113,10	125,66	40	9,954	12,57

ANNEXE III. SOUS DETAILS DE PRIX**ANNEXE 3.1 SOUS DETAIL DE PRIX DE LA FOUILLE**

Désignation: **Fouille**

Rendement: R: 10 m3/j

Prix n°	U	Qté	Durée (jour)
2-02	m3	57,27	5,73

Composante des prix			Coûts directs			Dépenses directes				Total (en Ariary)	
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	MTRL	MO	MTRO	TRSP		
Matériel											
Lot d'outillage	Fft	1,00	Fft	1,00	2 000	2 000				2 000	
										2 000	
Main d'œuvre											
Chef de chantier	Hj	1,00	h	1,00	1 600		1 600			1 600	
Chef d'équipe	Hj	1,00	h	1,00	1 300		1 300			1 300	
Ouvrier Spécialisé	Hj	2,00	h	-	900		-			-	
Mancœuvre	Hj	4,00	h	8,00	700		22 400			22 400	
										25 300	
					K =	1,35	TOTAL DES DEBOURSES (D)			27 300	
										Prix unitaire PU = K*D/R	3 686

ANNEXE 3.2 SOUS DETAIL DE PRIX DE LA MACONNERIE DE BRIQUE ARTISANALE**Désignation:** Maçonnerie de brique mur22**Rendement:** R : 16 m2/j

Prix n°	U	Qté	Durée (jour)
5-06	m ²	555,11	34,69

Composante des prix			Coûts directs			Dépenses directs				Total (en Ariary)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	MTRL	MO	MTRO	TRSP	
Matériel										
Lot d'outillage	Fft	1,00	Fft	1,00	2 200	2 200				2 200
										2 200
Main d'œuvre										
Chef de chantier	Hj	1,00	h	1,00	1 600		1 600			1 600
Chef d'équipe	Hj	1,00	h	4,00	1 300		5 200			5 200
Ouvrier Spécialisé	Hj	4,00	h	8,00	900		28 800			28 800
Manceuvre	Hj	4,00	h	8,00	700		22 400			22 400
										58 000
Matériaux										
Ciment	kg	5,00	kg	40,00	450			18 000		36 000
Brique	U	90,00	U	720,00	65			46 800		93 600
Sable	m3	0,02	m3	0,16	8 000			1 280		2 560
Eau	L	3,00	L	24,00	1			24		48
										132 208
Transport										
Ciment	kg	5,00	kg	40,00	150				6 000	12 000
Brique	U	90,00	U	720,00	30				21 600	43 200
Sable	m3	0,02	m3	0,16	8 000				1 280	2 560
										57 760
K = 1,35						TOTAL DES DEBOURSES (D)				250 168
						Prix unitaire PU = K*D/R				21 108

Désignation: **Maçonnerie de brique ép10**

Rendement: R : 18 m2/j

Prix n°	U	Qté	Durée (jour)
5-07	m ²	186,95	10,39

Composante des prix			Coûts directs			Dépenses directs				Total (en Ariary)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	MTRL	MO	MTRO	TRSP	
Matériel										
-Lot d'outillage	Fft	1,00	Fft	1,00	2 200	2 200				2 200
										2 200
Main d'œuvre										
Chef de chantier	Hj	1,00	h	1,00	1 600		1 600			1 600
Chef d'équipe	Hj	1,00	h	4,00	1 300		5 200			5 200
Ouvrier Spécialisé	Hj	2,00	h	8,00	900		14 400			14 400
Manœuvre	Hj	4,00	h	8,00	700		22 400			22 400
										43 600
Matériaux										
Ciment	kg	2,50	kg	40,00	450			18 000		20 250
Brique	U	45,00	U	720,00	65			46 800		52 650
Sable	m3	0,01	m3	0,16	8 000			1 280		1 440
Eau	L	1,50	L	24,00	1			24		24
										74 364
Transport										
Ciment	kg	2,50	kg	40,00	150				6 000	6 750
Brique	U	45,00	U	720,00	30				21 600	24 300
Sable	m3	0,01	m3	0,16	8 000				1 280	1 440
										32 490
					K = 1,35	TOTAL DES DEBOURSES (D)				152 654
						Prix unitaire PU = K*D/R				11 449

ANNEXE 3.3 SOUS DETAIL DE PRIX DE LA MACONNERIE DU BETON DE PROPLETEDésignation: **Béton de propreté Q200**

Rendement: R : 1,00 m3/j

Prix n°	U	Quantité	Durée (jour)
4-01	m3	2,20	2,20

Composante des prix			Coûts directs			Dépenses directs				Total (en Ariary)
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	MTRL	MO	MTRO	TRSP	
Matériel										
Lot d'outillage	Fft	1,00	Fft	1,00	10 000	10 000				10 000
										10 000
Main d'œuvre										
Chef de chantier	Hj	1,00	h	1,00	1 600		1 600			1 600
Chef d'équipe	Hj	1,00	h	4,00	1 300		5 200			5 200
Ouvrier Spécialisé	Hj	1,00	h	8,00	900		7 200			7 200
Manœuvre	Hj	4,00	h	8,00	700		22 400			22 400
										36 400
Matériaux										
Ciment	kg	200,00	kg	200,00	450			90 000		90 000
Gravillon	m3	0,80	m3	0,80	50 000			40 000		40 000
Sable	m3	0,40	m3	0,40	6 000			2 400		2 400
Eau	L	160,00	L	160,00	1			160		160
										132 560
Transport										
Ciment	kg	200,00	kg	200,00	150				30 000	30 000
Gravillon	m3	0,80	m3	0,80	10 000				8 000	8 000
Sable	m3	0,40	m3	0,40	8				3 200	3 200
										41 200
					K =	1,35	TOTAL DES DEBOURSES			220 160
					Prix unitaire PU = K*D/R					297 216

