

SOMMAIRES

REMERCIEMENTS
LISTE DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS
LISTE DES TABLEAUX
LISTE DES FIGURES
INTRODUCTION

PARTIE I: ENVIRONNEMENT DU PROJET ET ETUDES ARCHITECTURALES

Chapitre I: Programme général :
Chapitre II: Implantation du projet
Chapitre III: Etude Architecturale

PARTIE II: ETUDES TECHNIQUES

Chapitre I: PREDIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE
Chapitre II: CALCUL DES ACTIONS
Chapitre III: Descente des charges
Chapitre IV: LA TOITURE
Chapitre V: ETUDE DE PORTIQUE - CALCUL DE STRUCTURE
Chapitre VI: Etude de la superstructure
Chapitre VII: ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE
Chapitre VIII: Les éléments de second œuvre

PARTIE III: ETUDES FINANCIERES

Chapitre I: Evaluation financière du projet
Chapitre II: Etude de rentabilité

REMERCIEMENTS

C'est avec reconnaissance et avec très grand plaisir que j'adresse mes vifs remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire, en particulier à :

- Notre **SEIGNEUR TOUT PUISSANT** ;
- Professeur, **RAMANANTSIZEHENA Pascal**, Professeur Titulaire, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;
- Monsieur **RABENATOANDRO Martin**, Maître de Conférence, Chef de Département Bâtiment et Travaux Publics de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;
- Professeur **RAZAFINJATO Victor**, Enseignant du Département Bâtiment et Travaux Publics de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, qui en dépit de son emploi du temps très surchargé, a bien voulu accepter d'encadrer ce mémoire de fin d'études ;
- Tous les **Enseignants** du Département Bâtiment et Travaux Publics de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui nous ont donné le meilleur d'eux-mêmes tout au long de notre formation ;
- Tous les **Membres de jury** qui ont accepté d'évaluer ce modeste mémoire ainsi que d'apporter des remarques et des suggestions visant à son amélioration
- Sœur **Olga PHAN VAN HIEN**, Directeur Général de l'ISTS « Institut Supérieur de travail Social » et en même temps Maître de l'Ouvrage du projet ;
- Monsieur **Arnaud LATAPIE**, Docteur en Sociologie à l'ISTS pour son aide ;
- Monsieur **RAJAONA Georges**, Architecte DPLG – Urbaniste IAR – Propriétaire Gérant du Bureau d'Etudes ECAU « Etudes et Conseils en Architecture et Urbanisme » à Analamahitsy, pour m'avoir donné la permission de refaire l'étude.
- Et Toute la famille surtout **mes parents** ainsi que les amis pour leur soutien et leur présence.

RAJAONA Natacha

LISTE DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS

ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation
BAEL : Béton Armé aux Etats Limites
DRCI : Délai de Récupération des Capitaux Investi
ELS : Etat Limite de Service
ELU : Etat Limite Ultime
ESPA : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo
ISTS : Institut Supérieur de Travail Social
RDC : Rez De Chaussée
TTC : Toutes Taxes Comprises
TRI : Taux de Rentabilité Interne
VAN : Valeur Actualisée Nette

NOTATIONS EN MINUSCULES ROMAINES

n : nombre de niveau
b : Béton
b : Désigne une dimension transversale (largeur ou épaisseur d'une section).
bo : Epaisseur brute de l'âme d'une poutre
c : coefficient de pression
d : distance des aciers à la fibre de béton la plus comprimée
d : Permet de désigner une valeur de dimensionnement ou de calcul.
d (et d') : Distances du barycentre d'armatures respectivement tendues (et comprimées) à fibre extrême la plus comprimée

e: Excentricité de la résultante des contraintes normales par rapport au centre de gravité de la section (comptée positivement vers les compressions).

e : Limite d'élasticité ;

f : ; flambement. Fissuration

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

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

fc28 , ft28 : Résistances caractéristiques à la compression et à la traction du béton âgé de 28 jours

g : Centre de gravité ;

i : Initial ou instantané

j : Age de j jours. :

l : Longitudinal.

le : Limite d'élasticité de l'acier.

ho : Epaisseur d'une membrure de béton

h ou ht : Hauteur totale d'une section de béton armé

k : Coefficient en général, facteur de portance du sol

ks : Effet de site

km : Effet de masque

kh : Effet de hauteur

l: Longueur ou portée

lo: Longueur libre.

ls : Longueur de scellement.

lf: Longueur de flambement

max : Maximal.

min Minimal.

s : Acier pour armatures de béton armé ;

ser : Service.

st : espacement des armatures

.

q: Charge variable unitaire.

u : Périmètre.

NOTATIONS EN MAJUSCULES ROMAINES

A (ou As) :Aire d'une section d'acier.

At : Somme des aires des sections droites d'un cours d'armatures transversales.

B : Aire d'une section de béton

E : Module d'élasticité longitudinale. .

F : Force ou action en général.

G: Module d'élasticité transversale ; action permanente

I : Moment d'inertie en général

K: Coefficient.

M : Moment en général

Mo : Moment de référence

Mu : Moment de calcul ultime.

Mser : Moment de calcul de service ou d'utilisation.

N : Effort normal

Pl : Pression limite

Ple : Pression limite équivalent

Q : Action ou charge variable.

V : Effort tranchant (peut être indicé comme M).

W : action du vent.

NOTATION EN MINUSCULES GRECQUES

α : coefficient réducteur fonction de l'élancement

β : coefficient de flambement des poteaux

γ_b : coefficient de sécurité pour le béton

γ_s : coefficient partiel de sécurité pour les aciers

γ : élancement géométrique

δ : effet de dimension

θ : coefficient prenant en compte la durée d'application des charges

μ : coefficient de frottement acier /béton

μ_{bu} : moment fléchissant agissant réduit à l'ELU ;

F_{bc} : Contrainte admissible du béton comprimé

σ_s : contrainte de traction de l'acier

$\bar{\sigma}_{adm}$: Contrainte admissible du sol

τ_{lim} : contrainte tangente limite

τ_u : contrainte tangente conventionnelle

Ψ_s : coefficient de scellement relatif à une armature.

SYMBOLES SPECIAUX

Δ : Variation.

Σ : Sommation.

\emptyset : Diamètre nominal d'une armature

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1:	LOCALISATION DE LA COMMUNE RURALE D'ANDOHARANOFOTSY.....	3
FIGURE 2:	LA COMMUNE RURALE D'ANDOHARANOFOTSY.....	7
FIGURE 3:	LOCALISATION DU SITE	19
FIGURE 4:	VENT NORMALE A LA GRANDE FACE	47
FIGURE 5:	VENT NORMALE A LA PETITE FACE.....	47
FIGURE 6:	RECHERCHE DU CENTRE DE GRAVITE DES POTEAUX	58
FIGURE 7:	MODELISATION DE LA TOITURE	61
FIGURE 8:	MODELISATION DE LA TOITURE	63
FIGURE 9:	TRANSFORMATION D'UNE CHARGE REPARTIE TRIANGULAIRE EN CHARGE REPARTIE RECTANGULAIRE 69	
FIGURE 10:	TRANSFORMATION D'UNE CHARGE REPARTIE TRAPEZOÏDALE EN CHARGE REPARTIE RECTANGULAIRE :	69
FIGURE 11:	SCHEMA DE CALCUL VUE EN COUPE.....	70
FIGURE 12:	SOLLICITATION AU NIVEAU DU POTEAU	76
FIGURE 13:	COUPE D'UN HOURDI.....	88
FIGURE 14:	MODELISATION DE LA STRUCTURE :	99
FIGURE 15:	FOSSE SCEPTIQUE.....	115

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1:</u>	Nombre de Fokontany de la Commune d' Andoharanofotsy p5
<u>Tableau 2:</u>	Commune d' Andoharanofotsy riveraine p6
<u>Tableau 3:</u>	Population : janvier 2009 p8
<u>Tableau 4:</u>	Activité des habitants : p8
<u>Tableau 5:</u>	Etablissements préscolaire p9
<u>Tableau 6:</u>	Etablissements d'enseignement primaire-Niveau I : p9
<u>Tableau 7:</u>	Etablissements d'enseignement secondaire-Collèges-Niveau II : p10
<u>Tableau 8:</u>	Etablissements d'enseignement secondaire-Lycées-Niveau III : p11
<u>Tableau 9:</u>	Infrastructures et voiries p12
<u>Tableau 10:</u>	Assainissement pluvial : p12
<u>Tableau 11:</u>	Agriculture p13
<u>Tableau 12:</u>	Elevage p14
<u>Tableau 13:</u>	Industries p15
<u>Tableau 14:</u>	Endroit attirant les touristes p16
<u>Tableau 15:</u>	Industrie forestière : p18
<u>Tableau 16:</u>	Bâtiment 1 : département formation p27
<u>Tableau 17:</u>	R+1 p27
<u>Tableau 18:</u>	R+2 p28
<u>Tableau 19:</u>	Rez de chaussée p 28
<u>Tableau 20:</u>	Premier étage p 29
<u>Tableau 21:</u>	RDC : Cafétéria p 30
<u>Tableau 22:</u>	R+1 Bibliothèque p 30
<u>Tableau 23:</u>	RDC : p 31
<u>Tableau 24:</u>	R+1 p 31
<u>Tableau 25:</u>	RDC p 32
<u>Tableau 26:</u>	R+1 p 32
<u>Tableau 27:</u>	RDC p 33
<u>Tableau 28:</u>	R+1 p 33
<u>Tableau 29:</u>	Sous-sol p 34
<u>Tableau 30:</u>	RDC p 34
<u>Tableau 31:</u>	Récapitulation : des sections des poutres p 40
<u>Tableau 32:</u>	Récapitulation des sections des poteaux p 41
<u>Tableau 33:</u>	Récapitulons dans un tableau les résultats de « Ce-Ci », p 48

<u>Tableau 34:</u>	Vents dans les hauts plateaux et sur les côtes : p48
<u>Tableau 35:</u>	Coefficient de site p 50
<u>Tableau 36:</u>	La valeur de β p52
<u>Tableau 37:</u>	Pression statique corrigée p 52
<u>Tableau 38:</u>	Charges permanentes p 54
<u>Tableau 39:</u>	Surcharges d'exploitations p54
<u>Tableau 40:</u>	Charges permanentes : p 56
<u>Tableau 41:</u>	Surcharges d'exploitations p 56
<u>Tableau 42:</u>	Récapitulation de la descente des charges verticales p 57
<u>Tableau 43:</u>	Centre de gravité G p 59
<u>Tableau 44:</u>	Descente des charges horizontales p 59
<u>Tableau 45:</u>	Récapitulation descente des charges horizontale p 59
<u>Tableau 46:</u>	La charge due au vent p 69
<u>Tableau 47:</u>	Charges à l'ELU p 70
<u>Tableau 48:</u>	Charges à l'ELS p 71
<u>Tableau 49:</u>	Charges à l'ELS p 75
<u>Tableau 50:</u>	Excentricité et moment de calcul : p 77
<u>Tableau 51:</u>	Détermination du type de sections : p 77
<u>Tableau 52:</u>	Les armatures p 78
<u>Tableau 53:</u>	Les charges réparties p 80
<u>Tableau 54:</u>	Récapitulation des moments et des armatures p 82
<u>Tableau 55:</u>	Vérification du cisaillement du béton : p 82
<u>Tableau 56:</u>	Présentons dans un tableau la vérification de la flèche : p 83
<u>Tableau 57:</u>	Récapitulation de la vérification p 84
<u>Tableau 58:</u>	Vérification de la contrainte d'adhérence et d'entraînement : p 84
<u>Tableau 59:</u>	2 Armature transversales : p 84
<u>Tableau 60:</u>	Espacement des armatures transversales : st p 85
<u>Tableau 61:</u>	Répartition des armatures d'âme p 87
<u>Tableau 62:</u>	Les charges p 90
<u>Tableau 63:</u>	Données de calcul p91
<u>Tableau 64:</u>	Récapitulation des moments et efforts tranchants p92
<u>Tableau 65:</u>	Vérification des armatures en travée p 93
<u>Tableau 66:</u>	Vérification des armatures aux appuis p 93
<u>Tableau 67:</u>	Vérification des armatures inférieures sur appui p 94
<u>Tableau 68:</u>	Vérification de la compression du béton p 95
<u>Tableau 69:</u>	Diamètre des armatures d'âme p97
<u>Tableau 70:</u>	Récapitulons les caractéristiques de l'escalier : p 98
<u>Tableau 71:</u>	Les moments p 100
<u>Tableau 72:</u>	Armatures longitudinales p 100

<u>Tableau 73:</u>	Récapitulation des armatures transversales p101
<u>Tableau 74:</u>	Le débit de base de chaque appareil p 109
<u>Tableau 75:</u>	Récapitulation les débits p 110
<u>Tableau 76:</u>	Diamètres des canalisations tertiaires p 111
<u>Tableau 77:</u>	Diamètre du tuyau en fonction de la surface de toiture p 112
<u>Tableau 78:</u>	Diamètre des collecteurs p 113
<u>Tableau 79:</u>	Diamètre des tuyaux de chute p 114
<u>Tableau 80:</u>	Facteur de réflexion : p 119
<u>Tableau 81:</u>	Facteur de réflexion : p 119
<u>Tableau 82:</u>	Electricité du bâtiment 1 p 121
<u>Tableau 83:</u>	Les valeurs de Ai p 143
<u>Tableau 84:</u>	Récapitulation p 155
<u>Tableau 85:</u>	Prix forfaitaire des bâtiments avec toutes taxes comprises p 156
<u>Tableau 86:</u>	Récapitulation des recettes p 158
<u>Tableau 87:</u>	Le capital initialement investi : p 158
<u>Tableau 88:</u>	Tableau récapitulant le flux net pendant 20ans p 161
<u>Tableau 89:</u>	Tableau donnant le moment ou le capital investi sera amorti p 162
<u>Tableau 90:</u>	Récapitulation générale : p 163

INTRODUCTION

Vu la situation économique à Madagascar, vu l'accroissement en nombre des étudiants, l'ISTS « Institut Supérieur de Travail Social » à Andoharanofotsy a adapté ses infrastructures pour répondre aux besoins actuels. L'ISTS est un Complexe Universitaire composé de six Bâtiments et d'un Grand Amphithéâtre. Il appartient à la **Congrégation des Filles du Cœur de Marie (Maître de l'Ouvrage)**, Sa Conception et les Etudes Architecturales ont été élaborées par le Bureau d'Etudes ECAU « Etudes et Conseils en Architecture et Urbanisme » (Maître d'Œuvre) à Analamahitsy et l'exécution des travaux ont été faite par plusieurs Entreprises telles que : EGECO, EZAKA, RAMAROSON....

Pour notre part, il s'agit de refaire les études. Le présent mémoire a pour thème :

« Projet de construction d'un complexe de l'Institut Supérieur de Travail Social sis à Mandrimena Andoharanofotsy »

et se divise en trois parties :

- En premier lieu, nous ferons un petit aperçu sur l'environnement du projet ;
- Ensuite, nous entrerons plus en détail sur le coté technique du Bâtiment 1(Département Formations) mais cette fois-ci, le bâtiment sera considéré comme étant un bâtiment à trois étages.
- Et enfin, nous ferons une étude financière et une étude de rentabilité pour le complexe.

PARTIE I: ENVIRONNEMENT DU PROJET ET ETUDES ARCHITECTURALES

Chapitre I: Programme général :

A - Objectif du centre de l'ISTS :

L'ISTS ou Institut Supérieur de Travail Social est un institut qui a pour but de professionnaliser le social.

A l'ISTS, il y a deux types de formations dont :

- La formation initiale : pour les bacheliers qui veulent orienter leurs études dans le domaine du travail social ; c'est une formation qui dure 4 ans.
- La formation continue : pour les cadres ou agents professionnels de l'Etat ou des Institutions privées qui veulent augmenter leur capacité, se perfectionner ou acquérir de nouvelles qualifications dans le domaine du travail social.

L'ISTS qui se trouve à Mandrimena Andoharanofotsy est une extension de l'Institut qui avait son siège à Antanimena. et appartient à la congrégation religieuse des Filles du Cœur de Marie. Vu l'accroissement en nombre des étudiants et cadres intéressés par le travail social, vu l'importance de cette discipline dans un pays en développement comme Madagascar où la pauvreté sévit de plus en plus, l'Institut a adapté ses équipement et infrastructures aux besoins actuels.

L'ISTS assure des formations spécifiques pour :

- des éducateurs spécialisés ;
- des éducateurs sociaux ;
- et des animateurs sociaux.

B - Andoharanofotsy– Mandrimena

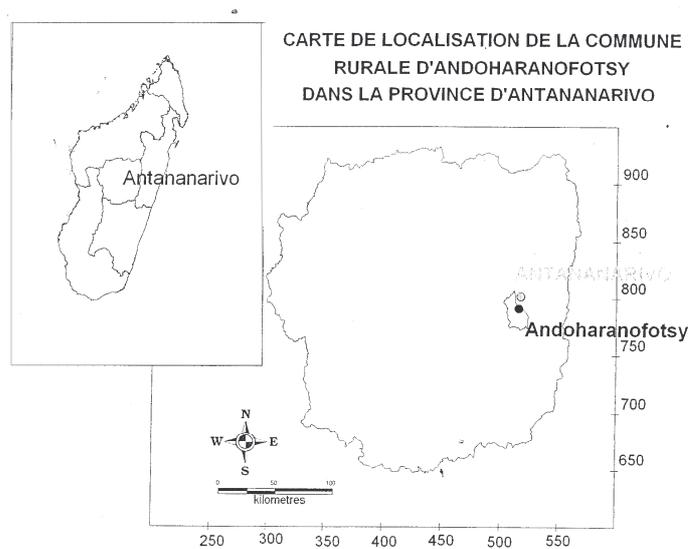


Figure 1: *Localisation de la Commune rurale d'Andoharanofotsy*

I) Historique :

La Commune rurale d'Andoharanofotsy se situe à 9km au sud d'Antananarivo-ville sur la route nationale N°7 reliant Antananarivo et Toliara, via Fianarantsoa. Elle fait partie de la sous-préfecture d'Antananarivo Antsimondrano, dans la province Autonome d'Antananarivo.

Andoharanofotsy veut dire littéralement « a la source blanche ».Blanche fait référence à la couleur de la terre ou se trouve cette source, à l'ouest du chef-lieu actuel de la Commune d'Andoharanofotsy. Ambohitraina, l'une des douze collines qui entourent Antananarivo, domine la Commune d'Andoharanofotsy.

- Kianja : Andoharanofotsy faisait partie de la région de Vakinisisaony au 19^{ème} siècle. Dans le temps, Ampanarinivoany, à l'Est d'Alasora, au nord d' Ambohitrandriananahary, était un lieu public du Vakinisisaony, destiné à recevoir des manifestations festives.
- Lieu de discours et de revue des guerriers : Le RADAMA I (1810-1828) a lui aussi choisi Andoharanofotsy comme lieu de discours des nobles. Il y assistait parfois aux revues des guerriers du Vakinisisaony. Le Premier ministre Rainilaiarivony en faisait autant.
- Lieu de détention des rebelles : En 1868, la reine Rasoherina, détenait les rebelles à Andoharanofotsy, avant de les envoyer en exil. Ceux-ci voulaient élever Rasata au titre de roi (à la place de la reine).
- Lieu de marché : Le Samedi était le jour de marché d'Andoharanofotsy. C'était le lieu de rencontre pour exposer, vendre, acheter des produits, discuter et même pour chercher une épouse.
- Palais présidentiel : En 1979, le Président de la 2^{ème} république, Didier Ratsiraka, a fait construire le palais présidentiel à Iavoloha, un des Fokontany d'Andoharanofotsy,

En 1995, le firaïsam-pokontany Andoharanofotsy devient Commune d' Andoharanofotsy dans la nouvelle Division administrative de la 3^{ème} République.

Depuis la fin des années 70, les maisons se modernisent : murs recouverts d'enduit, toiture en tuile ou en tôles, fenêtres vitrées, desservies d'eau et d'électricité.

- Commune d' Andoharanofotsy pilote : Avec l'avènement de la 3^{ème} République, une ouverture sur l'occident s'opère. Actuellement, elle fait partie des « Commune d' Andoharanofotsy pilote » (février 1999).
- La première route communale réhabilitée en pavées est celle d'Andoharanofotsy / Mahalavolona : 2001.
- La politique de développement rapide et durable, menée par Marc Ravalomanana, va changer en pavées d'ici peu de temps toutes les pistes en terre d'autrefois.

Identification :

- Nom de la Commune : ANDOHARANOFOTSY
- Département : ATSIMONDRANO
- Région : ANALAMANGA

- Province : ANTANANARIVO
- Code Postal : 102
- Téléphone : 2257327
- Superficie : 12

- Nombre de Fokontany : 08

Le tableau ci-après montre le nombre de Fokontany de la Commune d' Andoharanofotsy et la distance approximative par rapport au chef lieu de la Commune.

Tableau 1: Nombre de Fokontany de la Commune d' Andoharanofotsy

FOKONTANY	Distance par rapport au chef-lieu (km)
Ambohimanala	5
Andoharanofotsy	0
Belambanana	2
Iavoloha	7
Mahabo	2
Mahalavolona	2,5
Morarano	7
Volotara	2,3

Source : Commune d' Andoharanofotsy

- Densité de la population : 2300hab/km²
- Distance par rapport à Antananarivo Renivohitra : 9km

- Altitude : varie entre 1252 m et 1373 m
- Température : mini : 10°C
Maxi : 28°C

Tableau 2: Commune d' Andoharanofotsy riveraine :

NORD	SUD	OUEST	EST
Commune de Tanjombato	Commune de Bongotsara	Commune d' Ampanefy	Commune d' Ambohijanaka
Commune d' Ankaraoato.		Commune d' d' Ankadivoribe	

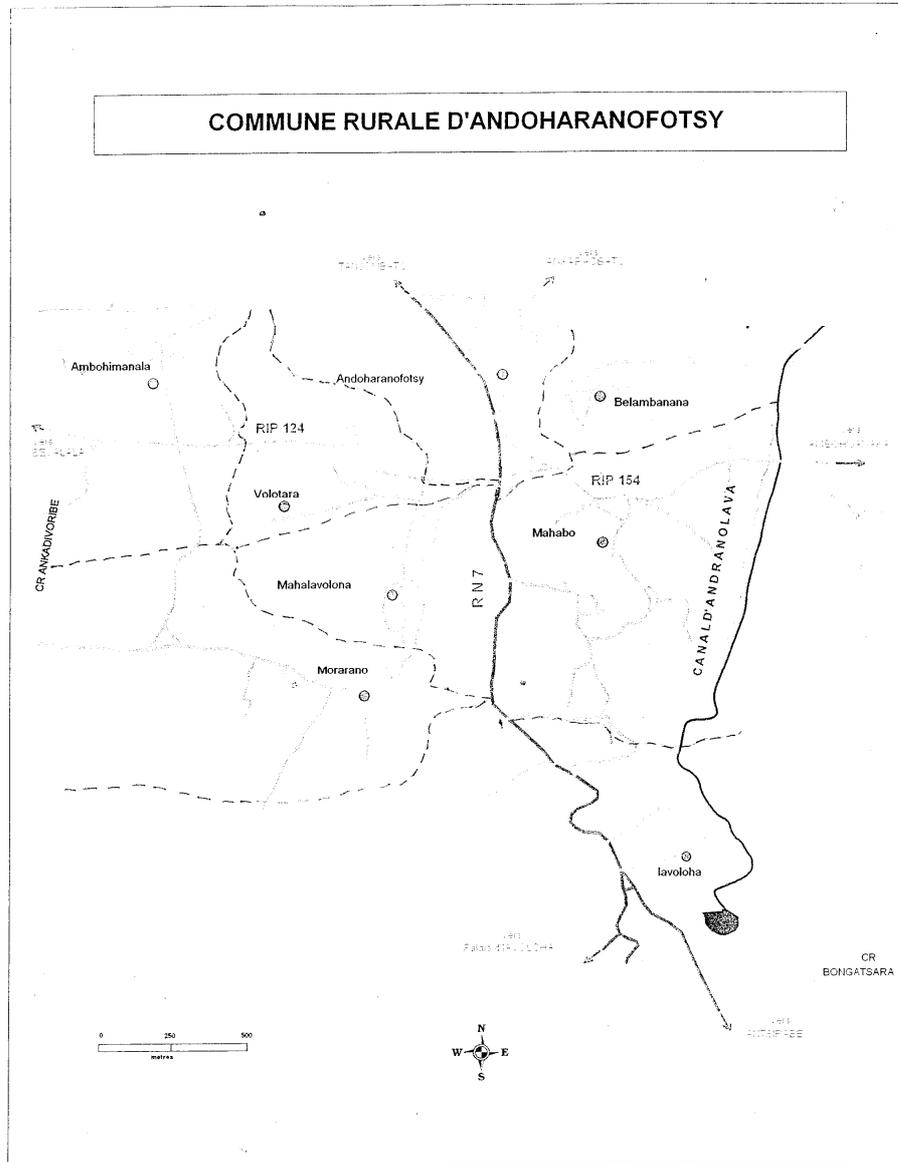
Source : Commune d' Andoharanofotsy

Superficie Urbanisée : 3

Type de sol : latéritique

Type de Commune d' Andoharanofotsy : rurale.

Figure 2: *La Commune rurale d'Andoharanofotsy*



Renseignements sur la population de la Commune rurale d'Andoharanofotsy

Tableau 3: Population : janvier 2009

Fokontany	sexe masculin				sexe féminin				total	%
	0-5ans	6-17ans	18-60ans	61ans et+	0-5ans	6-17ans	18-60ans	61ans et+		
Andoharanofotsy	480	1 439,00	3 083	170	503	1 141	3 301	201	10 318	23
Belambanana	235	295	847	77	183	230	948	67	2 882	6
lavoloha	339	428	1 760	107	314	517	1 904	208	5 577	12
Mahabo	230	658	1 629	41	206	642	1 776	36	5 218	11
Mahalavolona	468	880	2 448	78	466	987	2 506	98	7 931	17
Morarano	227	219	615	48	266	342	649	28	2 394	5
Volotara	364	563	1 626	56	306	627	1 787	80	5 409	12
TOTAL	2 343	4 482	12 008	577	2 244	4 486	12 871	718	39 729	100
%	6	12	29	1	6	12	31	2	100	

Source : 08 Fokotany- Janvier 2009

Tableau 4: Activité des habitants :

	Secteur Primaire	Secteur Secondaire	Secteur Tertiaire	Inactif	Demandeur d'emploi	TOTAL
Nombre de personnes	1930	5517	13516	5517-	418	27584
Part en % de la population de 18ans et plus	7%	22,5%	49%	20%	1,5%	100%

Source : Estimation de la Mairie

II) EDUCATION :**Tableau 5: Etablissements préscolaire :**

	Ecoles maternelles publiques	Ecoles maternelles privées libres	Ecoles maternelles privées confessionnelles	Ensemble des écoles maternelles
Nombre d'établissements	néant	09	02	11
Nombre de classes	néant	15	03	18
Nombre d'élèves	néant	516	197	713

Source : Commune d' Andoharanofotsy

Il est à noter que l'enseignement préscolaire est seulement pour le secteur privé car l'enseignement public à Madagascar ne débute qu'au niveau I, soit les écoles primaires.

Le nombre d'élèves par classe est, en moyenne, de :

35 dans les écoles privées

66 dans les écoles privées confessionnelles.

Tableau 6: Etablissements d'enseignement primaire-Niveau I :

	Etablissements de Niveau I publics	Etablissements de Niveau I privés libres	Etablissements de Niveau I privées confessionnelles	Ensemble des établissements de Niveau I
Nombre d'établissements	05	16	03	24
Nombre de classes	52	65	10	127
Nombre d'élèves	1919	1668	923	4510

Source : Commune d' Andoharanofotsy

L'effectif des élèves par classe est, en moyenne, de :

37 dans les écoles publiques

26 dans les écoles privées

92 dans les écoles confessionnelles

Nombre d'enfants d'âge primaire non scolarisés :

Ce chiffre ne peut-être déduit de la différence entre le nombre d'enfants scolarisés dans le primaire (4510) et le nombre d'enfants entre 05 et 15ans (5448) étant donné que de nombreux enfants sont scolarisés en dehors de la Commune d' Andoharanofotsy, soit 938 enfants.

Tableau 7: Etablissements d'enseignement secondaire-Collèges-Niveau II :

	Etablissements de Niveau II publics	Etablissements de Niveau II privés libres	Etablissements de Niveau II privées confessionnelles	Ensemble des établissements de Niveau II
Nombre d'établissements	01	09	néant	10
Nombre de classes	11	32	néant	43
Nombre d'élèves	448	803	néant	1251

Source : Commune d' Andoharanofotsy

L'effectif des élèves par classe est, en moyenne, de:

41 dans les écoles publiques

25 dans les écoles privées

Les écoles privées confessionnelles n'existent pas encore dans la Commune d' Andoharanofotsy.

Tableau 8: Etablissements d'enseignement secondaire-Lycées-Niveau III :

	Etablissements de Niveau III publics	Etablissements de Niveau III privés libres	Etablissements de Niveau III privées confessionnelles	Ensemble des établissements de Niveau III
Nombre d'établissements	01	02	néant	03
Nombre de classes	09	09	néant	18
Nombre d'élèves	281	306	néant	587

Source : Commune d' Andoharanofotsy

Le nombre d'élèves par classe est, en moyenne, de :

31 dans l'école publique (lycée)

34 dans les écoles privées

Etablissements d'enseignement technique :

La Commune n'est pas encore équipée d'établissements d'enseignement technique.

III) COMMERCE :

III-1) Détails

Le commerce cadre avec la célébrité d'antan de la Commune d' Andoharanofotsy comme étant le principal marché de la région environnante, dénommée « Sabotsin' Andoharanofotsy », avec sa foire annuelle. L'économie se tourne essentiellement vers le commerce. En 1999, on a recensé 646 commerçants dont 350 (54%) informels et 296 (46%) patentés. De nos jours, cette activité a encore connu un essor, avec un développement des domaines d'activités. On peut observer des grossistes, des épicerie-bars, des gargotes, des boucheries, des services de communication, une pharmacie, des quincailleries ainsi que des autres activités du petit commerce. Ces activités sont surtout concentrées dans le chef lieu de la Commune d' Andoharanofotsy.

On y trouve des :

Epicerie – Produits locaux- Boissons alcooliques- merceries- boucherie- Friperie- Bijouterie-Art local- Produits maraîchères- Gargote- Quincaillerie- Info service- Brocanteur- Coiffure- Photographie- Garagiste- Pharmacie.

IV) Infrastructures et Voiries

Tableau 9: Infrastructures et voiries

	Km de voirie nationale	Km de voirie provinciale	Km de voirie communale	Total de km de voirie selon l'état
Dont revêtus en bitume	4	-	-	4
Dont revêtus en pavés		1	2	3
Dont non revêtus ou en mauvais état	néant	4	16	20
Total de km de voirie selon la classification	4	5	18	27

Source : Commune d' Andoharanofotsy

La totalité des routes communales et intercommunales sont secondaires.

La Commune ne comporte que 5km de voiries revêtues, dont 4km sont de bonne qualité (le long de la Route Nationale N°7).

Tableau 10: Assainissement pluvial :

	Fossés de drainage	Canaux de drainage	Caniveaux bétonnés à ciel ouvert	Caniveaux bétonnés enterrés
Nombre de km	9,5Km	3Km	600m	60m

Source : Commune d' Andoharanofotsy

La Commune d' Andoharanofotsy ne possède que 3Km de canaux de drainage (à ciel ouvert), et 9,5Km de fossés de drainage. Le canal d'Andranolava borde la Commune d'

Andoharanofotsy. Il prend sa source de Savaina (Amboanjobe) et d'Ambohitraina. Après avoir passé à Ifanihy, Ambohibahiny, Ankady .

V) Agriculture

Tableau 11: Agriculture

Types d'exploitations	Nombre d'exploitants	Superficie en HA	Par propriétaire	En métayage	En fermage	
Céréales	Paddy	321	104,8	49,5%	47,3%	3,2%
	Maïs	282	20,65	80%	12%	8%
Légumineuses	Haricots	274	15,35	100%	-	
	Pois de bambarras	180	6,35	100%	-	
	Soja	85	1,5	100%	-	
Tubercules	Manioc	216	27,45	100%	-	
	Patate douce	156	9,2	100%	-	
	Saonjo	144	6,6	100%	-	
	Pomme de terre	94	2,95	97%	2%	1%
Légumes	Brèdes divers	289	9,6	100%	-	-
	Tomates	61	1,9	100%	-	-
	Poivrons Aubergines	67	1,05	100%	-	-
	Courgettes Pastèques	107	2,4	100%	-	-
	Choux	114	1,52	100%	-	
	Salades	183	1,95	100%	-	
	Poireaux	176	2,45	100%	-	-
	Haricot vert	220	2,55	97%	2%	1%
Cultures industrielles temporaires	Canne à sucre	145	2,65	97%	2%	1%
Cultures industrielles permanent	Arachide	126	2,65	99%	1%	-
	Café	176	1,55	100%	-	-

Arbres aux fruits	Pécher	397	2,5	100%	-	-
	Kaki	158	1,2	100%	-	-
	Bananier	151	1,1	100%	-	-

Source : agent de développement (CIRAGRI)

Il arrive qu'un paysan cultive, en même temps ou non, deux ou plusieurs types de spéculations. Ainsi, le nombre des agriculteurs dans la Commune d' Andoharanofotsy n'est pas la somme des exploitants figurant dans la troisième colonne.

VI) Elevage :

Tableau 12: Elevage

	Effectifs	Maladies
Bovidés	207	Piroplasmose-Babesiose- Heart water- Hyperparasitisme-Lumpy skin
Porcs	93	Peste porcine africaine- Pasteurollose-Rachitisme- maladie de Teschen
volailles	4900	Pasteurollose Peste aviaire bronchite infectieuse maladie de Gum Soo-Cholera aviaire
Caprins	-	-
Ovins	41	Hyper parasitose
Equins	187	Hyperparasitose-Colique
Pisciculture	06 bassins	

Source : agent de développement Rural (CIRAGRI) 1999

VII) Artisanat :

En 1999, on a recensé 55 artisans dont 07 (13%) réguliers et 48 (87%) exerçant dans l'informel. Actuellement, on a dénombré environ 120 artisans (Source : enquête SCD,2004) dans l'ensemble de la Commune d' Andoharanofotsy, exerçant dans différents domaines : la poterie, la céramique, le tissage, la vannerie, la construction, les ouvrages métalliques, la menuiserie, la broderie, la confection .

Ce savoir faire représente une potentialité énorme et la formalisation du secteur peut générer une source de revenu pérenne pour les artisans concernés. Un encadrement technique est nécessaire pour faire face à un marché de plus en plus saturé et exigeant.

VIII) Industrie :

Les espaces libres à consacrer aux industries se font rares, ce qui freine l'extension des usines industrielles existantes qui emploient environ 2000 personnes en 2001.

Tableau 13: Industries

Domaines	Confection	Agroalimentaire	Produits cosmétique	Imprimerie	Plastique
Dénominations	-GROVES - ANTANA PRODUCTION - MADAPROD	-SIMAPAL -LAZAN' I BETSILEO -LE POINT CHAUD -Pain d' Andoharanofotsy	-FAEL FLORE - Savony mafy	-Imprimerie de la RN7	- MAKIPL AST

Source : Commune d' Andoharanofotsy

IX) Tourisme :**Tableau 14: Endroit attirant les touristes**

LOCALISATIONS	INFRASTRUCTURE D'ACCUEIL (Hôtel- Restaurant- Bungalows-ect)
Mahabo	-Ambassador Hôtel
Mahabo	-La palmeraie
Mahabo	-Résidence TSIFERANA
Iavoloha	-Espace EXOTIC
Andoharanofotsy	-Rendez-vous des chasseurs
Volotara	-Restaurant MAHATSANGY
Ankadiefajoro Morarano	-Observatoire privé

Source : Commune d' Andoharanofotsy

On constate un développement de l'hôtellerie et de la restauration.

X) Les ressources naturelles :X-1) Le relief :

La succession des collines dominées par quelques écailles ou pitons granitiques, du nord au sud, marque le relief de la Commune d'Andoharanofotsy. C'est un relief typique de l'Imerina, dans la Haute Terre Centrale avec une variation d'altitude de 1252m à 1373m.

X-2) Le climat :

Comme la Commune d' Andoharanofotsy fait partie de la Haute Terre Centrale de Madagascar, le climat rencontré est de type tropical. La pluviométrie varie de 1000mm à 1600mm par an. La variation de la température est de 10°C à 28°C, avec une température moyenne de 18°C.

X-3) Sols :

Dans l'ensemble de la Commune d' Andoharanofotsy, on constate une prédominance de sol de type alluvionnaire et latéritique.

X-4) Végétation :

La végétation de formation primaire a quasiment disparu. On rencontre deux types de forêt de reboisement dans la Commune d' Andoharanofotsy : forêt de reboisement avec une superficie de 1,5Ha et forêts des particuliers : 10Ha de surface, avec les eucalyptus et pins comme espèces utilisées

X-5) L'hydrographie :

Quelques sources sont localisées dans la Commune d' Andoharanofotsy en particulier à Ankadiefajoro. Elles prennent leurs sources dans les collines environnantes.

Le canal d'Andranolava passe dans la Commune d' Andoharanofotsy et la sépare à celle d'Ambohijanaka. Par ailleurs, il y a lieu de mentionner l'existence de l'assainissement de drainage hydrographique enregistré comme suit :

- Fossés de drainage* : 9,5km
- Canaux de drainage : 03km

*Remarque : la distinction entre fossés de drainage et canaux de drainage tient du fait que les fossés sont creusés et en terre tandis que les canaux sont aménagés (bétonnés, maçonnés ou empierrés).

Le canal d'Andranolava borde la Commune d' Andoharanofotsy dans sa partie Est. Il prend sa source à Savaina (Amboanjobe) et à Ambohitraina qui délimitent alors son bassin versant.

X-6) Forêt-reboisement-environnement :

Feux de brousse enregistré :

Les feux de brousse ont pratiquement disparu depuis 1996 dans la Commune d' Andoharanofotsy.

Production annuelle :

Bois de chauffe : néant

Bois d'œuvre et service : néant

Charbon : néant

Autorisation de coupe délivrée : néant

Tableau 15: Industrie forestière :

Etablissement	Nombre	Débouchés
Scieries	03	Non déterminé.
Ateliers de bois	08	Non déterminé

Source : Commune d' Andoharanofotsy

X-7) Les ressources minières :

Une visite effectuée auprès du bureau du cadastre minier à Ampandrianomby a montré qu'aucun permis minier n'est enregistré dans le territoire de la Commune.