ANNEXE 3.4 SOUS DETAIL DE PRIX DE LA MACONNERIE DU FERRAILLAGEDésignation: **ferrailage**

Rendement: R = 60 kg/j

Prix n°	U	Quantité	Durée (jour)
4-05	m²	8 533,14	142,22

Composante des prix			Coûts directs			Dépenses directs				Total
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	MTRL	MO	MTRO	TRSP	
Matériels:										
Lot outillage	fft	1	fft	1	4 500	4 500				4 500
										4 500
Main d'œuvre										
Chef d'Equipe	Hj	1	H	2	700		1 400			1 400
Ferrailleur	Hj	4	H	8	450		14 400			14 400
Manœuvre	Hj	8	H	8	320		20 480			20 480
										36 280
Matériaux										
Fer rond	kg	60	kg	60	3 200			192 000		192 000
Fil recuit	kg	5	kg	5	3 000			15 000		15 000
										207 000
transport										
Fer rond	kg	60	kg	60	100				6000	6 000
Fil recuit	kg	5	kg	5	40				200	200
										6 200
K = 1,35						TOTAL DES DEBOURSES				253 980
						Prix unitaire PU = K*D/R				5 715

ANNEXE 3.5 SOUS DETAIL DE PRIX DE LA MACONNERIE DU COFFRAGEDésignation: **coffrage**

Rendement: R= 30 m2/j

Prix n°	U	Quantité	Durée (jour)
4-04	m²	671,53	22,38

Composante des prix			Coûts directs			Dépenses directs				Total
Désignation	U	Qté	U	Qté	PU	Matériel	MO	Matériaux	Transport	
Matériels:										
Lot outillage	fft	1	fft	1	4 500	4 500				4 500
										4 500
Main d'œuvre:										
Chef d'équipe	H/J	1	H	2	700		1 400			1 400
Charpentier	H/J	5	H	8	450		18 000			18 000
Mancœuvre	H/J	5	H	8	320		12 800			12 800
										32 200
Matériaux:										
Bois scellages	m	0,2	m	1,1	200000			220 000		220 000
Pointe	kg	0,1	kg	5	2500			12 500		12 500
										232 500
Transport										
Bois scellages	m	0,2	m	1,1	150				165	165
Pointe	kg	0,1	kg	5	50				250	250
										415
K = 1,35						TOTAL DES DEBOURSES (D)				269 615
						Prix unitaire PU = K*D/R				12 132

ANNEXE IV. CALCUL DE STRUCTURES

ANNEXE 4.1 CALCUL A L'ELS

Tableau 50 : Moment maximale $M(x)$ pour les charges verticales, en $Tf.m$

Barres	BG	GJ	JN	MK	KF	FC	DE	EL
x	2,938	1,620	1,376	1,463	1,249	2,879	2,931	1,310
$\mu(x)$	8,881	4,978	2,829	1,483	3,100	10,477	3,795	1,644
$M(x)$	13,504	9,339	4,398	0,927	0,510	5,972	5,810	3,526

Tableau 51 : Moment maximale $M(x)$ pour les charges verticales avec effet du vent gauche, en $Tf.m$

Barres	BG	GJ	JN	MK	KF	FC	DE	EL	ON	NM	KL
x	2,928	1,613	1,350	1,405	1,206	2,858	2,905	1,296	0,045	0,835	1,309
$\mu(x)$	8,892	4,971	2,815	1,472	3,043	10,497	3,805	1,636	0,010	0,147	0,137
$M(x)$	13,504	9,351	4,392	0,883	0,591	5,913	5,809	3,345	0,181	0,111	0,014

Tableau 52 : Moment maximale $M(x)$ pour les charges verticales avec effet du vent droit, en $Tf.m$

barres	BG	GJ	JN	MK	KF	FC	DE	EL	ON	NM	KL
x	2,946	1,627	1,396	1,528	1,288	2,906	2,995	1,387	0,331	-0,261	-0,120
$\mu(x)$	8,874	4,984	2,838	1,491	3,148	10,449	3,766	1,688	0,069	-0,069	-0,026
$M(x)$	13,505	9,330	4,403	0,944	0,455	6,043	5,774	3,331	0,240	0,444	0,267

Tableau 53 : récapitulation des moments fléchissant dus aux charges verticales et aux effets du vent, en $Tf.m$

Nœuds	O	I	H	A	B				G				J				N			M	
Barres	ON	IJ	HG	AB	BA	BC	BG	GB	GH	GF	GJ	JG	JI	JK	JN	NJ	NO	NM	MN	MK	
Mr1	-0,238	-0,150	-0,309	0,232	0,632	1,071	-1,703	6,819	-0,450	-0,648	-5,721	2,491	-0,131	-0,096	-2,264	0,650	-0,307	-0,343	-0,321	0,322	
Mr2	-0,181	-0,203	-0,364	0,174	0,568	1,221	-1,789	6,755	-0,507	-0,480	-5,768	2,454	-0,185	0,068	-2,337	0,537	-0,483	-0,054	-0,270	0,270	
Mr3	-0,231	-0,146	-0,305	0,352	0,528	1,114	-1,641	6,868	-0,444	-0,744	-5,681	2,524	-0,126	-0,192	-2,206	0,735	-0,297	-0,438	-0,419	0,419	

Nœuds	K				F				C			D		E			L	
Barres	KM	KJ	KL	KF	FK	FG	FE	FC	CF	CB	CD	DC	DE	ED	EF	EL	LE	LK
Mr1	-0,833	-0,083	-0,062	0,978	-5,946	-0,724	-0,644	7,313	-2,290	1,143	1,147	0,799	-0,799	2,936	-0,459	-2,477	0,135	-0,135
Mr2	-0,997	0,073	0,125	0,798	-6,077	-0,557	-0,539	7,174	-2,506	1,283	1,222	0,885	-0,885	2,869	-0,354	-2,516	0,121	-0,121
Mr3	-0,687	-0,174	-0,266	1,127	-5,810	-0,817	-0,864	7,491	-2,025	0,955	1,070	0,541	-0,541	3,064	-0,684	-2,379	0,334	-0,334

Tableau 54 : récapitulation des efforts tranchants dus aux charges verticales et aux effets du vent, en Tf

Nœuds	O	I	H	A	B			G				J			N			M		
Barres	ON	IJ	HG	AB	BA	BC	BG	GB	GH	GF	GJ	JG	JI	JK	JN	NJ	NO	NM	MN	MK
Tr1	-0,188	-0,097	-0,261	0,297	0,297	0,738	-3,936	5,923	-0,261	-0,457	-4,554	2,876	-0,097	-0,060	-3,030	2,021	-0,188	-0,221	-0,221	1,148
Tr2	-0,228	-0,134	-0,300	0,256	0,256	0,835	-5,109	7,037	-0,300	-0,346	-5,438	3,716	-0,134	0,047	-3,674	2,549	-0,228	-0,108	-0,108	1,384
Tr3	-0,182	-0,094	-0,258	0,303	0,303	0,690	-2,431	4,460	-0,258	-0,520	-3,417	1,777	-0,094	-0,122	-2,225	1,306	-0,182	-0,286	-0,286	0,830

Nœuds	K				F				C			D		E			L	
Barres	KM	KJ	KL	KF	FK	FG	FE	FC	CF	CB	CD	DC	DE	ED	EF	EL	LE	LK
Tr1	-1,468	-0,060	-0,076	1,283	-3,863	-0,457	-0,424	6,755	-4,805	0,738	0,748	0,748	-1,690	2,520	-0,424	-1,941	0,724	-0,076
Tr2	-1,838	0,047	0,002	1,798	-4,541	-0,346	-0,343	8,027	-6,214	0,835	0,810	0,810	-2,207	2,978	-0,343	-2,264	1,020	0,002
Tr3	-0,998	-0,122	-0,230	0,582	-3,015	-0,520	-0,596	5,101	-2,978	0,690	0,619	0,619	-0,981	1,961	-0,596	-1,463	0,400	-0,230

ANNEXE 4.2 CALCUL A L'ELU

Tableau 55 : Moment maximale M(x) pour les charges verticales, Tf.m

barres	BG	GJ	JN	MK	KF	FC	DE	EL
x	2,924	1,612	1,346	1,470	1,258	2,881	2,937	1,312
$\mu(x)$	12,304	6,874	3,905	2,113	4,311	14,482	5,401	2,335
M(x)	18,687	12,933	6,098	1,319	0,688	8,259	8,268	5,007

Tableau 56 : Moment maximale M(x) pour les charges verticales avec effet du vent gauche, en Tf.m

barres	BG	GJ	JN	MK	KF	FC	DE	EL	ON	NM	KL
x	2,930	1,615	1,356	1,431	1,225	2,866	2,919	1,311	0,087	0,555	1,047
$\mu(x)$	12,297	6,877	3,912	2,103	4,252	14,502	5,411	2,334	0,026	0,143	0,171
M(x)	18,679	12,931	6,096	1,262	0,778	8,203	8,258	5,037	0,220	0,191	0,021

Tableau 57 : Moment maximale $M(x)$ pour les charges verticales avec effet du vent droit, en Tf.m

barres	BG	GJ	JN	MK	KF	FC	DE	EL	ON	NM	KL
x	2,941	1,624	1,385	1,510	1,286	2,901	2,988	1,371	0,360	-0,274	-0,087
$\mu(x)$	12,282	6,888	3,933	2,120	4,360	14,454	5,368	2,383	0,097	-0,095	-0,025
$M(x)$	18,681	12,911	6,108	1,347	0,630	8,336	8,219	5,005	0,301	0,582	0,332

Tableau 58 : récapitulation des moments fléchissant dus aux charges verticales et aux effets du vent, en Tf.m

Nœuds	O	I	H	A	B			G				J			N			M		
Barres	ON	IJ	HG	AB	BA	BC	BG	GB	GH	GF	GJ	JG	JI	JK	JN	NJ	NO	NM	MN	MK
Mr1	-0,084	0,044	-0,178	0,562	1,103	1,479	-2,520	9,322	-0,377	-0,882	-7,981	3,391	0,068	-0,114	-3,261	0,722	-0,189	-0,471	-0,436	0,477
Mr2	-0,219	-0,240	-0,463	0,282	0,829	1,624	-2,453	9,359	-0,660	-0,736	-7,964	3,409	-0,215	0,026	-3,220	0,776	-0,617	-0,159	-0,439	0,439
Mr3	-0,287	-0,166	-0,387	0,510	0,769	1,560	-2,328	9,457	-0,581	-0,991	-7,886	3,469	-0,140	-0,225	-3,105	0,956	-0,381	-0,574	-0,548	0,548

Nœuds	K				F				C			D		E			L	
Barres	KM	KJ	KL	KF	FK	FG	FE	FC	CF	CB	CD	DC	DE	ED	EF	EL	LE	LK
Mr1	-1,166	-0,094	-0,062	1,404	-8,194	-0,983	-0,873	10,133	-3,144	1,590	1,616	1,144	-1,103	4,198	-0,621	-3,514	0,208	-0,167
Mr2	-1,338	0,036	0,094	1,208	-8,330	-0,840	-0,827	9,997	-3,353	1,716	1,637	1,177	-1,177	4,124	-0,576	-3,548	0,233	-0,233
Mr3	-1,026	-0,200	-0,332	1,557	-8,058	-1,092	-1,163	10,313	-2,866	1,360	1,506	0,802	-0,802	4,335	-0,917	-3,418	0,429	-0,429