Apparemment, la Commune d' Andoharanofotsy ne présente de substances de valeur en matière de produits miniers.

Chapitre II: Implantation du projet

A - Le site

Située à Ambohinaorina, Fokontany d'Iavoloh pokontany d'Andoharanofotsy, Fivondronampokont-narivo Atsimondrano, Faritany d'Antananarivo.

(Echelle du 1:2000^e)

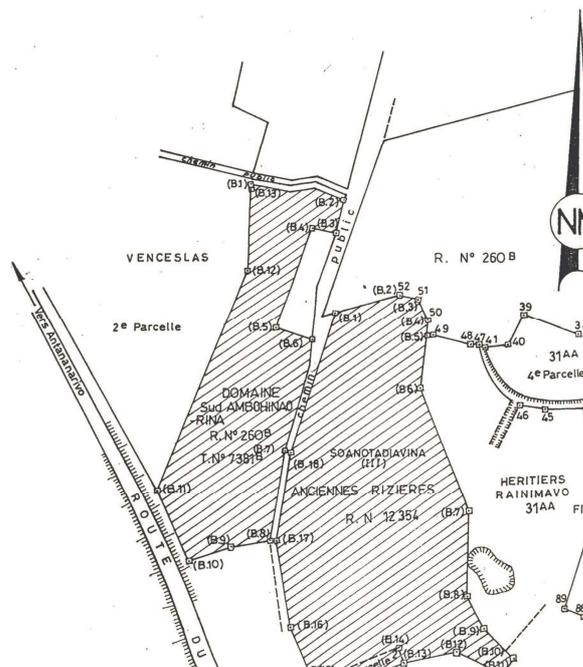


Figure 3: Localisation du site

Le site se trouve dans la partie Sud de Tananarive, sortie Andoharanofotsy (face cité SEIMad, à gauche RN7). Sa superficie est de 2ha 5a.

Le site a les caractéristiques suivantes :

- Proximité eau et électricité ;
- Facilement accessible par la RN7 au Sud et 2 accès secondaire au Nord ;
- La construction du BY PASS donne encore plus de valeur au site ;
- Bonne exposition d'ensoleillement vers l'Ouest et Sud ouest ;
- Pas de problème d'assainissement au point de vue géomorphologique ;
- Vue remarquable vers le Sud-est et en partie Ouest.

B - Aménagement général du site

I) Généralités

I-1) Aménagement Général

L'aménagement général du site est conçu de telle sorte que soit respectée la géomorphologie naturelle du terrain avec un minimum de mouvement de terre (remblai et déblai) ;

- Les bâtiments sont également orientés afin de bénéficier d'un bon ensoleillement et d'une vue panoramique

I-2) Description sommaire des bâtiments que composent l'ensemble avec leurs fonctions

I-2-1) Bâtiment 1 : département formations (R+2)

C'est un bâtiment d'une superficie hors œuvre de 1500m² et d'étage R+2+comble, orienté vers le Sud Ouest et donne une vue générale sur l'ensemble des bâtiments y compris la Cafétéria et Bibliothèque.

I-2-2) Bâtiment 2 : Administration générale (R+1)

Ce bâtiment est d'une superficie hors œuvre de 720 m². C'est un bâtiment à R+1 avec comble.

I-2-3) Batiment3 : Cafétéria et bibliothèque (R+1)

C'est un bâtiment en forme hexagone avec une superficie hors œuvre d'environ 660 m². En RDC : la cafétéria et à l'étage : la bibliothèque. L'ensemble constitue un lieu de rencontre et de convivialité.

Le bâtiment est situé au centre des autres bâtiments (1, 2 et 5) qui sont organisés en forme de fer à cheval. et a vue sur un paysage panoramique sur la banlieue Sud de la ville.

I-2-4) Bâtiment 4 : logement de fonction et chapelle (R+2)

D'une superficie hors œuvre de 510m², c'est un bâtiment à deux étages qui a vue sur le complexe et domine le site au nord

I-2-5) Bâtiment 5 : département programme et recherche (R+1)

Le bâtiment a une superficie hors œuvre de 440 m², à un étage avec comble.

I-2-6) Bâtiment 6 : bâtiment d'accueil et ludothèque (R+1)

Sur la limite Nord-ouest, il y a le bâtiment d'accueil et ludothèque, c'est un bâtiment à R+1 avec la partie nord en entresol pour la ludothèque. Ce bâtiment est à l'écart de l'ensemble car il sert de gîte d'étape pour les invités et enseignants de passage.

I-2-7) Bâtiment 7 : Amphithéâtre :

L'amphithéâtre de 1000 places est une construction de superficie hors œuvre d'environ de 1400 m² avec les annexes. Son implantation profite de la pente orientée Est. La construction aura

une architecture particulière et sa façade principale sera visible de la RN7. L'amphithéâtre est accessible au public (pour les manifestations festives) car il est proche de l'accès principal.

I-3) Les voies d'accès des constructions

1. La voie d'accès à l'Amphithéâtre – aux bâtiments de fonctionnement et au pavillon d'accueil :

Celle-ci se fait principalement sur la plateforme Ouest ayant accès directement à la RN7. Les parkings à l'usage du public de l'Amphithéâtre sont conçus le long de cette voie. Le bâtiment de fonctionnement ainsi que le bâtiment d'accueil sont pourvus de parking privés.

2. Les voies d'accès aux divers bâtiments

C'est un accès de 5m, munis de trottoir, qui suit en général les courbes de niveau et s'apparente à la forme d'un fer à cheval où sont desservis les bâtiments. Trois aires de parking sont réparties à des distances égales sur cette voie.

Chapitre III: Etude Architecturale

L'Architecture est définie comme étant l' « art de bâtir ». Elle consiste essentiellement à élever des édifices dans un cadre culturel et technique donné en définissant leur forme, leurs matériaux et leur organisation. L'objectif dans la conception de ce bâtiment est de satisfaire les besoins des usagers, en assurant leur confort et leur sécurité tout en tenant compte du côté esthétique. A cet effet, cette partie du présent mémoire est basée sur les règles techniques et conception .Les normes des superficies hors œuvre (murs, couloirs, escalier en sus des superficies utiles) sont celles appliquées dans les pays tropicaux car les bâtiments publics et les écoles ne disposent pas de système de Ventilation Mécanique Centralisé(VMC) . Les ventilations sont avant tout naturelles et renforcée éventuellement par des unités de ventilation.

A - GENERALITES

Comme on l'a déjà dit précédemment, L'ISTS ou Institut Supérieur de travail Social est un complexe universitaire qui est constitué de 6 bâtiments :

- Bâtiment 1 : Department formation
- Bâtiment 2 : Administration Générale et Regroupement
- Bâtiment 3 : cafétéria et bibliothèque.
- Bâtiment 4 : Logement de Fonction et chapelle
- Bâtiment 5 : Département programme
- Bâtiment 6 : Bâtiment d' Accueil et ludothèque
- Bâtiment 7 : Amphithéâtre.

En ce qui concerne les formes, nous allons mettre quelques touches de modernité inspirée des nouvelles technologies.

I) .Le site du projet

La conception architecturale dépend essentiellement de la qualité du lieu d'implantation du projet. Le site est effectivement en relation avec les principales contraintes de l'architecture qui sont :

- La surface disponible ;
- Le climat ;
- La disponibilité des matériaux ;

Les conditions économiques, sociales et culturelles.

- Dans le cas de ce projet, le terrain est pratiquement favorable à la conception architecturale. En effet, il présente des qualités résolvant certaines des principales contraintes citées précédemment :
- Sa superficie étant 2ha5a dont 6000m² de superficie hors oeuvre ; On peut dire que ce site est suffisamment vaste pour recevoir les étudiants.

II) .Choix du type de construction

Choisir le type de construction revient à déterminer le type d'ossature. L'ossature joue en effet le rôle important dans le bâtiment. Elle assure la résistance de la construction et doit s'opposer aux différentes sollicitations auxquelles elle est soumise.

Parmi celle-ci on distingue :

- Les efforts horizontaux : vent
- Les efforts verticaux : poids propre de la construction et les surcharges d'exploitation qui, en cheminant par l'intermédiaire du plancher, des poutres et des poteaux, se transmettent aux sols de fondation.

Par conséquent, l'ossature doit assurer la résistance dans les trois directions de l'espace. Les poutres, qui absorbent les efforts longitudinaux et transversaux ainsi que les poteaux qui

absorbent les efforts verticaux, forment les éléments de l'ossature. Elle doit aussi maintenir sa forme architecturale. Le choix se fait parmi les cinq ossatures suivantes :

- Le mur porteur ;
- L'ossature en bois ;
- L'ossature métallique ;
- L'ossature en béton armé ;

Le mur porteur présente une rigidité gênante et est mieux adapté pour un bâtiment à plusieurs niveaux. L'ossature en bois a, quant à elle, l'inconvénient majeur d'avoir besoin de traitements spécifiques. En outre, l'utilisation de ce type de matériau n'est pas conforme à l'esprit de protection de l'environnement compte tenu de la quantité de bois exigée par un projet d'une aussi grande ampleur. En ce qui concerne l'ossature métallique, son assemblage se fait avec beaucoup de facilité au moyen des équerres, de couvre joints et par superpositions quelconques de plaques de métal, qui sont réunies entre elles par des attaches. Cependant leur agent destructeur est l'oxydation. Les constructions métalliques ont ainsi besoin d'entretiens périodiques. D'autre part, elles ne sont pas susceptibles de résister à l'incendie. Par ailleurs, l'acier est un matériau encore importé et donc assez cher.

L'ossature en béton armé est alors le mieux adapté à ce projet parce qu'il s'agit, d'une part, d'une association de matériaux résistant à la compression (le béton) et à la traction (l'acier).

D'autre part, du point de vue architectural, elle présente l'avantage d'être aisément modulable.

Enfin, le béton armé assure une fonction monolithique et constitue donc une solution plus économique pour le cas étudié.

B - CONCEPTION ARCHITECTURALE

La conception architecturale dépend de plusieurs facteurs, à savoir les qualités du site, la disponibilité des matériaux de construction, l'architecture des bâtiments environnants, les traditions etc. Il est cependant à noter que la fonction de chaque bâtiment revêt également un aspect très important pour le choix de la forme architecturale. Ainsi, à partir de ces divers paramètres, nous allons successivement présenter les démarches adoptées dans le choix de la forme du bâtiment, son orientation, les matériaux utilisés et la répartition des locaux.

I) . Forme générale

Le site du projet offrant la possibilité d'avoir une latitude pour le choix de la forme des bâtiments, des constructions qui occuperont environ 6000m² de surface au sol serait convenable, aussi bien pour la répartition des locaux pour chaque bâtiment que pour l'aménagement extérieur. En effet, l'espace recouvert par les bâtiments principaux représente presque le 3/4 de la superficie du terrain. Par conséquent, l'espace restant sera largement suffisant pour le parking, terrain de sport, et les éventuelles plantes et verdure décoratives.

II) Toiture

La toiture est semblable à celle des Hauts-Plateaux c'est-à-dire à deux versants reposant sur des murs pignons. Cependant, les extrémités sont inversées pour pouvoir installer les chéneaux qui vont évacuer les eaux pluviales. En effet ce style d'assainissement permet de cacher les descentes d'eau qui gênent parfois l'esthétique du bâtiment.

Une tôle galvabac a été choisie pour la couverture. En effet bien que les tuiles aient l'avantage de refléter l'architecture typiquement malagasy, elles présentent l'inconvénient de nécessiter une pente assez grande. Cela serait trop onéreux étant donné la largeur de la surface à couvrir qui demande un mur pignon très élevé. De plus, le galvabac a l'avantage d'être plus léger.

III) .Orientation

Les éléments principaux guidant l'orientation du bâtiment sont surtout :

- L'ensoleillement ;
- La vue et la situation par rapport à la route ;

L'ensemble des bâtiments est orienté de telle sorte que l'entrée principale soit immédiatement identifiable dès que l'on franchit le portail. (L'orientation de chaque bâtiment a été déjà énumérée auparavant).

IV) Organisation des locaux de chaque bâtiment

Tableau 16: Bâtiment 1 : département formation

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)	SHO en m2
1	salle de 35 places	61,57	2	123,14		138,61
2	salle de 30 places	52,77	2	105,54		118,8
3	bureaux 2 places	13,2	4	52,8		59,43
4	bureaux 2 places	12,17	1	12,17		13,7
5	toilettes hommes et femmes	17,5	1	17,5		19,7
6	hall+dégagements+escalier				133,64	150,43
	total RDC			311,15		500,67

Tableau 17: R+1

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)	SHO en m2
6	salle de 35 places	61,57	2	123,14		139,16
7	salle de 30 places	52,77	2	105,54		119,27
8	salle de 20places	35	1	35		39,55
6	bureau suivi individuel	13,36	3	40,08		45,29
10	archive scolaire	17,54	1	17,54		19,82
11	toilettes hommes et femmes	17,5	1	17,5		19,78
	hall+dégagements+escalier				104,24	117,8
	R+1			338,8		500,67

Tableau 18: R+2

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)	SHO en m2
12	salle de 30 places	52,77	2	105,54		108,89
13	salle de 20 places	35	4	140		144,44
14	salle des professeurs	25,21	3	75,63		78,03
15	duplication	14,61	1	14,61		15,07
16	adjoint directeur	16,2	1	16,2		16,71
17	secrétariat comptabilité	25,73	1	25,73		26,44
18	toilettes hommes et femmes	17,5	1	17,5		18,06
	hall+dégagements+escalier				90,07	92,93
	total R+2			395,21		500,57

récapitulation générale	1045,16	1501,91
-------------------------	---------	---------

Batiment2 : formation administration générale et regroupement**Tableau 19: Rez de chaussée**

N°	désignations	SU en m2	nb	SU ttal m2	S(escalier couloir)	SHO m2
01	Salle de regroupement 120places	209.84	1	209.84		244.1
02	Accueil général	27.26	1	27.26		31.71
03	personnel	11.23	1	11.23		13.06
04	Toilette femme	12.00	1	12.00		13.96
05	Toilette homme	12.00	1	12.00		13.96
	Hall+dégagement+couloir				38.06	44.27
	Total RDC					361.07

Tableau 20: Premier étage

N°	désignations	SU en m2	nb	SU ttal m2	Escalier +couloir	SHO m2
6	Direction	33.17	1	33.17		37.59
7	Secrétariat	24.54	1	24.54		27.81
8	Salle de travail	24.54	1	24.54		27.81
9	fourniture	15.97	1	15.97		18.10
10	Comptabilité	17.54	1	15.54		19.88
11	Bureau	16.20	1	16.20		18.36
12	Economat	24.54	1	24.54		27.81
13	Salle multimédia	51.82	1	51.82		58.73
14	Bureau suivi individuel	13.61	1	13.61		15.42
15	Archive général	13.61	1	13.61		15.42
16	Toilette homme et femme	13.60	1	13.60		15.41
	Hall dégagements, couloir				69.47	78.73
	TOTAL R+1			521.47		361.07

récapitulation générale	521.47		722.13
-------------------------	--------	--	--------

Bâtiment 3 : Cafétéria-bibliothèque

Le bâtiment 3 a une forme hexagonale

Tableau 21: RDC : Cafétéria

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)
1	cafétéria	199,57	1	199,57	
2	cuisine	29,5	1	29,5	
3	réserve	15,41	4	61,64	
4	comptoir	8,07	1	8,07	
5	toilette personnelle	8,57	1	8,57	
6	toilettes hommes et femmes	10,35	1	10,35	
7	hall+dégagements+escalier				38,12
	total RDC			317,7	

Tableau 22: R+1 Bibliothèque

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)
8	réception et prêt	82,41	1	82,41	
9	bibliothèque	208	1	208	
7	hall+dégagements+escalier				38,12
	Total R+1			290,41	

	récapitulation générale			608,11	
--	-------------------------	--	--	--------	--

Batiment4 : logement de fonction et chapelle**Tableau 23: RDC :**

N°	Désignations	S.U. en m2	Nb	S.U.Ttl en m2	S.Escal + Coul en m2	S.H.O.en m2
01	Oratoire	52,30	1	52,30		60,64
02	Accueil	17,45	1	17,45		20,23
03	Repas	42,80	1	42,80		49,62
04	Cuisine	14,00	1	14,00		16,23
05	Réserves	6,70	1	6,70		7,77
06	Buanderie	14,00	1	14,00		16,23
07	toilette	3,76	1	3,76		4,36
	Cage d'Escalier + dégagements				29,84	34,60
	TOTAL RDC			151,01	29,84	209,68

Tableau 24: R+1

N°	Désignations	S.U. en m2	Nb	S.U.Ttl en m2	S.Escal + Coul en m2	S.H.O.en m2
09	Chambre	14,00	5	70,00		89,39
10	Grande chambre	16,40	1	16,40		20,94
11	Toilette individuelle	3,14	2	6,28		8,02
12	Toilette Commune d'Andoharanofotsy	6,65	1	6,65		8,49
	Dégagements					17,34
	TOTAL 1^{ER} Etage			99,33	13,58	144,19
	RECAPITULATION GENERALE en m2 =			250,34		353,87
	récapitulation générale				250.34	353.87

Batiment5 :Département programme**Tableau 25: RDC**

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)
1	salle de réunion	87	1	87	
2	toilettes hommes	13	1	13	
3	SAS	3,8	1	3,8	
4	toilettes femmes	8,8	1	8,8	
5	hall+dégagements+escalier				44,6
	total RDC			112,6	

Tableau 26: R+1

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)
6	salle des chercheurs	40	1	40	
7	Direction	24,9	1	24,9	
8	secrétariat de direction	24,9	1	24,9	
6	comptabilité	12	1	12	
10	bureaux 6 personnes	32,8	1	32,8	
11	Bureau réservé	12,65	1	12,65	
12	toilettes	8,84	1	8,84	
	hall+dégagements+escalier				50,85
	R+1			156,09	

récapitulation générale	268,69	m 2
-------------------------	--------	-----

Batiment6 : Bâtiment d'accueil**Tableau 27: RDC**

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)
1	salle de regroupement	290	1	290	
2	magasin	16,48	2	32,96	
3	bureau	26	1	26	
4	accueil	11,5	1	11,5	
5	toilettes hommes	7,65	1	7,65	
5	toilettes femmes	10,58	1	10,58	
6	hall+dégagements+escalier				73,78
	total RDC			378,69	

Tableau 28: R+1

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)
7	chambre1	19,5	2	39	
8	toilette privée	5,25	2		
9	chambre2	16,32	15	244,8	
10	toilettes hommes	16,32	1	16,32	
11	toilettes femmes	16,32	1	16,32	
12	hall+dégagements+escalier				73,7
	total R+1			316,44	

	récapitulation générale			695,13	
--	-------------------------	--	--	--------	--

Amphithéâtre :**Tableau 29: Sous-sol**

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2	S(escalier +couloir)
1	toilettes hommes	6,25	1	6,25	
2	toilettes femmes	6,25	1	6,25	
3	SAS	5,25	2	10,5	
4	escalier				14,2
	total RDC			23	

Tableau 30: RDC

N°	Désignations	SU en m2	nombres	SU total en m2
6	Bureau	32,86	1	32,86
7	Scène	58,22	1	58,22
8	salle de traduction	4,35	4	17,4
6	Grande salle	300	1	300
	R+1			408,48
	total amphithéâtre			431,48

V) Notions de confort dans les bâtiments :

(Il est à noter que dans la réalité, le confort dans les bâtiments n'est pas le même que celui mentionné ci-après.)

Rendre un endroit confortable, c'est assurer que les occupants puissent se sentir en sécurité et à leur aise. Pour se faire, certaines exigences doivent être tenues en compte.

- L'isolation acoustique ;
- L'éclairage et le confort thermique ;
- La sécurité.

V-1) Isolation acoustique

V-1-1) Isolation phonique

Elle inclut l'isolation phonique interne et l'isolation phonique externe.

V-1-2) 1-1 Isolation phonique interne

Les cloisons seront faites de Placoplatre d'épaisseur totale finie de 98mm grâce à leur légèreté et leur facilité de mise en œuvre. Cependant, ces cloisons monobloc n'apportent pas une isolation acoustique. Par conséquent, les plaques de plâtres seront installées avec une isolation acoustique en laine minérale et avec incorporation de châssis en aluminium vitré fixe. Ceci permettra de minimiser les sons et bruits en provenance de l'autre côté de chaque pièce et du couloir.

V-1-3) L'isolation phonique externe

Le site du projet étant généralement calme, le bâtiment doit surtout s'opposer aux bruits survenant de l'extérieur étant donné que c'est un Institut. Les murs de façade possèdent de grandes performances en matière d'isolation phonique.

VI) Éclairages et confort thermique

Le rayonnement solaire joue un rôle très important dans l'architecture d'un bâtiment. En effet, l'éclairage et le confort thermique en dépendent largement. De plus, réussir à attirer de manière optimale les rayons solaires permet de limiter ainsi le recours aux énergies artificielles.

VI-1-1) Eclairages naturel

L'étude de la distribution de la lumière naturelle du point de vue du confort visuel consiste à trouver les matériaux qui permettent une bonne perception des objets et des couleurs dans une ambiance agréable grâce aux rayons du soleil. Les grandes fenêtres vitrées sur les façades constituent une solution idéale pour atteindre cet objectif. D'autre part, la couleur des murs, des plafonds et des revêtements de sol influent grandement sur la répartition de l'éclairage ;

ainsi, des couleurs plus ou moins claires ont été choisies pour chaque pièce. Il faut aussi noter l'importance d'offrir un éclairage naturel aux escaliers grâce à la mise en œuvre de briques de verre sur le côté ou ils reposent.

VI-1-2) Confort thermique

Le confort thermique est assuré par la pénétration des rayons solaires à travers les murs de façade. D'autre part, la température interne est stabilisée grâce à l'installation d'un système d'aération et de climatisation pour les logements de fonctions.

VII) Sécurité

VII-1-1) la sécurité vis avis des incendies

Le bâtiment sera muni des moyens de premiers secours contre le feu qui sont les extincteurs et les bouches d'incendie. D'autre part, l'évacuation sera d'autant plus facile grâce aux escaliers qui ont une grande largeur. De plus, les installations électriques comprennent des prises de terres et le bâtiment est aussi protégé par la foudre grâce à la mise en place de paratonnerre.

VII-1-2) La sécurité contre le vol

L'utilisation des grilles de protection répond à cette contrainte.

VII-1-3) La sécurité d'usage

Elle consiste à protéger les usagers contre les accidents pouvant survenir à l'intérieur de l'immeuble. Les escaliers et les vérandas accessibles seront munis de garde corps pour éliminer tout risque de chute des personnes. Par ailleurs, les nez de marches et le revêtement des toilettes seront en carreaux antidérapants.

PARTIE II: ETUDES TECHNIQUES

Chapitre I: PREDIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

Hypothèses :

Pour l'étude technique, nous prendrons comme modèle le bâtiment N°01 qui est le plus important, un département pour la formation. L'étude des 6 autres bâtiments se fera de la même façon que le numéro 1. Le bâtiment n°1 est considéré comme un bâtiment à trois (3) étages (en réalité un bâtiment à 2 étages avec comble de surface hors œuvres égale à 1502 m².)

Le prédimensionnement consiste à évaluer les dimensions des éléments pour qu'ils puissent résister efficacement aux sollicitations auxquelles ils sont soumis. Ce calcul est indispensable pour effectuer la descente des charges.

A - Plancher

Dans notre étude, nous choisissons le plancher à corps creux en béton à nervures coulées sur place. Son utilisation permet d'économiser du béton grâce à l'emploi des hourdis servant de coffrage. Le poids propre du plancher est léger. L'épaisseur est déterminée par la hauteur h des poutrelles qui supportent le corps creux. Cette hauteur doit être compatible avec les conditions d'indéformabilité et est fonction de la portée L .

Ici, on a $L/25 \leq h_0 \leq L/35$, L : largeur de la portée du plancher.

Cas défavorable : 6.48 [m] * 5.56 [m]

D'après la condition de flexibilité, $h_0 \geq L/30 = 628 / 30 = 21.6$ [cm].

Prenons $h_0 = 30$ [cm], soit un corps creux en béton de 25 [cm] et une dalle de compression de 5[cm].

B - Poutre**I) Dans le sens longitudinal :**

Afin d'obtenir une bonne conception des coffrages, les largeurs « b » de toutes les poutres rectangulaires sont prises égales à 25cm.

La hauteur totale h de la poutre est déterminée par la condition de rigidité ou non déformabilité des poutres continues :

$$L/18 \leq h \leq L/14, \text{ avec } L = 7.10 \text{ [m]}, \text{ Avec } L - \text{longueur de la poutre ;}$$

D'où : 0.39 [m] $\leq h \leq$ 0.50 [m] avec une retombée supérieure ou égale à 20 [cm] à cause de l'exigence architecturale.

$$\text{Ainsi, } 0.59 \text{ [m]} \leq h \leq 0.70 \text{ [m]}, \text{ prenons } \mathbf{h = 60 \text{ [cm]}.}$$

II) Dans le sens transversal :

$$L/18 \leq h \leq L/14, \text{ avec } L = 5.56 \text{ [m]}, \text{ Avec } L - \text{longueur de la poutre ;}$$

D'où : 0.308[m] $\leq h \leq$ 0.70 [m] et avec la retombée de 20 cm, on a : 50.8 [cm] $\leq h \leq$ [cm], prenons **h = 50 [cm]**.

II-1) Vérification de la largeur « b » :

$$b = 0.3 * h \text{ à } 0.6 * h$$

$$b = 0.3 * 60 \text{ à } 0.6 * 60$$

$$b = 18 \text{ [cm]} \text{ à } 36 \text{ [cm]}$$

$$\text{Prenons } \mathbf{b = 25 \text{ [cm]}.}$$

Tableau 31: Récapitulation : des sections des poutres

	RDC	R+1	R+2	R+3
poutre transversale	25*50	25*50	25*50	25*50
poutre longitudinale	25*60	25*60	25*60	25*60

C - Poteaux

Les poteaux doivent remplir la condition de non flambement $lf/a \leq 14.4$ pour une section rectangulaire,

Où lf : la longueur de flambement du poteau

$lf = 0.7 lo$: poteau est encasté à ses extrémités,

lo : la longueur libre du poteau.

En fixant la valeur de $a = 0,25$ [m], $lo = 3.50$ [m]

Alors,

$$lf = 0.7 * 3.50$$

$$lf = 2.45$$

$$lf/a = 2.45/0.4 = 6.125 < 14.31.$$

Pour le prédimensionnement du poteau, on pose les hypothèses suivantes :

- les poteaux travaillent en compression centrée,
- les efforts verticaux sont équilibrés par la section réduite du béton,

La section du poteau sera alors déterminée par la relation :

$$a * b \geq N / (0.9 * \sigma_b)$$

Où $a \times b$: section du poteau

Dans $N = n q S$,

- n : nombre de niveau assuré par le poteau,
- q : charge supportée par le plancher d'étage comprise entre 1 et 1,5 T/m², prenons
 $q = 1.25 \text{ T/m}^2$
- S : l'aire de chargement du poteau étudié,
- σ_b : contrainte de compression du béton égale à 16.67MPa,

$$\sigma_b := f_{c28} / 1.5 = 16.67 \text{ (prédimensionnement à l'ELS)}$$

- 0,9 : coefficient de sécurité.

Comme le poteau est en béton Q350 et contrôle strict avec ciment CEMI 42,5, alors
25 [MPa], qui est la résistance à la compression du béton à 28 jours d'âge.

$$a * b \geq [(2 * 12.5 * 127.11) / (0.9 * 16.67)] * 0.001$$

$$a * b \geq 0.05 \text{ or, } a = 0.25 \text{ [m] et } b \geq 0.20 \text{ [m]}$$

Pour faciliter le calcul, on prendra : **$a = 0,25 \text{ [m]}$** et

$$\mathbf{b = 0.35 \text{ [m]}}$$

Tableau 32: Récapitulation des sections des poteaux

Etage	n	S (m ²)	N (kN)	σ_b	B [m ²]	l ₀	l _f	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
3e étage	1	25,42	31,78	16,67	0,02	3,3	2,31	0,16	0,13	25x25
2è étage	2	25,42	63,55	16,67	0,04	3,3	2,31	0,16	0,26	25x25
1ère étage	3	25,42	95,33	16,67	0,06	3,3	2,31	0,16	0,40	25x35
RDC	4	25,42	127,11	16,67	0,08	3,3	2,31	0,16	0,53	25x35

Chapitre II: **CALCUL DES ACTIONS**

En ce qui concerne les actions du vent, on se conformera aux règles NV65 (DTU P06-002). Et pour l'ensemble des constructions, la direction d'ensemble moyenne du vent est horizontale.

Si on éclaire la construction par un faisceau de rayons lumineux parallèles à la direction d'ensemble du vent :

Les surfaces éclairées (exposées au vent) sont dites « au vent » ;

Les surfaces non éclairées (non exposées au vent) ou sous incidence rasante (parallèles à la direction du vent) sont dites « sous le vent ».

A - Hypothèses

L'action exercée par le vent sur une des faces d'un élément de paroi est considérée comme normale à cet élément.

Elle est fonction :

- a. de la vitesse du vent ;
- b. de la catégorie de la construction et de ses proportions d'ensemble ;
- c. de l'emplacement de l'élément considéré dans la construction et de son orientation par rapport au vent;
- d. des dimensions de l'élément considéré ;
- e. de la forme de la paroi (plane ou courbe) à laquelle appartient l'élément considéré.

B - Caractéristiques du bâtiment

I) Position dans l'espace

C'est une construction reposant sur un terrain plat. La hauteur H est prise depuis le pied de la construction.

On a ainsi une construction reposant sur le sol et dont la hauteur est de $H=14.25$ [m]

II) Principe de calcul

Le bâtiment est assimilé à une construction prismatique à base rectangulaire pour pouvoir appliquer les règles du NV 65.

Ses dimensions sont alors :

- longueur a= 36.76 [m]
- largeur b= 13.37 [m]
- hauteur de la construction H=14.25 [m]

Voyons tout d'abord le rapport de perméabilité :

III) Perméabilité des parois

Une paroi a une perméabilité au vent de μ % si elle comporte des ouvertures de dimensions quelconques dont la somme des aires représente μ % de son aire totale.

D'après le degré de perméabilité des parois, les Règles considèrent trois types de constructions. Une construction est dite :

- Fermée, si ses parois présentent des fuites et des petites ouvertures uniformément réparties, la perméabilité moyenne de ces parois étant inférieure ou égale à 5 %. Si toutes les parois ont une perméabilité nulle, c'est-à-dire si elles ne laissent absolument pas passer l'air même de façon accidentelle, la construction est dite fermée étanche ;
- Partiellement ouverte, si l'une des parois au moins présente ou peut présenter à certains moments une perméabilité moyenne comprise entre 5 et 35 % ;
- Ouverte, si l'une des parois au moins présente ou peut présenter à certains moments une perméabilité égale ou supérieure à 35 %.

III-1) Calcul de μ

$$\mu = \frac{\text{section d'ouv.}}{\text{surface de li}}$$

$$\mu = \frac{159.36}{855.485} = 0.18 \quad \% \text{ ce qui veut dire que notre paroi est}$$

partiellement ouverte

III-2) Rapport de dimensions

Pour une direction de vent donnée, le rapport de dimensions « γ » est le rapport de la hauteur « H » de la construction à la dimension horizontale de la face frappée.

D'où,

Vent normal à la grande face : (Sa)

$$\gamma a = h/a = 14.25/26.52 = 0.405$$

Vent normal à la petite face : (Sb)

$$\gamma b = h/b = 14.25/13.37 = 1.065$$

Les actions :

a) Actions extérieures : « Ce »

« Ce » existe à chaque paroi extérieure.

- 1er cas : le vent frappe la grande face (Sa)

→ vent normal à la grande face

- Pour le mur :

Face au vent : $C_e = +0.8$

Face sous le vent : $C_e = -(1.3 \gamma_o - 0.8)$

On regarde dans le diagramme RIII 5, d'où :

Pour $\gamma_a = 0.405$

$$\rightarrow \gamma_o = 1$$

$$\gamma_b = 0.804$$

Ainsi,

Face au vent : $C_e = +0.8$

Face sous le vent :

$C_e = -0.5$

- Pour la toiture :

On doit regarder l'angle formée sur la toiture :

$Tg \theta = 2.5 / 6$, d'où : $\theta = 22.5$

Comme $\gamma_0 = 1$, ainsi Face au vent : $\gamma_0 = 1 \rightarrow C_e = -0.1$

Face sous le vent :

$\gamma_0 = 1 \rightarrow C_e = -0.5$

Si $C_e < 0$, on a une dépression

$C_e > 0$, on a une poussée.

- 2eme cas : vent normale à la petite face (Sb)

- Pour le mur :

Face au vent : $C_e = +0.8$

Face sous le vent : $C_e = -(1.3 \gamma_0 - 0.8)$

Or $\gamma_0 = 0.97$ d'après le diagramme RIII 5

Face au vent : $C_e = +0.8$

Face sous le vent : $C_e = -0.46$

- Pour la toiture

$\Theta = 0$ et comme $\gamma_0 = 0.97$, cherchons « C_e » par le diagramme RIII 6 (annexe 2), ainsi

$C_e = -0.37$.

b) Actions intérieures : « Ci »

« Ci » existe à la paroi intérieure.

- **1^{er} cas : le vent frappe la grande face (Sa)**

- Pour le mur :

Face au vent : $C_i = +0.6 (1.8 - 1.3 \gamma_0)$

Face sous le vent : $C_i = - 0.6 (1.3 \gamma_0 - 0.8)$

Avec $\gamma_0 = 1$,

Face au vent : $C_i = +0.3$

Face sous le vent : $C_i = - 0.3$

- **2^{ème} cas : le vent frappe la petite face (Sb)**

Face au vent : $C_i = +0.6 (1.8 - 1.3 \gamma_0)$

Face sous le vent : $C_i = - 0.6 (1.3 \gamma_0 - 0.8)$

Avec $\gamma_0 = 0.97$, on a :

Face au vent : $C_i = +0.32$

Face sous le vent : $C_i = - 0.27$

c) Combinaison « Ce-Ci ».

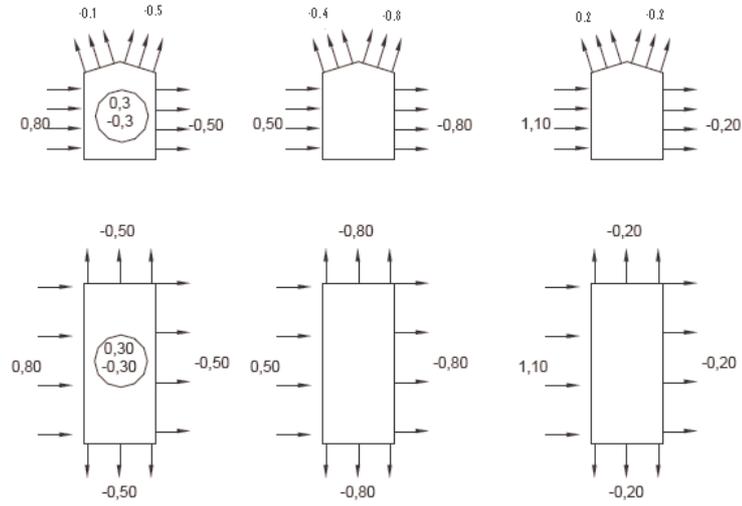


Figure 4: *vent normale à la grande face*

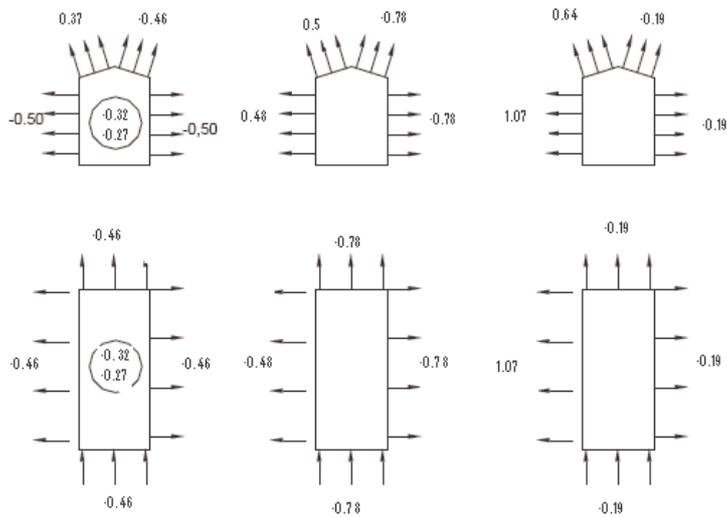


Figure 5: *Vent normale à la petite face*

Tableau 33: Récapitulons dans un tableau les résultats de « Ce-Ci »,

Ce-Ci	Grande face	Petite face	toiture
Pression	1.1	1.07	
dépression	0.8	0.78	0.8

III-3) Pression dynamique de base : qd

La pression dynamique q en décanewtons par mètre carré (daN/m²) est donnée en fonction de la vitesse V du vent en mètres par seconde par la formule :

$$q = V^2/16, 3, \text{ où } V \text{ est la vitesse du vent.}$$

Selon le fascicule portant Dispositions constructives applicables aux travaux de bâtiments édifiés dans les zones dites « à hauts risques cycloniques », Ministère des Travaux Publics, les valeurs des pressions dynamiques de base (q) sont :

Tableau 34: Vents dans les hauts plateaux et sur les côtes :

q _b	Vent normal	Vent extrême
Hauts-plateaux	50[kg / m ²]	87.5 [kg / m ²]
Zones côtières	143[kg / m ²]	250[kg / m ²]

La vitesse normale (correspondant à la pression dynamique normale) est la vitesse de pointe instantanée (pointe de rafale) qui n'est atteinte ou dépassée que 3 jours sur 1000.

La vitesse extrême (correspondant à la pression dynamique extrême) est la plus grande vitesse instantanée à laquelle la construction peut être soumise durant sa vie.

. Pression dynamique de base corrigée

Les pressions dynamiques de base subissent des variations à cause des effets montrés ci-après. On obtient la pression dynamique de base corrigée en appliquant la formule suivante :

$$q_d = q_b * C_s * C_h * C_m * \delta * \beta$$

C_s = coefficient de site ;

C_h = coefficient de hauteur ;

C_m = coefficient de masque ;

δ : coefficient de dimension ;

β : amplification dynamique.

Effet de la hauteur au-dessus du sol

La variation de la vitesse du vent avec la hauteur H dépend de plusieurs facteurs : le site, la vitesse maximale du vent et le freinage dû au sol.

Soit q_H la pression dynamique agissant à la hauteur H au-dessus du sol exprimée en mètres, q_{10} la pression dynamique de base à 10[m] de hauteur.