Tableau 59 : récapitulation des efforts tranchants dus aux charges verticales et aux effets du vent, en Tf

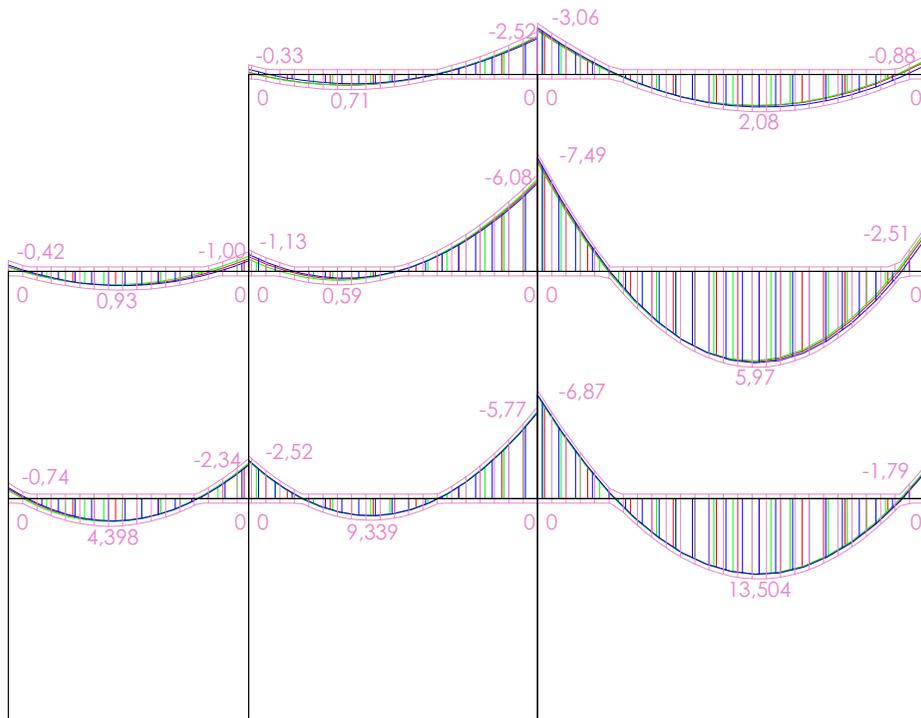
Nœuds	O	I	H	A	B			G				J			N			M		
Barres	ON	IJ	HG	AB	BA	BC	BG	GB	GH	GF	GJ	JG	JI	JK	JN	NJ	NO	NM	MN	MK
Tr1	-0,262	-0,135	-0,363	0,410	0,410	1,021	-2,739	5,488	-0,363	-0,632	-4,259	1,941	-0,135	-0,080	-2,805	1,410	-0,262	-0,308	-0,308	0,860
Tr2	-0,288	-0,157	-0,386	0,383	0,383	1,113	-3,821	6,503	-0,386	-0,525	-5,073	2,707	-0,157	0,021	-3,409	1,881	-0,288	-0,199	-0,199	1,088
Tr3	-0,230	-0,105	-0,333	0,440	0,440	0,973	-1,247	4,016	-0,333	-0,694	-3,130	0,836	-0,105	-0,142	-2,020	0,677	-0,230	-0,374	-0,374	0,549

Nœuds	K				F				C			D		E			L	
Barres	KM	KJ	KL	KF	FK	FG	FE	FC	CF	CB	CD	DC	DE	ED	EF	EL	LE	LK
Tr1	-1,323	-0,080	-0,104	0,373	-3,921	-0,632	-0,591	6,169	-3,476	1,021	1,045	1,045	-1,163	2,349	-0,591	-1,981	0,242	-0,104
Tr2	-1,650	0,021	-0,053	0,844	-4,544	-0,525	-0,540	7,343	-4,762	1,113	1,082	1,082	-1,632	2,776	-0,540	-2,256	0,534	-0,053
Tr3	-0,847	-0,142	-0,292	-0,315	-3,062	-0,694	-0,800	4,531	-1,639	0,973	0,888	0,888	-0,437	1,810	-0,800	-1,488	-0,065	-0,292