Pour H compris entre 0 et 500 m, le rapport entre q_H et q_{10} est défini par la formule :

$$C_H = q_H / q_{10} = 2.5$$

q_H : pression dynamique à la hauteur H

q_{10} :pression dynamique à la hauteur 10 [m]

H : hauteur du bâtiment

Dans notre cas, H=14.25 [m] d'où $C_H = 0.73$

La hauteur H est comptée à partir du sol environnant supposé sensiblement horizontal dans un grand périmètre en plaine autour de la construction.

III-4) Effet de site

A l'intérieur d'une région à laquelle correspondent des valeurs déterminées par des pressions dynamiques de base, il convient de tenir compte de la nature du site d'implantation de la construction.

Les valeurs des pressions dynamiques de base normale et extrême définies doivent être multipliées par un coefficient de site C_s égal à :

Tableau 35: Coefficient de site

Site normal	1
Site protégé	0.8
Site exposé	1.35

Le site se trouve à Andoharanofotsy-Mandrimena, c'est un site normal, ainsi $C_s = 1$.

Effet de masque

Il y a effet de masque lorsqu'une construction est masquée partiellement ou totalement par d'autres constructions ayant une grande probabilité de durée de vie. Pour notre sécurité nous supposons qu'aucun bâtiment ne masque partiellement ou totalement notre construction, donc il n'y a pas d'effet de masque. D'où : $C_m = 1$

Effet de dimension

La vitesse du vent n'est pas uniforme dans l'espace. Les relevés météo sont faits sur des surfaces frappées par le vent dont la plus grande dimension ne dépasse pas 0,50m. Si la surface frappée est beaucoup plus grande, la résultante moyenne des efforts pourra donc être réduite en pondérant la pression dynamique de base par un coefficient de réduction. Il est déterminé en fonction des plus grandes dimensions (horizontale et verticale) de la surface offerte au vent intéressant l'élément de stabilité considéré. Dans notre cas, on a :

Hauteur du bâtiment : 14.25 [m] < 30[m]

Longueur du maître couple : 26,52[m]

Selon le diagramme RIII2, on a $\delta = 0.77$, (annexe 2)

δ : coefficient de réduction

Calcul de l'amplification dynamique : β

Pour tenir compte de l'effet des actions parallèles à la direction du vent, les pressions dynamiques normales servant au calcul de l'action d'ensemble, sont multipliées à chaque niveau par un coefficient de majoration au moins égal à l'unité. Ce coefficient β est donné par la formule $\beta = \theta (1 + \xi \tau)$ dans laquelle :

ξ : coefficient de réponse, est donné en fonction de la période T du mode fondamental d'oscillation et pour des ouvrages de divers degrés d'amortissement, par l'un des diagrammes de la figure R-III-3(annexe 2).

τ : coefficient de pulsation, est déterminé à chaque niveau considéré en fonction de sa cote H au-dessus du sol par l'échelle fonctionnelle de la figure R-III-4(annexe 2).

θ : coefficient global dépendant du type de construction, est défini ci-après :

pour les constructions prismatiques à base polygonale régulière ou circulaire dont les caractéristiques sont données, à l'exception des constructions à usage d'habitation ou de bureau et pour les ensembles prismatiques des constructions ajourées et des constructions en treillis dont les caractéristiques sont données, θ est pris égal à 1 ;

pour les autres constructions, θ est donné en fonction de la cote H_s de leur sommet par :

0,70 pour $H_s \leq 30$ m ;

$0,70 + 0,01 (H_s - 30)$ pour $30 \text{ m} < H_s < 60 \text{ m}$

1 pour $H_s \geq 60$ m

Avec H_s le cote du sommet du bâtiment.

Détermination de la période T

Elle est déterminée par des méthodes simplifiées. Contreventement par ossature en Béton

Armé :

$$T = \frac{0.09 H}{\sqrt{L_x}}$$

H : hauteur totale du bâtiment

L_x : dimension en plan dans la direction considérée

Vent normal à la grande face (Sa) : $L_x = 38.76 \rightarrow T = 0.18[s]$

Vent normal à la petite face (Sb) : $L_x = 13.37 \rightarrow T = 0.26[s]$

Coefficient de pulsation :

Pour $H = 14.25$, $\tau = 0.36$

Coefficient de réponse :

Vent normal à la grande face (Sa) : $T = 0.18 \rightarrow \xi = 0.2$

Vent normal à la petite face (Sb) : $T = 0.26 \rightarrow \xi = 0.3$

Coefficient global de construction : θ

$\Theta = 10.75 \rightarrow \tau = 0.36$

Tableau 36: La valeur de β :

	θ	T[s]	ξ	τ	β
Vent normal à (Sa)	0.7	0.18	0.2	0.36	0.75
Vent normal à (Sb)	0.7	0.24	0.3	0.36	0.62

Comme $\beta < 1$, on prend $\beta = 1$.

III-5) Pression statique corrigée :

Valeur définitive des actions statiques :

$$q_c = q \times C_h \times C_s \times C_m \times \delta \times (C_e - C_i) \times \beta$$

Avec $q = 50$ [kg /m²] pour vent normal

D'où :

Tableau 37: Pression statique corrigée

qc	Sa [daN/m ²]	Sb [daN/m ²]	Toiture [daN/m ²]
Pression	30.91	30.07	
dépression	22.48	21.92	22.48

Avec $q = 87.5$ [kg /m²] pour vent extrême, on a :

qc	Sa [daN/m ²]	Sb [daN/m ²]	Toiture [daN/m ²]
Pression	54.10	52.62	
dépression	39.34	38.36	39.34

Chapitre III: Descente des charges

A - But et principe :

La descente des charges a pour but d'évaluer les charges reprises pour tous les éléments porteurs de la construction, les charges qu'ils supportent au niveau de chaque étage jusqu'à la fondation.

Le calcul concerne les charges permanentes et les charges climatiques.

Ce résultat de la descente des nous permet de calculer les poteaux ou les appuis et leurs fondations.

Méthode :

- Faire l'inventaire et calcul des charges et surcharges qui s'appliquent sur la superstructure au niveau de chaque étage. Nous aurons à considérer :
 - ✓ Le poids propre du poteau ;
 - ✓ La charge du plancher qu'il supporte ;
 - ✓ Le poids propre des poutres qui le chargent ;
 - ✓ Le poids des murs, des couvertures et des autres éléments.
- Calculer la surface du plancher supportée par chaque poteau ;
- Somme des valeurs trouvées précédemment pour l'évaluation des charges transmises à la fondation.

Le calcul de la descente des charges doit être fait pour chaque catégorie de charge :

- Charge permanente G ;
- Charge d'exploitation Q ;
- Charge de vent W.

Car les combinaisons les plus défavorables ne sont pas forcément les mêmes d'une charges à l'autres. Dans la pratique, on néglige la continuité des poutres que l'on tient compte

forfaitairement en majorant de 15% (cas de deux travées), ou de 10% (cas plus de deux travées) l'effort normal pour les poteaux voisins de poteaux de rive.

B - Inventaire des charges

Tableau 38: Charges permanentes

Elément de structure	désignations	charges	unités
toiture	couverture: tôle galvanisée ondulée	10	daN/m ²
	structure de couverture	25	daN/m ²
	charpente en bois	20	daN/m ²
	faux plafond sous entrait	45	daN/m ²
	TOTAL	100	daN/m²
Plancher	corps creux céramique 25cm+5cm	350	daN/m²

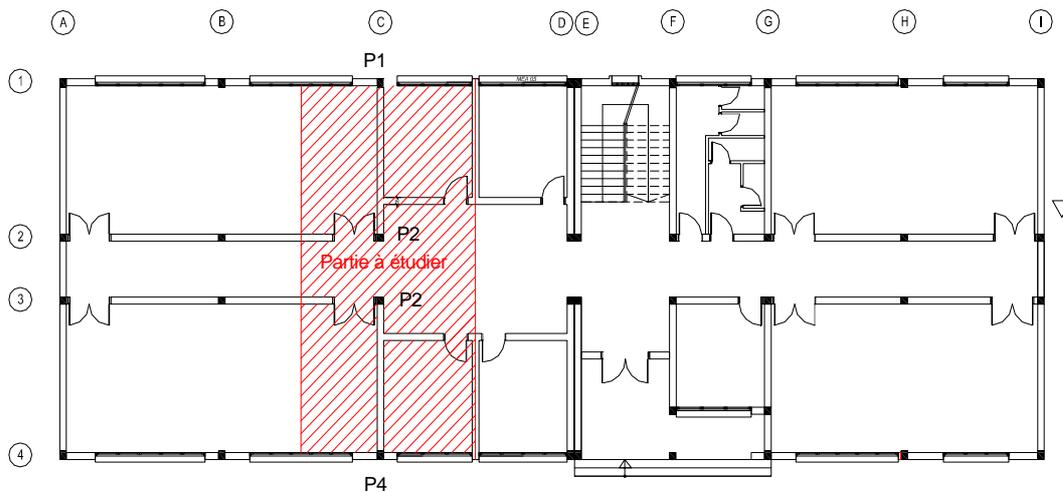
Elément de structure	désignations	charges	unités
mur de remplissage et séparation	brique pleine (25 finie)	450	daN/m²
poteau en béton armé	poteau intérieur et extérieur	2500	daN/m³
poutre	poutre longitudinale et transversale	2500	daN/m³

Tableau 39: Surcharges d'exploitations

Type	Charges	Unités
salle de classe	250	daN/m²
escalier/corridor	400	daN/m²
salles d'hygiène	175	daN/m²
Bureau	200	daN/m²

I) Choix de la file à étudier

Nous allons effectuer le calcul de la descente des charges pour le poteau de la file C qui est le poteau le plus chargé. L'objectif est de pouvoir dimensionner la fondation non seulement d'ordre technique mais aussi économique.



II) Descente des charges

Dans ce paragraphe, nous allons exposer la descente des charges des poteaux de la file C et une récapitulation des charges arrivées à la fondation.

II-1) Descente des charges verticales

La descente des charges est présentée à l'annexe III

Récapitulons les charges permanentes et les surcharges d'exploitation du poteau C

Tableau 40: Charges permanentes :

NIVEAU	P1 (daN)	P2 (daN)	P3 (daN)	P4 (daN)	G (daN)
n1	5 120	6 204	6 204	5 120	22 647
n2	5 542	6 626	6 626	5 542	24 334
n3	26 473	33 85	33 850	29 851	124 024
n4	26 895	34 272	34 272	30 273	125 711
n5	47 827	61 496	61 496	54 582	225 400
n6	48 417	62 086	62 086	55 173	227 763
n7	69 349	89 311	87 780	79 482	325 921
n8	69 940	89 901	88 370	80 073	328 284
n9	84 999	112 985	105 628	98 510	402 121

Tableau 41: Surcharges d'exploitationsSurcharges par m²

Niveau	Désignation	q (daN/m ²)
n1 et n2	salle de classe	250
	corridor	400
n3 et n4	salle de classe	250
	corridor	400
n5 et n6	salle de classe	250
	corridor	400
n7 et n8	salle de classe	250
	corridor	400

Tableau 42: Récapitulation de la descente des charges verticales

Poteau	P1	P2		P3		P4
Surface (m²)	18	13	12	13	12	18
n1 et n2 (daN)	4 524	3 250	4 800	3 250	4 838	4 524
ajouter (daN)	4 524	3 250	4 800	3 250	4 838	4 524
n3 et n4 (daN)	9 049	6 500	9 600	6 500	9 675	9 049
ajouter (daN)	4 524	3 250	4 800	3 250	4 838	4 524
n5 et n6 (daN)	13 573	9 750	14 400	9 750	14 513	13 573
ajouter (daN)	4 524	3 250	4 800	3 250	4 838	4 524
n7 et n8 (daN)	18 098	13 000	19 200	13 000	19 351	18 098
n9 (daN)	18 098	13 000	19 200	13 000	19 351	18 098
Somme (daN)	18 098	32 200		32 351		18 098

II-2) Descente des charges horizontales

Les actions du vent vont surcharger les poteaux. En effet, elles sont reprises par les portiques dans son ensemble, pour être transmises jusqu'aux fondations. Evaluons alors l'effet normal N_i transmis dans les poteaux « i ».

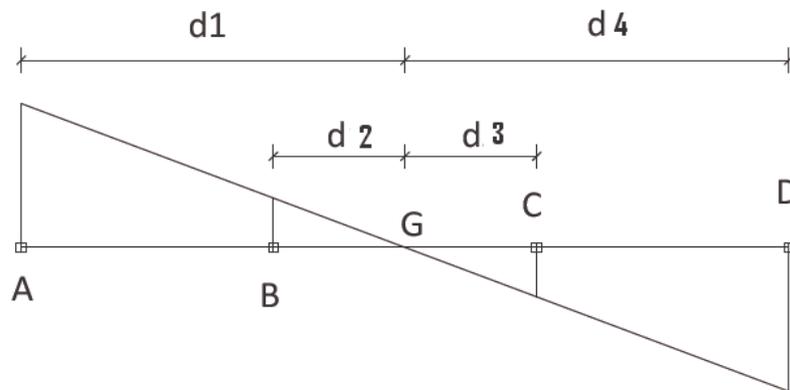


Figure 6: Recherche du centre de gravité des poteaux

Soient :

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

$q'w$: La charge linéaire exercée par le vent sur la paroi verticale ;

$$q'w = q_w * L$$

Ou q_w : la pression dynamique exercée par le vent sur la paroi verticale

On considère le vent extrême : $q_w = 63.11 \text{ daN} / (\text{m}^2)$

$$M = q'_w * l * \frac{h^2}{2}$$

l : largeur de la surface d'influence des poteaux, dans notre cas, $l = 4,88\text{m}$

h : hauteur de la surface d'influence

Par suite, $N_i = M * S_i * (d_i / I)$

Avec S_i : section du poteau « i »

D_i : distance du poteau au centre de gravité G des poteaux sur l'axe considéré

$$I = \sum S_i * d_i^2$$

I : moment d'inertie des sections des poteaux

Tableau 43: Centre de gravité G

	Section				
	P1 (cm4)	P2 (cm4)	P3 (cm4)	P4 (cm4)	d1(m)
RDC et 1e	875	875	875	875	6,69
2e et 3e	625	625	625	625	6,69

On présentera les résultats sous forme de tableau :

Tableau 44: Descente des charges horizontales

Niveau	d1 (m)	d2(m)	d3(m)	d4(m)	I [m4]
RDC	6,69	1,13	1,13	6,69	8,04
1e	6,69	1,13	1,13	6,69	8,04
2e	6,69	1,13	1,13	6,69	5,74
3e	6,69	1,13	1,13	6,69	5,74

Efforts tranchants:

$$N_i = M * S_i * (d_i/i)$$

$$N_1 = M * S_1 * (d_1/1)$$

Tableau 45: Récapitulation descente des charges horizontale

Niveau	H	F=H.L.v	Z=H/2	M=F.Z	F1	F2	F3	F4
n1	2,9	1 341	1,45	1945	141	24	24	141
n2=n3	6,4	2 960	3,20	9471	689	116	116	689
n4=n5	9,9	4 578	4,95	22662	1648	277	277	1648
n6=n7	13,4	6197	6,70	41517	3020	508	508	3020
n8=n9	17,4	8046	8,70	70003	5092	857	857	5092

Les unités des efforts tranchants sont en daN.

Chapitre IV: LA TOITURE

On va vérifier le choix de la couverture.

Le choix du revêtement se fait en fonction des expositions atmosphériques des portées ainsi que de la charge appliquée. On choisira la tôle en acier nervuré galvanisé ou galvabac 63 /100.

Il faut vérifier 2 conditions :

- Condition de résistance : $\sigma = (M \cdot V) / I < \sigma_{adm}$
- Condition de déformation : $f = 1/200$ de la portée.

A - Caractéristique du matériau :

Tôle galvabac : 63 /100.

Poids : 10(daN /m²)

Moment d'inertie : I = 14,74 (cm⁴/ml)

$\sigma_{adm} = 1600 \text{ daN/cm}^2$

b entraxe :

L'entraxe des panne = 1m ;

L'entraxe des murs pignons d = 4.00m

I) c détermination des actions :

poids de la couverture : 10 daN/ m²;

G = 10 daN/ m²

☉ Surcharge climatique :

- Vent normal : $W_n = 42 * 1 = 42 \text{ daN/ml}$
- Vent extreme : $W_e = 74 * 1 = 74 \text{ daN/ml}$

☉ Surcharge de montagne :

- $\alpha = 22,5^\circ$ et $Q = 100 \text{ daN/ml}$

II) d combinaison d'action :

- $G+Q = 10 + 100 = 110 \text{ daN/ml}$
- $G-We = 10 - 74 = -64 \text{ daN/ml}$

Ainsi, la toiture sera modélisée :

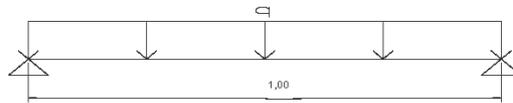


Figure 7: *Modélisation de la toiture*

III) vérification de la résistance de la couverture :

On choisit le cas défavorable.

- Moment de flexion maximal :

$$q = 110 * \cos \alpha \text{ avec } \alpha = 22.5$$

$$q = 101.62 \text{ daN/ml}$$

$$M = (ql^2)/8 = (101.62 * 1^2)/8 = 12.7 \text{ daN.m}$$

- Contrainte de flexion :

$$\sigma = (M * V) / I = (12.7 / 2.78) * 100$$

$$\sigma = 456.92 \text{ (daN/ m}^2\text{)} < \sigma_{adm} = 1600 \text{ (daN /m}^2\text{)}$$

IV) f vérification de la flèche :

$$f = (5qL^4) / 384 EI < L/200 \text{ avec } E : \text{ module d'élasticité} = 3 \cdot 10^8$$

$$f = (5 \cdot 101.62 \cdot 100^4) / (384 \cdot 3 \cdot 14.74) = 0,029 \text{ cm or } L / 200 = 100/200 = 0,5 \text{ cm}$$

Ainsi, $f < L/200$ donc la condition est vérifiée

Ainsi, le choix de la couverture est justifié.

B - Calcul des pannes :

Les pannes ont pour rôle de supporter la couverture. Elles sont disposées parallèlement à la ligne de faitage. Elles sont soumises :

- A leurs poids propre et ceux de la couverture ;
- A une charge due au vent.

I) Principe de dimensionnement :

Elles sont dimensionnées pour satisfaire simultanément :

- Aux conditions de résistance ;
- Aux conditions de flèche.