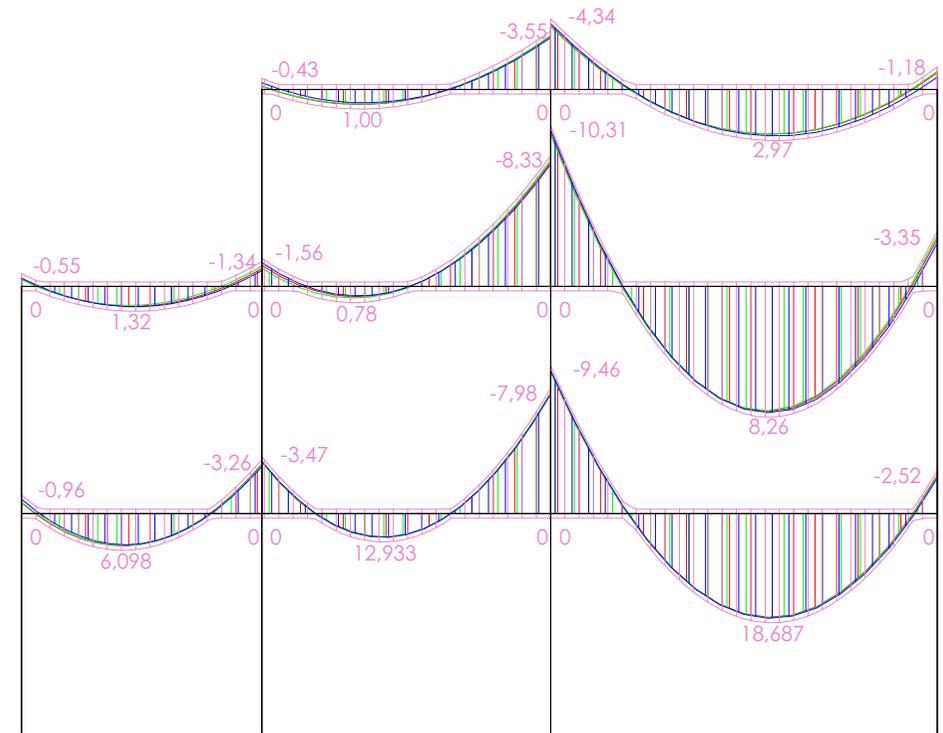
ANNEXE V. SOLLICITATIONS

1. MOMENT FLECHISSANT EN TRAVEE
2. MOMENT FLECHISSANT AU NIVEAU DES POTEAUX
3. EFFORT TRANCHANT AU NIVEAU DES POUTRES
4. EFFORT TRANCHANT AU NIVEAU DES POTEAUX