I-1) Inventaire des charges :

- Charge permanente :

Poids propre des pannes : 6 daN / m²

Poids de la couverture : 10 daN / m²

D'où $G = 16 \text{ daN / m}^2$

● Charge variable :

Vent extreme: $W_e = 74 \text{ daN} / \text{m}^2$

Vent normal: $W_n = 42 \text{ daN} / \text{m}^2$

I-2) Combinaison d'action :

$$P = 1,35G + 1,5Q = 171,6 \text{ daN} / \text{m}^2$$

$$P = G - W = 16 - 74 = -58 \text{ daN} / \text{m}^2$$

On prend $P = 171,6 \text{ daN} / \text{m}^2$ car c'est le cas le plus défavorable

II) Condition de résistance :

la charge maximale sur les pannes est

$$N = 1,25 * P * L$$

$$N = 1,25 * 171,6 * 1$$

$$N = 214,5 \text{ daN} / \text{m}^2$$

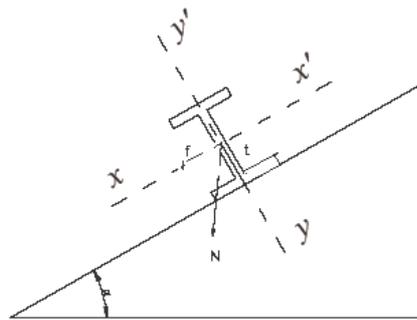


Figure 8: *Modélisation de la toiture*

Décomposons suivant xx' et yy'

$$P = N \cos \alpha = 214,5 \cos 22,5 = 198.17 \text{ daN/ml}$$

$$t = N \sin \alpha = 214,5 \sin 22,5 = 82.08 \text{ daN/ml}$$

II-1) Moments de flexion maximaux

La panne est considérée comme une poutre reposant sur deux appuis simples, alors les valeurs des moments fléchissant maximaux sont :

- $M_x = p \cdot d^2 / 8 = 198.17 \cdot 4^2 / 8 = 396.34 \text{ daNm}$
- $M_y = t \cdot d^2 / 8 = 82.08 \cdot 4^2 / 8 = 164.16 \text{ daNm}$

La section des pannes est donnée par les conditions de résistance :

$$M_x / (I/v) < \sigma_e \Rightarrow (I/v) > M_x / \sigma_e$$

$$M_y / (I/v) < \sigma_e \Rightarrow (I/v) > M_y / \sigma_e$$

D'où la section des pannes impose par les conditions de résistance:

$$(I/v) \text{ suivant } x < M_x / \sigma_{adm} = \mathbf{24.77 \text{ cm}^3}$$

$$(I/v) \text{ suivant } xy < M_y / \sigma_{adm} = \mathbf{10.26 \text{ cm}^3}$$

II-2) Condition de flèche

Si f désigne la flèche maximale au niveau de la section, on doit avoir:

$$\mathbf{f < L/200}$$

Les charges maximales pondérées à prendre en compte pour le calcul de la flèche sont :

$$p = 1.25 \cdot G \cdot d \cdot \cos \alpha$$

$$t = 1.25 \cdot G \cdot d \cdot \sin \alpha$$

ou d est l'entraxe des pannes. On obtient :

$$p = 1.25 \cdot G \cdot d \cdot \cos \alpha = 1.25 \cdot 16 \cdot 4 \cdot \cos 22.5 = 73.91 \text{ daN / ml}$$

$$t = 1.25 \cdot G \cdot d \cdot \sin \alpha = 1.25 \cdot 16 \cdot 4 \cdot \sin 22.5 = 30.61 \text{ daN/ml}$$

- Flèche suivant (xx') :

$$f = 5 * p * l^4 / (384 * E * I_x) < L / 200$$

$$I_x > 1000 p l^3 / 384 * E = 53.57 \text{ cm}^4$$

$$I_x = \mathbf{73.90 \text{ cm}^4}$$

- Flèche suivant (yy') :

$$f = 5 * t * l^4 / (384 * E * I_y) < L / 200$$

$$I_y > 1000 t l^3 / 384 * E = 44.16$$

$$I_y = \mathbf{30.90 \text{ cm}^4}$$

Compte tenu de ces résultats, la section adoptée pour les pannes est **IPE 100** (numéro de profilé tiré dans le livre: problème de résistance des matériaux, technique soviétique).

Chapitre V: **ETUDE DE PORTIQUE - CALCUL DE STRUCTURE**

Les armatures de chaque élément de structure du bâtiment en béton armé pour équilibrer son ossature. Une fois que le dimensionnement des différents éléments porteurs de la superstructure, à savoir les poutres et les poteaux, il faudrait 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

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. Ce chapitre a pour but de déterminer ces actions et la manière dont elles s'exercent dans la construction. Ainsi on pourra dimensionner.

Plusieurs méthodes nous sont données pour la détermination des sollicitations, des plus simples au plus exactes. Pourtant, plus les méthodes sont plus simples et moins elles sont précises. On peut citer :

- Les méthodes rapides telles que : la méthode de Caquot ou de trois moment. Le principe est de désolidariser les poutres et les poteaux, les traverses d'un même niveau peuvent être calculées comme des travées d'une poutre continue en négligeant la raideur d'un poteau.
- La méthode de la RDM (résistance des matériaux) dont :
 - ✓ La méthode de rotation qui conduit à n équations à n inconnus ;
 - ✓ La méthode de Cross qui donne des résultats qui convergent le mieux vers la valeur exacte.

Pour la détermination des efforts dans les structures, on choisira la méthode de Cross.

A - Méthode de Cross :

C'est une méthode pratique permettant de déterminer les efforts fléchissant et les efforts tranchants s'exerçant dans un système de poutre hyperstatique à nœuds rigides sous l'action des forces extérieures. 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 encastrées, 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 barre AB ; M_{BA} - moment transmis par le nœud B à la barre AB. L'effort tranchant dans la section d'abscisse x se calcule par :

$$T_x = \theta + \frac{M_{AB} + M_{BA}}{l}$$

Avec $\theta =$ effort tranchant dans la poutre droite de même portée reposant sur deux

appuis simples et supportant les mêmes charges.

Paramètre de base

Moment d'inertie :

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

Raideur des éléments des portiques :

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

Coefficient de répartition dans les poutres :

$$C_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sum_k R_{ij_k}} ;$$

$\sum_k R_{ij_k}$: Raideur de la poutre aboutissant au nœud i.

2) évaluation des charges :

Portique de calcul :

On va étudier le portique de l'axe C qui semble le plus chargé.

Charges verticales sur la poutre

Ici, on tiendra compte du poids propre de la poutre, de la répartition des charges apportée par le plancher et les surcharges d'exploitation.

Charge horizontale sur les poteaux

Pour le calcul des cas de charge horizontal, on se référera à l'effet du vent extrême.

3) combinaison d'action

Dans le cas des bâtiments, les combinaisons à considérer sont :

A l'ELU :

$$1,3G_{\max} + G_{\min} + 1,5Q_B + 1,3 \times 0,77W$$

Or, on considérera que toutes les charges permanentes sont défavorables, on ne considère alors que : G_{\max} d'où, à l'ELU :

$$1,35G + 1,5Q_B + W$$

A l'ELS :

$$: G + Q_B + 0.77W$$

Avec :

G : charge permanente ;

Qb : charge d'exploitation ;

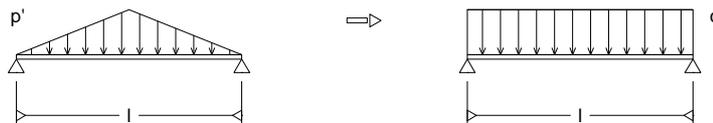
W : action du vent.

Calculons les charges sur la file C ;

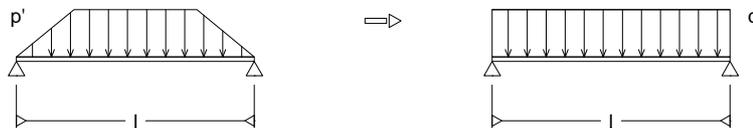
Tableau 46: La charge due au vent :

$p=v=$	71,03	daN/m ²
$l=$	6,51	m
$Q/ml=$	0,46	Tf/ml

Les charges venant de la descente des charges sont encore réparties triangulairement et trapézoïdalement sur la poutre, ainsi il faudrait les transformer en une charge répartie rectangulairement. Pour s'y faire, voici les formules appropriées :

**Figure 9:** Transformation d'une charge répartie triangulaire en charge répartie rectangulaire

$q = p' * 0,667$ avec p' : la charge triangulaire répartie ;
 q : la charge rectangulaire

**Figure 10:** Transformation d'une charge répartie trapézoïdale en charge répartie rectangulaire :

$$q = p' * [1 - (\alpha^2/3)]$$

Avec $\alpha = l_x / l_y$;

p' : la charge triangulaire répartie ;

q : la charge rectangulaire.

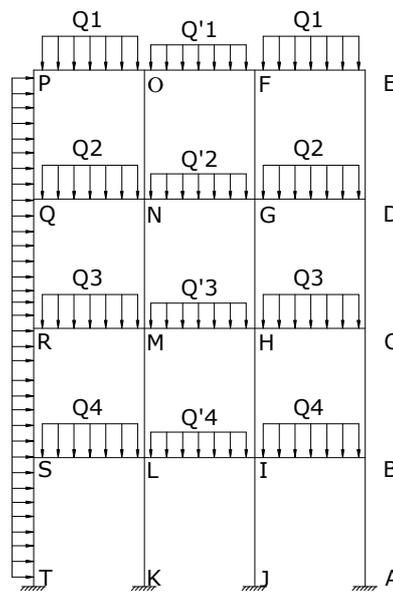


Figure 11: Schéma de calcul vue en coupe

Récapitulation des charges q

Tableau 47: Charges à l'ELU

	P1P2	P2P3	P3P4	niveau
q (Tf/ml)	3,257	2,076	3,257	n1
	5,286	2,987	5,286	n3
	5,286	2,987	5,286	n5
	5,286	2,987	5,286	n7

Tableau 48: Charges à l'ELS

	P1P2	P2P3	P3P4	niveau
q (Tf/ml)	2,259	1,438	2,259	n1
	3,761	2,113	3,761	n3
	3,761	2,113	3,761	n5
	3,761	2,113	3,761	n7

D'après la méthode de Cross, on obtient les résultats présentés à l'annexe IV

Chapitre VI: Etude de la superstructure

A - 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

I) Définitions

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. La fissuration est considérée comme peu nuisible pour les éléments situés à l'intérieur bâtiment (non soumis à des condensations ou aux intempéries), dans le cas contraire elle est supposée préjudiciable (balcon, poutre et poteau de façade).

II) Caractéristiques des matériaux

Le béton de ciment présente des résistances à la compression assez élevée, de l'ordre de 25 à 40MPa, mais sa résistance à la traction est faible, de l'ordre de un dixième de sa résistance en compression. L'acier présente une très bonne résistance à la traction (et aussi à la compression

pour des élancements faibles), de l'ordre de 400MPa, mais si aucun traitement n'est réalisé, il subit les effets de la corrosion. De plus, son comportement est ductile, avec des déformations très importantes avant rupture. Pour pallier à la faible résistance du béton en traction et à sa fragilité, on lui associe des armatures en acier : c'est le béton armé.

II-1) Le béton :

Dosage : 350kg de CEMI 42,5 par mètre cube de béton ;

Résistances mécaniques à 28 jours d'âge :

$$f_{c28} = 25MPa \text{ en compression ;}$$

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

Coefficient partiel de sécurité :

$$\gamma_b = 1,5 \text{ (Combinaison non accidentelle) ;}$$

$$\theta = 1 \text{ (durée d'application des combinaisons d'actions supérieures à 24heures) ;}$$

Résistance de calcul du béton :

$$f_{bc} = \frac{0,85f_{c28}}{\theta\gamma_b} = 14,2MPa ;$$

Contrainte limite de compression du béton à l'ELS : $\sigma_{bc} = 0,6f_{c28} = 15MPa$

II-2) L'acier

Enrobage $e=3\text{cm}$:

Nuance : acier haute adhérence FeE400 ;

Limite d'élasticité $f_e = 400\text{MPa}$

Coefficient partiel de sécurité $\gamma_s = 1,15$ (Combinaison non accidentelle) ;

Contraintes limites des aciers tendus en ELS :

Si fissuration est non préjudiciable : pas de limite $\overline{\sigma}_s = 348\text{MPa}$;

En fissuration préjudiciable $\overline{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; \text{Max } 0,5 f_e ; 110 \sqrt{\eta f_{ctj}} \right\} = 202\text{MPa}$

Résistance de calcul des aciers à l'ELU : $\sigma_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = 348\text{MPa}$;

Le diamètre des armatures les plus proches des parois est supérieur à, 6mm ;

III) Poteau

III-1) Généralités

Les poteaux font parties des éléments porteurs d'un bâtiment. Ce sont des poutres droites verticales qui supportent les charges verticales appliquées et les transmettent jusqu'aux fondations. Ils assurent aussi le contreventement de l'ossature. La solidarité entre les poteaux et les poutres crée des moments qui soumettent ainsi ces poteaux à la flexion composée.

III-2) Longueur de flambement l_f et l'élanement λ

Les poteaux de ce bâtiment ont tous des sections rectangulaires et sont, à leurs extrémités, encastées dans un massif de fondation ou assemblés à des poutres. Par conséquent, $l_f = 0,7 l_0$ ou l_0 désigne la longueur libre du poteau c'est-à-dire la distance entre les faces supérieures de deux planchers successifs ou celle entre la fondation et la face supérieure du premier plancher.

L'élanement λ du poteau est le rapport : $\lambda = l_f / i$

Avec i : le rayon de giration donné par la formule : racine (i/B)

Ou B : section du béton ;

I : moment d'inertie de la section du poteau par rapport à l'axe passant par son centre de gravité. Pour une section rectangulaire, $I = (b \cdot h^3 / 12)$. H représente la hauteur de la section dans la direction du flambement.

III-3) Sollicitation aux états limites

Le poteau est sollicité par :

Un moment fléchissant résultant du calcul des portiques ;

Un effort normal de compression déduit des descentes des charges.

Il est donc soumis à la flexion composée .le poteau étudié sera le poteau C 3, car c'est le poteau le plus chargé. Le poteau est divisé en 4 niveaux : FG,GH,HI,IJ.

Les sollicitations qui s'exercent sur les poteaux sont :

Tableau 49: Charges à l'ELS

poteaux	section	Nu, max(MN)	Ns, max (MN)	MU(MNm)	Ms(MNm)
FG	25*25	0,700	0,500	-0,005	-0,003
GH	25*25	1,195	0,859	-0,017	-0,012
HI	25*35	1,694	1,219	-0,038	0,027
IJ	25*35	2,017	1,458	-0,024	0,017

Ces valeurs résultent des calculs de sollicitation par la méthode de CROSS.

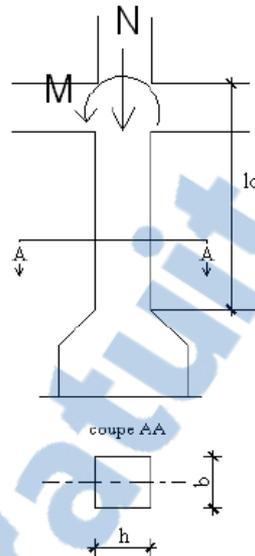


Figure 12: Sollicitation au niveau du poteau

Méthode de calcul pour les armatures :

o L'excentricité additionnelle :

$$e_a = \text{Max}(2\text{cm}, \frac{l}{250})$$

o L'excentricité du premier ordre :

$$e_1 = \frac{M_u}{N_u} + e_a$$

o Longueur de flambement :

Le poteau est encasté dans le massif de fondation, alors, la longueur de flambement est:

$$l_f = 0,7l_0$$

o L'excentricité du second ordre :

$$e_2 = \frac{3l_f^2(2 + \alpha\phi)}{10^4 h} ; \text{ avec } \phi = 2 \text{ et } \alpha = 10 \left(1 - \frac{M_u}{1.5M_{ser}}\right)$$

- Le moment de calcul :

$$M_{uA} = e_A N_u$$

o Sollicitation ramenée au centre de gravité des aciers tendus :

$$e_o = \frac{M_{ser}}{N_{ser}}$$

L'organigramme pour le calcul des armatures est donné en annexe VI 3.

Tableau 50: Excentricité et moment de calcul :

poteaux	l _o	α	λ	e1(m)	ea(m)	e2(m)	e(m)	M(MNm)
FG	3,50	10,00	33,95	-0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
GH	3,50	10,00	33,95	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
HI	3,50	9,99	24,25	-0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
IJ	3,50	10,00	24,25	-0,01	0,02	0,01	0,02	0,04

Tableau 51: Détermination du type de sections :

poteaux	ψ	ζ	ξ	x	e(NC)	e(m)	section
FG	0,788	0,093	—	—	0,023	0,023	SPC
GH	1,347	—	0,061	0,109	—	0,015	SEC
HI	1,36	—	0,032	0,0586	—	0,011	SEC
IJ	1,62	—	0,0621	0,133	—	0,022	SEC

SPC : section partiellement comprimée

SEC : section entièrement comprimée

Tableau 52: Les armatures

Niveau	Section	Armature As	Section d'acier (cm ²)	A's	Section d'acier (cm ²)	Armature transversale	Espacement des zones courantes (cm)	Espacement des zones de recouvrements (cm)
FG	25*25	4HA8	1,83	5HA16	10,16	HA8	21	17
GH	25*25	0	0,00	4HA10	2,83	HA8	21	17
HI	25*35	0	0,00	9HA16	17,84	HA8	21	17
IJ	25*35	0	0,00	8HA20	24,46	HA8	21	17

Vérification des sections entières

$$x_G = 15 \frac{A_z \left(\frac{h}{2} - d' \right) - A_s \left(d - \frac{h}{2} \right)}{bh + 15(A_z + A_s)}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{3} + b \cdot h \cdot x_G^2 + 15 \left[A_z \left(\frac{h}{2} - d - x_G \right)^2 + A_s \left(d - \frac{h}{2} + x_G \right)^2 \right]$$

$$\sigma_{sup} = \frac{N_{ser}}{S} + \frac{N_{ser}(e - x_G) \left(\frac{h}{2} - x_G \right)}{I}$$

$$\sigma_{inf} = \frac{N_{ser}}{S} - \frac{N_{ser}(e - x_G) \left(\frac{b}{2} + x_G \right)}{I}$$

Récapitulation de la vérification des SEC

poteaux	σ sup	σ inf	σ bc	surface	Nser	e
GH	13,74	11,98	15	0,06	0,859	0,02
HI	10,19	11,96	15	0,11	1,219	0,01
IJ	10,65	12,83	15	0,12	1,450	0,02

Vérification pour le poteau FGvérification de la section minimale

$$As_{min} > \max(bh/1000; 0,23b \cdot b \cdot ft28/fe)$$

$$As, min =$$

$$6,6E-05$$

$$0,66$$

$$m^2$$

Vérification des paramètres

		Mser/Nser=	0,007
$c = h/2 - e$			
		c=	0,13
$p = -3c^2 - 90As'(c-d)/b + 90As(d-c)/b$		p=	-0,0089
$q = -2c^2 - 90As'(c-d)^2/b - 90As(d-c)^2/b$		q=	-0,0013
on résout ensuite l'équation du troisième degré $z^3 + pz + q = 0$. la résolution se fait de la manière suivante:			
$\Delta =$	$q^2 + 4p^3/27$		
$\Delta =$		>0	
si $\Delta > 0$:	$t = 0,5 * (\text{racine } \Delta - q)$	t=	013
		u=	0,1085
	$z = u - (p/3u)$	z=	0,1088
		Yser=	0,2404
<u>calcul de y ser: distance de centre de pression à l'axe neutre à la fibre supérieure</u>			
$\sigma_{bc} =$	$z * N_{ser} / I * (d - Y_{ser})$		0,00164825 =1.64Mpa 0,002472378
$\sigma_s =$	$15 * \sigma_{bc}$		=2.47Mpa

Sigma s est positif, ainsi, la section est vraiment partiellement comprimée. Aussi, $\sigma_{bc} < 15\text{MPa}$.

Le dessin de ferrailage pour poteau se trouve à l'annexe VII 3

IV) Les poutres

Nous allons juste étudier les poutres transversales étant donné que c'est la plus sollicitée.

Les poutres sont des solides à lignes moyennes droites à section rectangulaires, en t, ou en I, elles sont souvent posées ou semi encastrées horizontalement avec les poteaux ou mur. Les effets des moments fléchissant et des efforts tranchant dans les poutres sont plus grand que les effets des efforts normaux, par conséquent, elles sont supposées soumises à la flexion simple.

La poutre la plus chargée est celle de la file C, dont les sollicitations est celle trouvée dans la courbe enveloppe.

IV-1) Evaluation des charges

Les moments de flexion dans le portique sont dus :

- aux charges verticales : charges permanentes
- Surcharges d'exploitation
- aux charges horizontales : vent

Charge verticale

Tableau 53: Les charges reparties

	P1P2	P2P3	P3P4	niveau
q (Tf/ml)	3,257	2,076	3,257	n1
	5,286	2,987	5,286	n3
	5,286	2,987	5,286	n5
	5,286	2,987	5,286	n7

Charge horizontale

D'après les résultats de calcul des effets du vent¹, la pression dynamique due au vent extrême qui s'exerce sur la grande face $q_d = 86.24 \text{ daN/m}^2$. Ce qui nous donne une charge horizontale $q = 0.46 \text{ T/ml}$ appliquée sur une largeur égale à 4.88m.

IV-2) Calcul des poutres

Nous nous réfèrerons aux résultats des courbes enveloppes issus de la méthode de CROSS pour les valeurs des sollicitations et le calcul des armatures est effectué suivant les règles BAEL91 modifiées 99. Nous allons étudier la poutre du premier étage de l'aile C.

1 Armature longitudinaleDonnées :

$b_0 = 25 \text{ cm}$	0,25m
$h = 60 \text{ cm}$	0,60m
$d = 54 \text{ cm}$	0,54m
$d' = 6 \text{ cm}$	0,06m
$f_{bu} = 0,85 f_{c28} / \theta \gamma_b$	14,17Mpa
$f_{ed} = f_e / \gamma_s = \text{gamma s}$	
$f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$	
$f_e = 400 \text{ Mpa}$	
$\theta = 1$	car $t \geq 24 \text{ h}$
$\gamma_s = 1.15$	combinaison fondamentale
$\gamma_b = 1.5$	combinaison fondamentale
$f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28}$	2,1 Mpa

Tableau 54: Récapitulation des moments et des armatures

Appuis	M (MN.m)	A (cm ²)	A définitive	Section définitive (cm ²)
Appui C	0,10	5,86	4HA14	6,16
Appuis H	0,09	4,98	5HA12	5,65
Appuis M	0,15	8,69	8HA12	9,04
Appuis R	0,09	4,78	2HA12+2HA14	5,34

Travée	M (T.m)	A (cm ²)	A définitive	Section définitive (cm ²)
Travée CH	0,10	5,40	4HA14	6,16
Travée HM	0,06	3,49	4HA12	4,52
Travée MR	0,10	5,46	5HA12	5,65

Vérifications :**Tableau 55: Vérification du cisaillement du béton :**

Il faut que : $\tau_{u,max} \geq \tau_u$ avec :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \times d}$$

Travées	Cas défavorable (daN)	$\tau_{u,max}$ (Mpa)	τ_u	$\tau_u < \tau_{u,max}$
CH	19 039,88	5	1,41	Vérifié
HM	4 314,39	5	0,32	Vérifié
MR	14 912,12	5	1,10	Vérifié

On n'a plus besoin de faire la vérification à l'ELS car dans notre cas, la fissuration est peu préjudiciable

Vérification de la déformabilité des poutres

$$\frac{h}{l} \geq \frac{1}{16} ; \quad \frac{h}{l} \geq \frac{M_t}{10.M_0} \text{ et } \frac{4,2}{f_e} \geq \frac{A}{b_0.d}$$

Ou : h- hauteur de la poutre ;

l- distance entre les nus des appuis ;

Mo- moment fléchissant maximal en travée pris comme isostatique ;

Mt- Moment maximal en travée ;

A- Section des armatures tendues.

Tableau 56: Présentons dans un tableau la vérification de la flèche :

	l,m	A cm2	Mt, MNm	Mo, MN	Mt/10*Mo	4,2*b*d/fe	L1/16	H1/l	
CH	5,56	5,40	0,10	0,20	0,05	14,18	00,06	00,11	ok
HM	2,25	3,49	0,06	0,02	0,34	14,18	00,06	00,27	ok
MR	5,56	5,46	0,10	0,20	0,05	14,18	00,06	00,11	ok

Vérification de l'âme du béton

La fissuration est non préjudiciable, les armatures transversales sont droites.

Il faut que :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \cdot d} \leq \tau_{u\text{lim}} = \min \left\{ 0,2 \frac{f_{e28}}{\gamma_b}; 5\text{MPa} \right\}$$

Tableau 57: Récapitulation de la vérification

Appuis	Vu (Mpa)	Tu (Mpa)	Tu, lim (Mpa)
C	1 903,99	1,41	3,33
H	431,44	0.32	3,33
M	1 491,21	1.02	3,33
R	852,89	0,63	3,33

Tableau 58: Vérification de la contrainte d'adhérence et d'entraînement :

Il faut que $\tau_{se} < \tau_{su}$ avec :

$$\tau_{su} = 1,5 \cdot f_{t28}$$

$$\tau_{se} = \frac{V_u}{0,9 \cdot d \cdot m \cdot \Pi \cdot \phi}$$

appuis	τ_{se}	τ_{su}	
appui C	2,23	3,15	vérifié
appui H	0,47	3,15	vérifié
appui M	1,02	3,15	vérifié
appui R	0,93	3,15	vérifié

Tableau 59: 2 Armature transversales :

Diamètre des armatures

Le diamètre est obtenu en respectant la relation :

$$\phi_t \geq \min \left\{ \frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \frac{\phi_l}{3} \right\}$$

D'où :

Travées	h/35	bo/10	phi/3	phi_t[mm]	At[cm ²]
CH	17,14	25,0	4,67	8	1,13 (3HA8)
HM	17,14	25,0	4,00	8	1,13 (3HA8)
MR	17,14	25,0	4,00	8	1,13 (3HA8)

Donc $\Phi_t = 8 \text{ mm}$

Les lits d'armature comportent 3 barres donc $A_t = 3 \text{ HA8}$.

Tableau 60: Espacement des armatures transversales : st

$$\left\{ \begin{array}{l} s_t \leq \min (0,9 d ; 40 \text{ cm}) \\ s_t \leq \frac{A_t \cdot f_e}{0,40 \cdot b_0} \\ s_t \leq \frac{0,8 \cdot A_t \cdot f_e}{b_0 \cdot (\tau_u - 0,3 f_{tj})} \end{array} \right.$$

Travées	At*fe/0.4*bo	Min (0,9d; 40cm)	St (cm)
CH	45,2	40,00	20
HM	45,2	40,00	20
MR	45,2	40,00	20

Répartition des armatures transversales :

$$N = 1/6 * (5h/sto - 3)$$

n = 6.64 soit 7 fois

Calcul de sto :

$$sto = At * \theta_0$$

$$\theta_0 = \frac{0.9 \times \frac{f_e}{\gamma_s}}{b_0 \times (\tau_u - 0.3k f_{t28})}$$

$$\theta_0 = 8.89$$

$$St = 13.34$$

Calcul de la longueur réduite l'o

$$l'o = [(l_0 / 2) - (5h/6)] / [1 - ((0.3 * k * f_{t28}) / (\tau_u))]$$

$$l'o = 1.6 \text{ cm}$$

Nombre de répétition	1,6	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,6
Nombre cumulé	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0	17,6	19,
nombre arrondi	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	18	19
nombre pratique	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1

Tableau 61: Répartition des armatures d'ame

Répartition	4	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	10	11	13	13	16	16	20	25	25	35
l cumulé	4	12	20	28	36	44	52	60	68	77	87	97	10	12	13	15	16	18	21	23	27

Le dessin de ferrailage est à l'annexe VII 2

V) Le plancher

Les plancher sont des aires horizontales déterminant les différents niveaux d'un bâtiment .ils doivent remplir plusieurs ons relatives à la stabilité de l'ouvrage et à la séparation entre les niveaux notamment :

- La reprise et transmission des charges aux éléments porteurs verticaux ;
- Le contreventement d'un bâtiment ;
- La stabilité au feu ;
- L'isolation thermique ;
- L'isolation acoustique ;

Selon leur matériau et technologie de construction, on distingue 5 grandes catégories :

- Les planchers avec dalle pleine et avec predalle ;
- Les plancher à corps creux ;
- Les planchers collaborant ;
- Les planchers mixtes et les plancher en bois.

Pour notre cas de bâtiment, nous allons utiliser les plancher à corps creux car ils représentent une bonne résistance au feu, re une meilleure isolation acoustique.

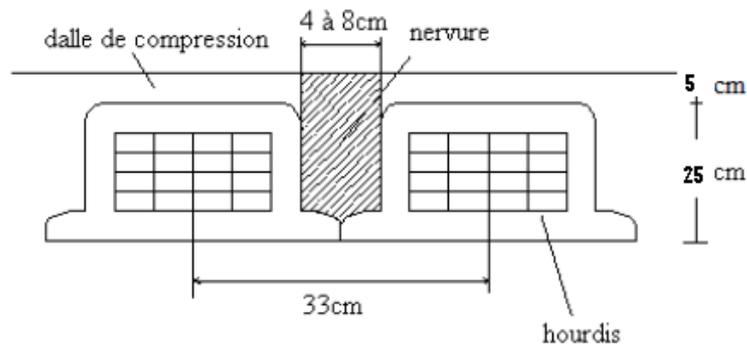


Figure 13: Coupe d'un hourdi

V-1) Calcul de la dalle de compression

La dalle sur hourdis creux doit avoir une épaisseur minimale de 4cm ; et être armé d'un quadrillage de barres dont les dimensions des mailles ne doivent pas dépasser :

- 20 cm pour les armatures perpendiculaires aux nervures ;
- 33 cm pour les armatures parallèles aux nervures.

Si A est la section des armatures perpendiculaires aux nervures (A en cm^2 par mètre de nervure) et f_e la limite d'élasticité, en des aciers utilisés, on doit avoir :

- Lorsque l'écartement / entre axes des nervures est inférieur ou égal à 50cm : $A \geq 200/f_e$
- Lorsque l'écartement / entre axes des nervures est compris entre 50 et 80 cm : $A \geq 4 \cdot l/f_e$

Les armatures parallèles aux nervures, autres que les armatures supérieures des poutrelles, doivent avoir une section par mètre linéaire, au moins égale à $A/2$.

V-1-1) Les armatures

Selon les règles de construction précédentes, nous avons pris comme valeur de $h_o = 5\text{cm}$. Soit A : armatures

perpendiculaires aux nervures ;

$st \leq 20$ cm

l_0 : entre axe des nervures est égale à 33cm .

- Pour $st = 20$ cm, alors il existe 5 tor par mètre linéaire d'où $A = 5 T 6$ p.m $A = 1,414 \text{ cm}^2 / \text{m}$ de nervure.

Soit A_p : armatures parallèles aux nervures ; et $st \leq 33$ cm,

- Pour $st = 33$ cm, alors il existe 3 tor par mètre linéaire $A_p = 3 T 6$ p.m $A = 0,848 \text{ cm}^2 / \text{m}$

V-2) Calcul des nervures



Cas général de chargement

a. Moments sur appuis

Pour déterminer les moments sur appuis on considère uniquement les deux travées adjacentes à l'appui étudié et on remplace les deux travées réelles par deux travées fictives avant d'appliquer la méthode de CAQUOT minoré. Son principe est le même que celui de Caquot, la seule différence réside à un coefficient $2/3$ affecté à la charge permanente. Pour une travée de rive sans porte à faux la longueur fictive l est égale à la longueur réelle et pour une travée intermédiaire la longueur fictive l est égale à 0.8 fois la longueur réelle. La longueur de chaque travée est comptée entre les nus des appuis. Le moment maximal sur l'appui G_i est obtenu lorsque les deux travées adjacentes à ce dernier sont chargées. Dans le cas où on aurait simultanément des charges uniformément réparties concentrées, on superpose les résultats précédents.

b. Moments en travées

Après avoir calculé les moments sur appuis, on détermine les moments en travées en considérant les travées réelles chargées ou non suivant les cas. Le moment maximal dans la travée i est obtenu lorsque cette travée est chargée et les deux travées adjacentes sont déchargées.

Evaluation des chargescharge permanente G

plancher25+5	0,35	(kN/m ²)
chape +revêtements	0,1	(kN/m ²)
faux-plafond	0,025	(kN/m ²)

$$G = 0.475 \cdot 0.33 = 0.156 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

Charge d'exploitation Q

Salle de travail : $0.25 \cdot 0.33 = 0.0825 \text{ (kN /m}^2\text{)}$

Salle d'hygiène : $0.18 \cdot 0.33 = 0.0594 \text{ (kN /m}^2\text{)}$

Salle des professeurs : $0.25 \cdot 0.33 = 0.0825 \text{ (kN /m}^2\text{)}$

Tableau 62: Les charges

	ELU (kN/m ²)
q 1-2	0,34
q 2-3	0,34
q 3-4	0,34
q 4-5	0,34
q 5-6	0,30
q 6-7	0,34
q7_8	0,34

La formule de CAQUOT donne les moments sur appui i :

$$M_i = - \frac{p_i l_i^3 + p_{i+1} l_{i+1}^3}{8,5 l_i + l_{i+1}}$$

Les travées fictives associées telles que :

- pour les travées de rive sans porte-à-faux : $l_i = l'_i$
- pour les travées intermédiaires relatives à la barre $l'_i = 0,8l_i$
- p_i - charges uniformes relatifs à la barre i

Ensuite les moments en travées sont obtenus par :

$$M_x = m_x + M_{i-1} + \frac{M_i - M_{i-1} \cdot x}{l}$$

Calcul des armatures :

On considère qu'en travée, le plancher prend la forme d'une section en té et en appui, d'une section rectangulaire. Le plancher est soumis aux moments fléchissant et aux efforts tranchants donc méthode de calcul à la flexion simple.

Tableau 63: Données de calcul

b	0,33	m	béton		acier		
h	0,3	m	fc28	25	MN/m	fe	400
bo	0,06	m	ft28	2,1	MN/m	γ_s	1,15
ho	0,04	m	γ_b	1,5		σ_f	348
d	0,27	m	θ	1	MN/m	σ_{fu}	348
e	0,03	m	f bc	14,2		f ed	348
0,9d	0,24	m	σ_{bc}	15			

- Calcul de Mtu :

$$Mtu = b \cdot ho \cdot (d - ho/2) \cdot fbu$$

Mtu=0.35 (MNm), c'est-à-dire Mtu > Mu dans tous les calculs ainsi, la table seule est surabondante pour équilibrer le moment agissant. La zone comprimée a une forme rectangulaire et on est ramené au calcul des armatures d'une section rectangulaire de largeur

La méthode de calcul est déjà expliquée dans les annexes VI 2 à partir d'un organigramme

Calcul des armatures longitudinales :

Tableau 64: Récapitulation des moments et efforts tranchants

Appuis	travées	longueur m	moments aux appuis (KNm)	moments en travée (kNm)	effort tranchant		x0
					Tg	Td	
1	1_2	5,92	0,17	1,10	0,00	0,86	2,56
2			0,79		1,13	0,94	
3	2_3	5,92	1,10	0,53	1,05	1,21	2,80
4			0,95		1,17	0,78	
5	3_4	7,1	0,95	-0,79	1,17	0,78	0,22
6			0,30		0,41	0,48	
7	4_5	3,54	0,30	0,08	0,41	0,48	1,59
8			0,50		0,59	0,79	
9	5_6	3,56	0,50	-0,39	0,59	0,79	0,15
10			0,86		0,52	1,02	
11	6_7_	5,1	0,86	0,7	0,52	1,02	3,05
12			0,17		0,00		
13	7_8	5,1	0,17	0,7	0,00		

Tableau 65: Vérification des armatures en travée

travées	μ kNm	μ , lu	μ , bu	A' comprimée	Zb m	A théorique	A réelle(cm2)
M1-2	1,10	0,32	0,007	0	0,17	1,07	3HA8 = 1.50
M2-3	0,53	0,392	0,001	0	0,17	1,07	3HA8 = 1.50
M3-4	1,09	0,392	0,002	0	0,17	1,07	3HA8 = 1.50
M4-5	0,79	0,392	0,001	0	0,17	1,07	3HA8 = 1.50
M5-6	0,08	0,392	0,0003	0	0,17	1,07	3HA8 = 1.50
M6-7	0,39	0,392	0,00018	0	0,17	1,07	3HA8 = 1.50
M7_8	0,70	0,392	0,0032	0	0,17	1,07	3HA8 = 1.50

Tableau 66: Vérification des armatures aux appuis

appuis	μ kNm	μ , lu	μ , bu	A' comprimée	Zb m	A théorique	A réelle
M1	0,17	0,32	0,000	0	0	1,08	3HA8 =1,50
M2	0,79	0,392	0,013	0	0,17	1,08	3HA8 =1,50
M3	1,10	0,392	0,003	0	0,17	1,08	3HA8 =1,50
M4	0,95	0,392	0,003	0	0,17	1,08	3HA8 =1,50
M5	0,30	0,392	0,002	0	0,17	1,08	3HA8 =1,50
M6	0,50	0,392	0,003	0	0,17	1,08	3HA8 =1,50
M7	0,86	0,392	0,86	0	0,17	1,08	3HA8 =1,50
M8	0,17	0,392	0	0	0	1,08	3HA8 =1,50

Condition de non fragilité :

$$A > A_{\min} = \sup (b_o \cdot h / 1000 ; 0.23 \cdot b_o \cdot d \cdot f_t / f_e)$$

$$A_{\min} = 1.08 \text{ cm}^2$$

Tableau 67: Vérification des armatures inférieures sur appui

$A_s \geq \frac{\gamma_s V_{\max}}{f_e}$	sur appuis de rive,
$A_s \geq \frac{\gamma_s}{f_e} (V_{\max} - \frac{ M_u }{0.9d})$	sur appuis intermédiaires

appuis	As m2	Vmax(Mn)	μ (MNm)	$\gamma/f_e * V_{\max}$	$\gamma s/f_e*(v_{\max} - \mu/0,9d)$
M1	0,00007	0,00086	0,00017	0,000002	
M2	0,00007	0,00113	0,00079		-0,00001
M3	0,00007	0,0121	0,00110		-0,00001
M4	0,00007	0,00117	0,00095		-0,00001
M5	0,00007	0,00079	0,00030		0,00000
M6	0,00007	0,00102	0,00050		0,00000
M7	0,00007	0,00052	0,00086		-0,00001
M8	0,00007	0,00052	0,00017	0,000001	

La condition sur vérification des armatures inférieures sur les appuis de rive et sur les appuis intermédiaires est satisfaite.