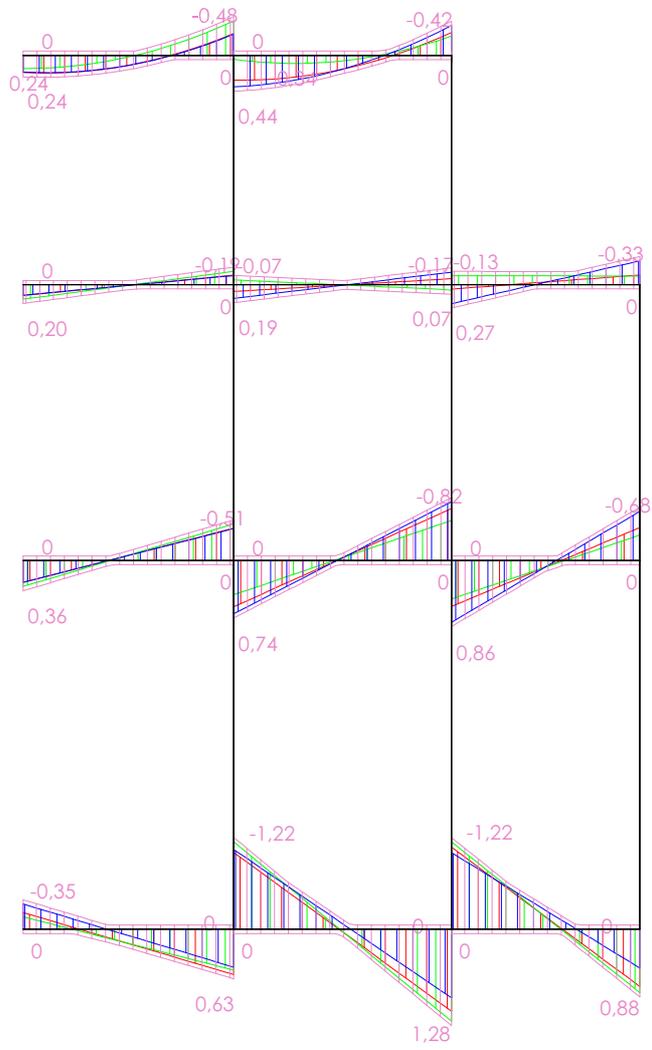
Moment fléchissant à l'ELS: poutre



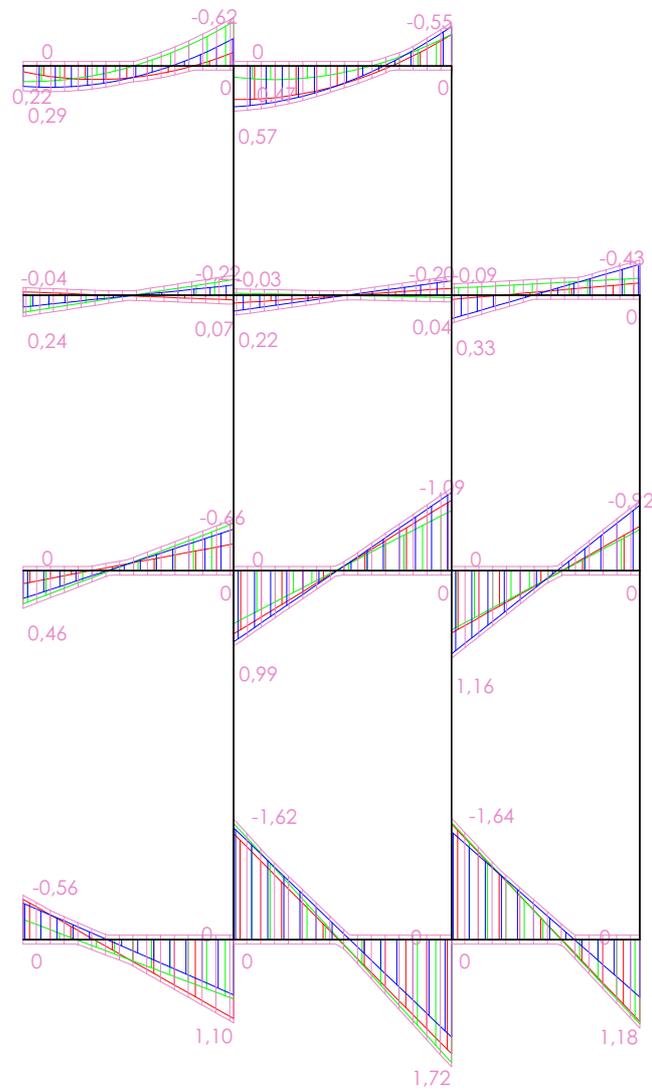
Moment fléchissant à l'ELU: poutre



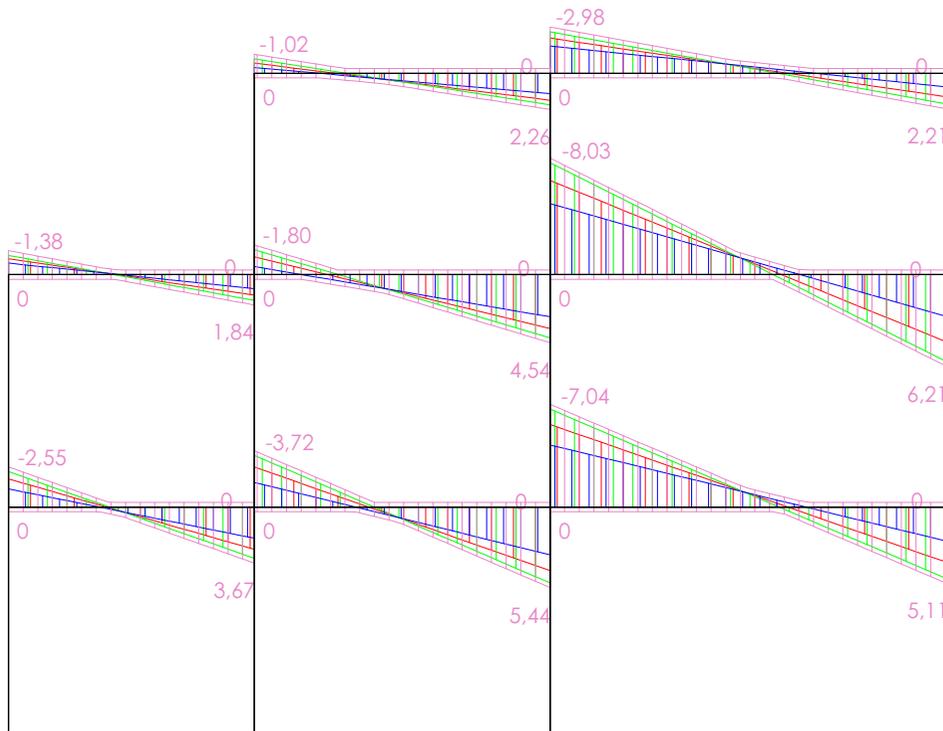
Moment fléchissant à l'ELS: poteau



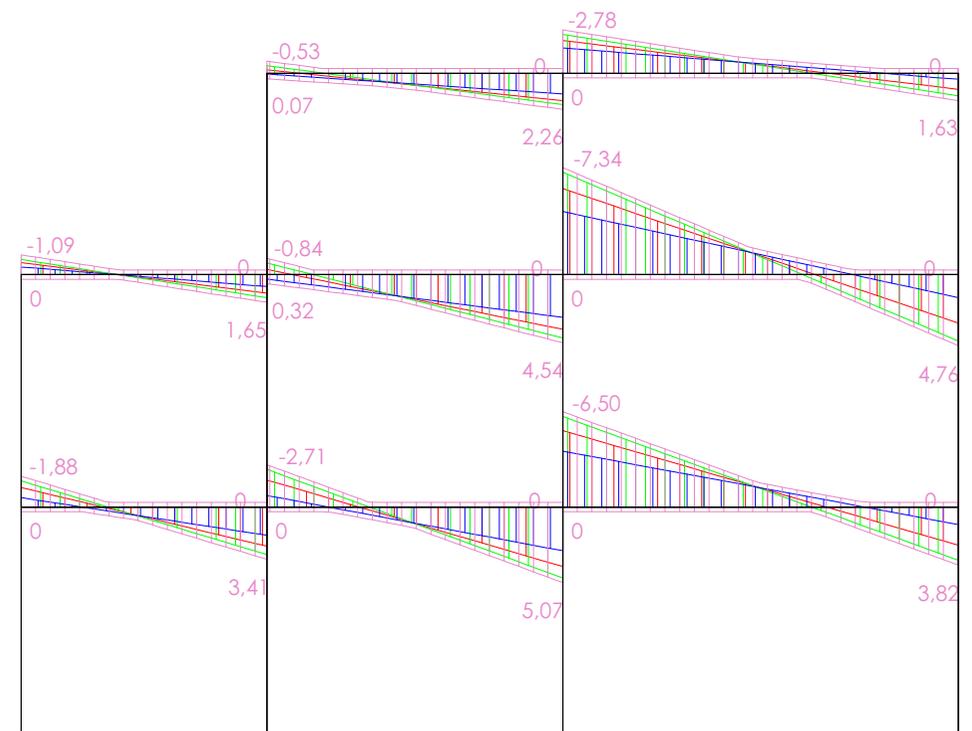
Moment fléchissant à l'ELU: poteau



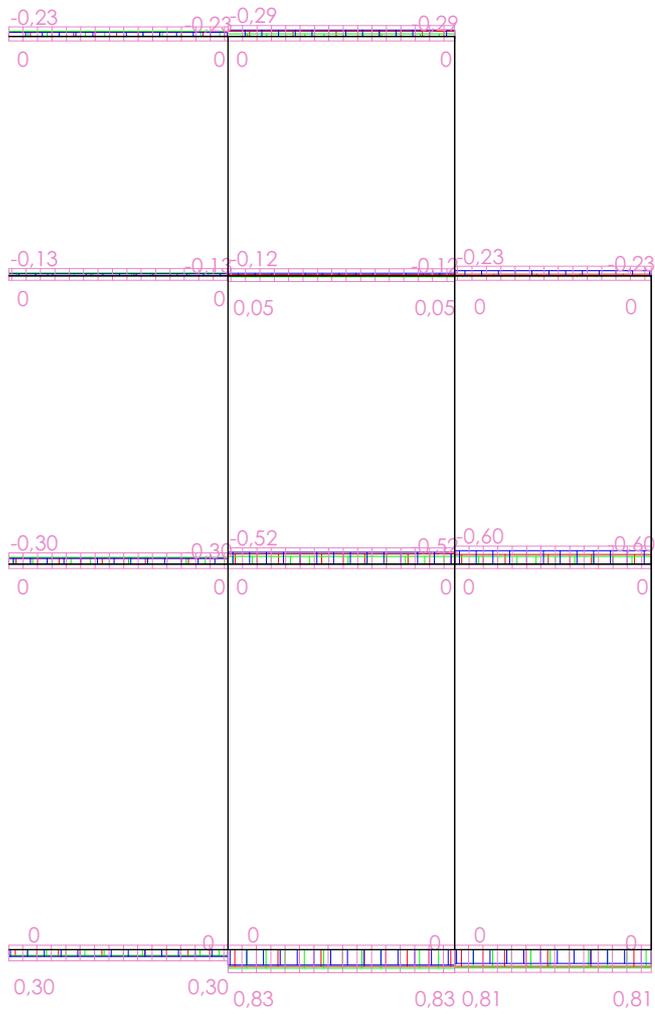
Effort Tranchant à l'ELS: poutre



Effort tranchant à l'ELU: poutre



Effort tranchant à IELS: poteau



Effort Tranchant à IELU: poteau

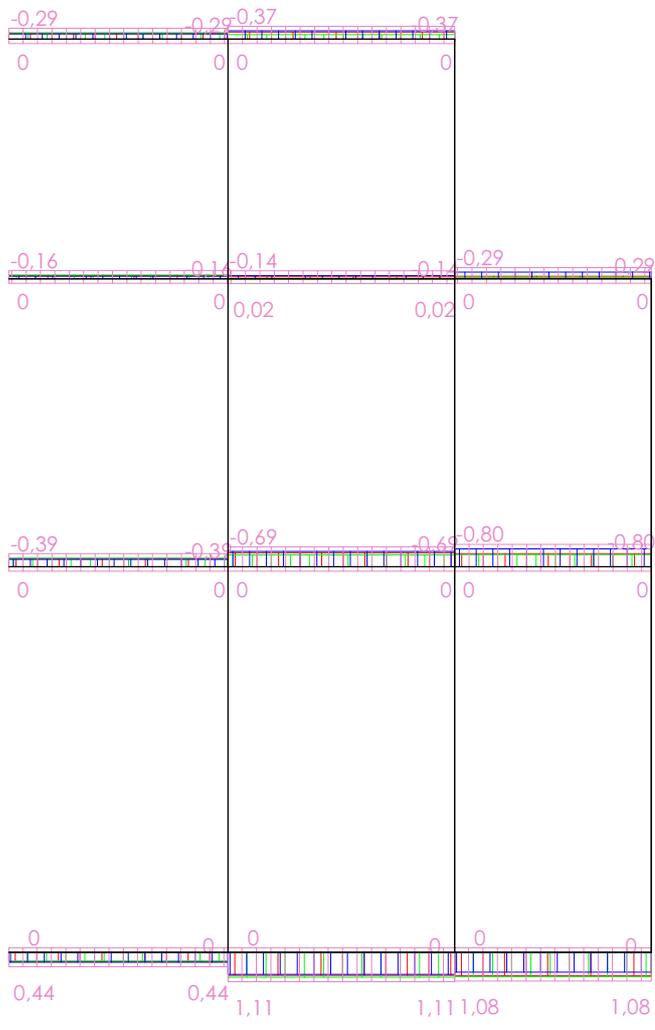


TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE	i
LISTE DES NOTATIONS/ SYMBOLES ET ABREVIATIONS	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES	ix
INTRODUCTION	1
Partie I : ENVIRONNEMENT DU PROJET	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET.....	2
<i>1.1 Projet</i>	<i>2</i>
<i>1.2 Intervenant :</i>	<i>2</i>
<i>1.3 Objet du projet.....</i>	<i>2</i>
<i>1.4 Description sommaire</i>	<i>2</i>
1.4.1 Toiture.....	2
1.4.2 Plancher	2
1.4.3 Mur	2
1.4.4 Escalier	3
1.4.5 Revêtement et plafonnage.....	3
1.4.6 Plomberie.....	3
1.4.7 Menuiserie -Vitrerie - Peinture.....	3
1.4.8 Assainissement	4
1.4.9 Zinguerie.....	4
1.4.10 Electricité.....	4
CHAPITRE II : PRESENTATION DU SITE.....	5
<i>2.1 Description de la zone d'étude.....</i>	<i>5</i>
<i>2.2 Environnement géographique de la zone d'étude</i>	<i>7</i>
2.2.1 Climat	7
2.2.2 Température.....	7
2.2.3 Pluviométrie.....	7
2.2.4 Vent.....	8
2.2.5 Sols	8
2.2.6 Végétation.....	8
<i>2.3 Etude démographique de la zone d'étude.....</i>	<i>9</i>
2.3.1 Population.....	9
<i>2.4 Croissance démographique.....</i>	<i>10</i>

2.4.1 Natalité.....	10
2.4.2 Mortalité	11
2.4.3 Taux d'accroissement naturel	11
2.5 Etude socio-économique de la zone d'étude.....	11
2.5.1 Services sociaux.....	11
2.5.2 Secteur économique.....	13
CHAPITRE III : ETUDES ARCHITECTURALES	16
3.1 Description du bâtiment	16
3.1.1 Aménagement intérieur des pièces	16
3.1.2 Estimation de la superficie de chaque local.....	16
3.1.3 Orientation du bâtiment et emplacement des pièces.....	17
3.2 Choix de la structure	18
3.3 Confort dans le bâtiment	18
3.3.1 Exigences d'éclairage	18
3.3.2 Exigences thermiques et acoustiques.....	18
3.3.3 Exigences de sécurité.....	19
3.4 Schémas fonctionnels.....	19
Partie II : ETUDES TECHNIQUES.....	22
CHAPITRE I : PREDIMENTIONNEMENT DES ELEMENTS DE STRUCTURE.....	22
1.1 Plancher	22
1.2 Poutre	23
1.3 Longrine	24
1.4 Poteau.....	24
CHAPITRE II : DESCENTE DES CHARGES.....	27
2.1 But et principe	27
2.2 Démarche de calcul.....	27
2.3 Choix de la file à étudier	27
2.4 Hypothèse de calcul.....	29
2.4.1 Charges permanentes	29
2.4.2 Surcharges d'exploitation	29
2.5 Descente de charge.....	30
2.5.1 Charges permanentes sur les poteaux	31
2.5.2 Surcharges d'exploitation	35
2.5.3 Surcharges climatiques	35
CHAPITRE III. ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE	42
3.1 Calcul de la structure	42
3.1.1 Définition et rôle d'une structure.....	42

3.1.2 Principe général de la méthode de cross	42
3.2 <i>Dimensionnement des éléments en béton armé</i>	45
3.2.1 Notion de la règle de béton armé aux états limites	46
3.2.2 Hypothèse de calcul	46
3.2.3 Organigramme de calcul	48
3.2.4 Poutres	48
3.2.5 Poteau	60
CHAPITRE IV. ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE	65
4.1 <i>Généralité</i>	65
4.2 <i>Dimensionnement de l'ouvrage</i>	66
4.2.1 Calcul de l'aire approche S1	66
4.2.2 Calcul des dimensions approchées	67
4.2.3 Contrôle de la contrainte sur le sol	67
4.3 <i>Détermination des armatures</i>	68
4.3.1 Caractéristique du béton	68
4.3.2 Caractéristique de l'acier	68
4.4 <i>Calcul de la hauteur de rive a'</i>	69
4.5 <i>Encrage des barres</i>	70
Partie III : EXECUTION ET EVALUATION FINANCIERE	72
CHAPITRE I : TECHNOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE	72
1.1 <i>Provenance, qualité et préparation des matériaux</i>	72
1.1.1. Généralités	72
1.1.2 Lieu d'extraction	72
1.1.3 Terre pour remblai	72
1.1.4 Sable pour mortier et béton	72
1.1.5 Granulats pour béton	73
1.1.6 Moellons pour maçonnerie	73
1.1.7 Ciment	73
1.1.8 Eau de gâchage	73
1.1.9 Aciers	74
1.1.10 Briques artisanales	74
1.1.11 Mortiers	74
1.1.12 Revêtement dur – matériaux en céramiques	75
1.1.13 Menuiserie bois	75
1.1.14 Coffrage	76
1.1.15 Plomberie sanitaire	76
1.1.16 Peinture	76

1.1.17 Vitrierie.....	77
1.1.18 Objet de quincaillerie – serrurerie et menuiserie métallique	77
1.1.19 Electricité.....	77
<i>1.2 Technologie d'exécution des ouvrages.....</i>	<i>78</i>
1.2.1 Installation de chantier.....	78
1.2.3. Travaux de terrassement	78
1.2.4 Clôture	79
1.2.5 Gros œuvre.....	79
1.2.6 Second œuvre.....	86
CHAPITRE II : EVALUATION DU COUT DU PROJET	95
2.1 Devis descriptif.....	95
2.2 Devis quantitatif et estimatif.....	106
CONCLUSION	113
BIBLIOGRAPHIE	114

ANNEXES

ANNEXE I. PLANS.....	A1
ANNEXE II. CALCULS EN BETON ARME.....	A21
ANNEXE III. SOUS DETAILS DE PRIX	A22
ANNEXE IV. CALCUL DE STRUCTURES.....	A28
ANNEXE V. SOLLICITATIONS	A31

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO
DEPARTEMENT BATIMENTS ET TRAVAUX

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
Licence ès science technique en Bâtiment et Travaux Publics

Nom : RAMIADANTSALAMA

Prénom: Bodoseheno Albertine

Adresse: Lot A 100 Anjado Betroka (613)

Telephone: 033 18 524 00

E-mail: bodosehenoko@yahoo.fr



Titre de mémoire: « CONTRIBUTION A L'ETUDE DE CONSTRUCTION D'UNE
MAISON D'HABITATION R+2 SISE A AKADIKELY ILAFY »

Nombre de page : 170

Nombre de figures : 21

Nombre de tableau : 49

Résumé

Le présent mémoire a pour objet la construction d'un bâtiment R+2 à usage d'habitation.

A travers l'étude, du point de vue architectural, nous avons recours à une architecture traditionnelle qui est en vogue en ce moment.

Notre travail consiste à effectuer les calculs de structure, les calculs des armatures, le devis estimatif, et l'évaluation financière du projet.

En tirant conséquence de ce qui précède le coût de ce dernier est estimé à 387 378 423 Ariary.

Mots clés : structure, béton armé, film polyane

Rubrique : Bâtiment

Directeur de mémoire : A. RAZAFINJATO Victor