Vérification de la compression du béton

$$\sigma_{bc} = \frac{V_{u \max} \sqrt{2}}{b_o \frac{a}{\sqrt{2}}} \leq 0.8 \frac{f_{c28}}{\gamma_b} \text{ s}$$

$$s a = \min (15,5 ; 12,5) = 12,5 \text{ cm}$$

$$V_{u, \max} \leq (0.4 * a * b_o * f_{c28}) / \gamma_b$$

Tableau 68: Vérification de la compression du béton

appuis	Vu,max	$0,4 \cdot b_o \cdot a \cdot f_{c28} / \gamma_b$	sigma bc	$0,8 \cdot f_{c28} / \gamma_b$
M1	0,0009	0,275	0,0417	13,3
M2	0,0011	0,275	0,0546	13,3
M3	0,0012	0,275	0,0587	13,3
M4	0,0012	0,275	0,0568	13,3
M5	0,0008	0,275	0,0381	13,3
M6	0,0010	0,275	0,0497	13,3
M7	0,0005	0,275	0,0252	13,3

Calcul des armatures transversales :

L'effort tranchant : $V_{u,max} = P_u \cdot l/2$, prenons la valeur maximale de l'effort tranchant qui est égal à 580 daN sur l'appui 1. marque qu'une partie des charges au voisinage des appuis est transmise directement à ces appuis et n'intervient pas dans le l des armatures transversales, cela revient à calculer l'effort tranchant $V_{u,o}$ dans la section d'abscisse $x = 5/6h$

$$V_{u,o} = V_{u,max} - P_u \frac{5h}{6} ;$$

$$V_{u,o} = 580 - (30 \cdot (5 \cdot 0.2) / 6) = 575 \text{ daN}$$

Vérification du béton :**Contrainte tangente conventionnelle**

$$\tau_{u,o} = \frac{V_{u,o}}{b_o \cdot d}$$

$$T_{u,o} = 0.42 \text{ MPa}$$

Vérification de :

$$\tau_u \leq \tau_{lim}$$

$$\tau_{lim} = \min \left(0.2 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} ; 5MPa \right)$$

$$\tau_{lim} = \min (3.3MPa ; 5MPa)$$

$$T (lim) = 3.3MPa$$

On a $\tau_{u,0} < \tau_{u,lim}$ donc la condition est vérifiée.

Vérification des armatures d'ames

Nous avons :

$$\frac{A_t}{b_o s_t} \frac{f_{st}}{\gamma_s} \geq \frac{\tau_{uo} - \tau_{bf}}{0.9 (\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

où α est l'inclinaison des A_t qui est égale à 90° ,

La réduction de contrainte tangentielle, $K= 1$ en flexion simple ou s'il n' ya pas de reprise de bétonnage or $\tau_{bf} = 0.63MPa > \tau_{u,0} = 0.42$ donc on va mettre le pourcentage minimal.

Pourcentage minimal des armatures d'âme :

Il faut que :

$$\frac{A_t}{b_o s_t} f_{st} \geq 0.4 MPa$$

$$\frac{A_t}{s_t} \geq \frac{0.4 b_o}{f_{st}}$$

$$A_t / s_t > 0.008 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Tableau 69: Diamètre des armatures d'âme

$$\phi_t \geq \min \left\{ \frac{h}{35}; \frac{b_o}{10}; \frac{\phi_t}{3} \right\}$$

Travées	h/35	bo/10	φl/3	φt[mm]	At[cm ²]
M1-2	85,71	330,0	2,67	6	1HA6, 0,28
M2-3	85,71	330,0	2,67	6	1HA6, 0,28
M3-4	85,71	330,0	2,67	6	1HA6, 0,28
M4-5	85,71	330,0	2,67	6	1HA6, 0,28
M6-7	85,71	330,0	2,67	6	1HA6, 0,28
M7-8	85,71	330,0	2,67	6	1HA6, 0,28

Calcul de st

$$s_t \leq \min \{ 0.9d ; 40 \text{ cm} ; 15 \phi_t \}$$

$$St < \min (0,9*17; 40 ; 15*0,8)$$

$$St = 12 \text{ cm}$$

VI) Escalier

VI-1) Définition

Un escalier est une suite régulière de plans horizontaux permettant de passer à pied d'un niveau à un autre. Selon leur forme, il existe plusieurs types d'escaliers à savoir : les escaliers droits, les escaliers balancés, les escaliers hélicoïdaux, ...

Une volée d'escalier est un ensemble interrompu de marche entre deux paliers successifs. Elle ne peut comporter plus de 25 marches.

VI-2) Caractéristique

Un escalier est caractérisé par sa montée (hauteur à franchir) H , son emmarchement E , son giron g , sa hauteur de marche h et son nombre de marches n ainsi que son angle d'inclinaison.

L'étude sera effectuée sur les escaliers à l'intérieur du bâtiment. Ce sont des escaliers droits à deux volées par palier intermédiaire. Les caractéristiques connues sont $H=3.50m$ et $E=1,5m$. Comme h varie de 16 à 20, on prend $h=17cm$, le nombre de contremarche revient à $n=H/h, n=330/17=19.41$. Ensuite, en choisissant un nombre de marches $n=20$, la hauteur réelle de la marche est de $h=H/n=16.5cm$. soit $g=30cm$, $2h+g=63cm$, ceci vérifie la relation de **Blondel** : $60cm$

$$h = 1.8 / (22/2)$$

$$h = 16.36 \text{ cm, prenons } h = 17cm$$

L'angle d'inclinaison de la paillasse est tel que $\alpha = 28.81^\circ$.

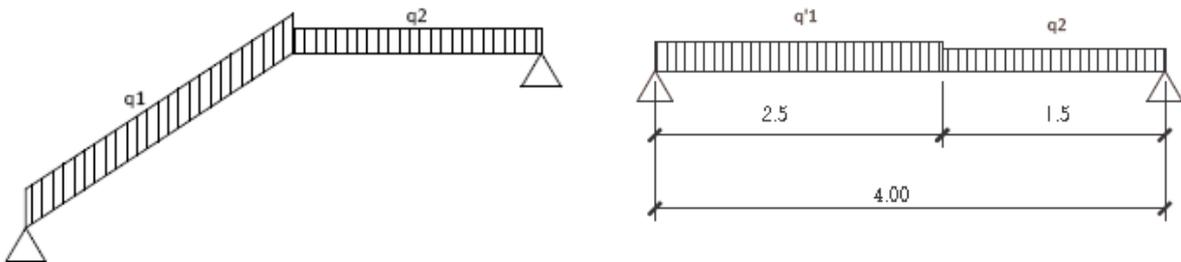
Tableau 70: Récapitulons les caractéristiques de l'escalier :

désignations	Dimensions (cm)
Hauteur de marche	16.5
Giron	30
Emmarchement	150
Nombre de marche	20
Hauteur à franchir	330
Epaisseur de la paillasse inclinée de 28.81°	15

VI-3) Calcul des sollicitations :

Le calcul d'un escalier consiste à déterminer les armatures de la paillasse et celle du palier. Pour se faire, il faut commencer odéliser la structure puis choisir la méthode adéquate de calcul des sollicitations.

Figure 14: *Modélisation de la structure :*

VI-3-1) Evaluation des chargesCalcul des sollicitations :Données :

h=	0,15 m
b=	1,5 m
d=	0,12 m
e=	0,03 m

Charge permanente

marche		0,181		
paillasse de 15 cm		0,43		
chape et revêtement		0,1		
	G1	0,711	T/ml	0,00711
palier et chape	G2	0,475	T/ml	0,00475

surcharge d'exploitation Q 0,4 T/ml 0,004 (pour une école)

D'après les formules :

$$V_A = q_1 a + \frac{q_2 b^2 - q_1 a^2}{2L}$$

$$V_B = -q_2 b + \frac{q_2 b^2 - q_1 a^2}{2L}$$

La valeur de $x_0 = \frac{V_A}{q_1}$;

Le moment maximal en travée est $M_{\max} = \frac{V_A^2}{2q_1}$;

Les moments aux appuis $M_a = 0,15M_{\max}$.

Tableau 71: Les moments

	MA	MB	MAB	xo	TA	TB
ELU	0,004	0,004	0,03	1,94	0,030	0,027
ELS	0,003	0,003	0,02	1,94	0,022	0,019

Tableau 72: Armatures longitudinales

escalier	μ MNm	As cm2	Areel cm2	Mser,lim	Mser
travée	0,0294	7,48	5HA14=7,7	0,04	0,02
appui	0,0044	2,17	4HA10=3,1 4	0,006	0,003

Vérification rapide à l'ELS

$$M_{ser,lim} = \mu_{ser,lim} \times b \cdot d^2 \cdot f_{c28}$$

$$M_{ser,lim} > M_{ser,i}$$

$$M_{ser,(A=B)} = 0,003$$

$$M_{ser(AB)} = 0,02$$

$$\mu_{ser,lim} = 0,0103$$

$$\mu_{ser,lim} = 0,0683$$

$$M_{ser,lim} = 0,006$$

$$M_{ser,lim} = 0,04$$

Armatures transversales :

Les armatures de répartition sont obtenues par $A_r > A_s/4$; (sections des armatures réparties tous les 1,80m ou 1,20m).
 acement des barres de répartition est limité à : $e < \min (45\text{cm} ; 4h)$

Tableau 73: Récapitulation des armatures transversales

escalier	As cm ²	Ar cm ²	Ar choisie	répartition
travée	7,4818	1,04	1,5	3HA8 pm
appui	2,1735	0,30	0,28	1HA6 pm

Le plan de ferrailage est présenté à l'annexe VII 4

Chapitre VII: ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE

I) Définition et fonction

Les fondations d'une construction sont constituées par les parties de l'ouvrage qui sont en contact avec le sol auquel elles transmettent les charges de la superstructure ; elles constituent donc la partie essentielle de l'ouvrage puisque de leurs bonnes conceptions et réalisations découlent la bonne tenue de l'ensemble. Les éléments de fondation transmettent les charges au sol, soit directement (cas des semelles reposant sur le sol ou cas des radier), soit par l'intermédiaire d'autre organe (cas des semelles sur pieu par exemple).

II) Reconnaissance du terrain :

Nous allons exploiter les résultats que nous a fournis le LNTPB (Laboratoire National des Travaux publics et de Bâtiments) qui a effectué une mission de reconnaissance de ce terrain en effectuant :

- 4 sondages au pénétromètre dynamique noté Pd1 à Pd4 descendus jusqu'au refus pour apprécier la résistance dynamique des différentes couches rencontrées en profondeur implantés sur le terrain de foot actuel ;
- 1 sondage à la tarière couplée à des essais pressiometrique à chaque mètre linéaire pour établir la coupe du sol en place et avoir les paramètres de compressibilité des sols en place.

III) Nature des couches :

Le sol en place est caractérisé par une succession de :

- Limon argilo-sableux rougeâtre d'épaisseur 3,00 m caractérisant une couche de faible à moyenne résistance nique ($2 \leq q_d \leq 8$ MPa) ;
- Limon argilo-sableux violacé sur 2,00 m accusant une résistance comprise entre 0,5 et 2 MPa ;

- 1,50 m de roche décomposée dénotant une couche de faible résistance ($0 \leq q_d \leq 2$ MPa) ;

6,5 m de profondeur caractérise le refus à la tarière manuelle ;

A partir de 6,5 m, la résistance dynamique des couches augmente progressivement jusqu'au refus dynamique rencontré à m à 14,20m de profondeur.

Aucune nappe phréatique n'a été détectée au moment de l'investigation (mois de juillet 2007)

IV) Stabilité :

Les massifs de fondation doivent être en équilibre sous l'action :

- Des sollicitations dues à la superstructure qui sont : des forces verticales, des forces obliques, des forces horizontales, moments de flexion ou de torsion ;
- Des réactions dues au sol qui sont : des forces verticales et des forces obliques (réaction verticale avec adhérence).

Les ouvrages de fondation doivent satisfaire les conditions suivantes :

- D'équilibre statique (non-glissement, non-renversement) ;
- De capacité portante (résistance) ;
- De limitation des déformations ;
- De durabilité (non corrosion)

V) Choix du type de fondation :

Par le calcul de la descente des charges, on a évalué les surcharges transmises au sol. L'essai géotechnique permettra d'évaluer la contrainte et la déformation que le sol pourra supporter. Dans notre cas, la contrainte de calcul admissible est de : 0,3MPa.

Proposons tout d'abord une fondation superficielle : semelle isolée

VI) Dimensionnement de l'ouvrage :

On étudiera en détail le poteau qui est le plus chargé. Il s'agit de déterminer les dimensions d'une semelle isolée de fondation poteau de section carrée.

Elément connus :

- Contrainte admissible du sol : $\bar{\sigma}_{\text{sol}} = 0.3$ [MPa]
- Charges appliquées au niveau supérieur de la semelle : $N_{\text{ser}} = 1058,73$ KN
- Section du poteau : 25*35(cas défavorable)

Elément inconnus :

- Dimension de la semelle isolée : $A = B, h$
- Poids propre de la semelle ;

VI-1-1) Calcul de l'aire approchée : S1

$$S1 = (G+Q) / \bar{\sigma}_{\text{sol}} ;$$

S1: aire approchée;

G+Q: charge sur semelle isolée ;

$\bar{\sigma}_{\text{sol}}$: Contrainte limite sur le sol ;

$$\text{On trouve } S1 = 145844 / 30 = 48614.66 \text{ cm}^2 = 4.8 \text{ m}^2$$

VI-1-2) Cote de la semelle : a et b

La semelle isolée est de forme carré, ainsi pour avoir la cote, on a :

$$A = B = (S1)^{1/2} ; \text{ d'où : } A = B = (48614.66)^{1/2}$$

Donc $A = B = 220$ cm,

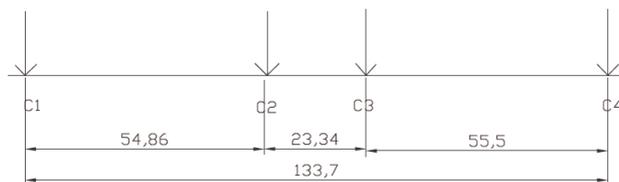
Soit **2.20*2.20**

La semelle isolée de $2.20 \times 2.20 \text{ m}^2$ est impossible pour l'ouvrage, adoptons une semelle filante

VI-1-3) Calcul de la semelle filante

On prendra toujours la file C

A. Prédimensionnement de la semelle filante



Les charges venant de la superstructure à l'ELS:

- $PC1 = 0.5 \text{ (MN)}$
- $PC2 = 0.859 \text{ (MN)}$
- $PC3 = 1.219 \text{ (MN)}$
- $PC4 = 1.458 \text{ (MN)}$

D'où $\sum P = 4.036 \text{ (MN)} = 403.6 \text{ (T)}$

On suppose que la semelle filante a les dimensions suivantes :

- ✓ Longueur $L = 14.37 \text{ (m)}$;
- ✓ Largeur $l = 1.20 \text{ (m)}$;
- ✓ Ancrage $e = 1 \text{ (m)}$

Puis on vérifiera par le calcul si ces dimensions peuvent être prises.

A 1 (m) de profondeur, on suppose que la contrainte admissible du sol est égale à 0.3 (MPa)

1. Calcul des poids propres :

Semelle : $1.20 \times 14.37 \times 0.20 \times 2.5 = 8.6 \text{ (T)}$

Longrine : $13.37 \times 0.25 \times 2.5 \times 0.8 = 6.68 \text{ (T)}$

Remblai : $0.7 \times 1.20 \times 14.37 \times 1.8 = 21.72 \text{ (T)}$

Poids total : $37 + 403.6 = 440.6 \text{ (T)}$

2. La charge surfacique q_0 appliquée sur la semelle filante :

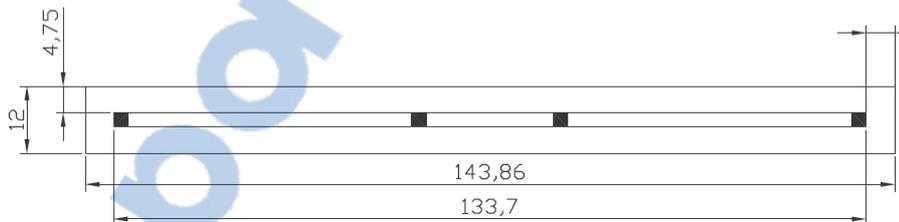
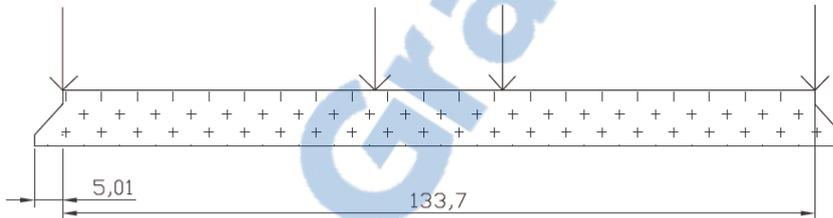
$$q_0 = 440.67 / (1.20 * 14.37) = 25.55 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$q_0 < 30 \text{ (T/m}^2\text{)}$ (contrainte admissible du sol) ainsi les dimensions de la semelle peuvent être prises pour la construction.

$$L = 14.37 \text{ (m)}$$

$$l = 1.20 \text{ (m)}$$

$$e = 1 \text{ (m)}$$



Toutefois, il faut vérifier le tassement

B. Vérification du tassement

Le tassement est négligeable si $\Delta\sigma < 20\% \sigma_0$ avec $\sigma_0 = \sum \gamma_i * h_i$;

γ_i : poids volumique humide et est égale à $20 \text{ (KN / m}^3\text{)}$;

$$\Delta\sigma = (q_0 / \gamma) * (2\beta - \sin 2\beta)$$



$$\tan \beta = 7.185/4.5 \rightarrow \beta = 0.99$$

$$\Delta \delta = 8.68 ;$$

$$20\% \delta_0 = 9.4$$

Ainsi, on peut voir que : $\Delta \delta < 20\% \delta_0$ à une profondeur de 4.7 (m) en dessous de l'assise de la semelle donc le tassement est négligeable à ce niveau.

C. Calcul de ferrailage de la semelle filante

Ici, les charges concentrées seront transformées en charges réparties et le calcul se fait à l'ELU.

Les charges venant de la superstructure à l'ELU:

- PC1 = 0.7 (MN)
- PC2 = 1.195 (MN)
- PC3 = 1.694 (MN)
- PC4 = 2.017 (MN)

$$D'où \sum P = 5.606(MN) = 560.6(T)$$

$$q = 560.6 / (14.37 * 1.20)$$

$$q = 39.00 (T/m^2)$$

Méthode de bielle comprimée

$$A(x) = [P(a'-a) / (8 h * \delta_s)] ; \text{ avec}$$

$$a' = 1.20 (m) = 120 (cm)$$

$$a = 25 (cm)$$

$$h = 30 (cm)$$

$$\delta_s = 3480 (kg/cm^2)$$

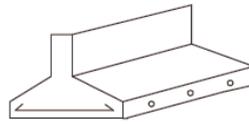
$$P = 39 (T/m^2) = 39000 kg$$

$$D'où A(x) = 4.43 cm^2 / ml$$

$$A(x) = 4T12 cm^2 \text{ par mètre linéaire}$$

Armature de répartition

$$A_p = A(x)/4 = 1.13 (cm^2) = 4T6$$



4T12

Chapitre VIII: Les éléments de second œuvre

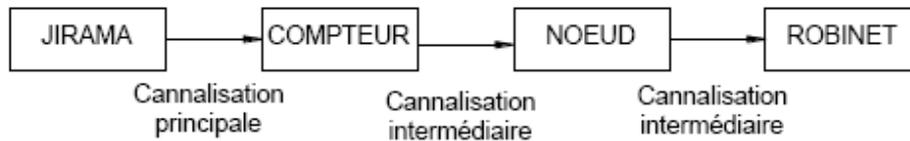
Après avoir bouclé l'étude du gros œuvre, nous allons maintenant procéder à l'étude du second œuvre du projet qui par définition désigne l'ensemble des ouvrages d'achèvement de la construction. En d'autres termes à travers le présent chapitre nous allons parler de l'alimentation en eau potable, de l'électrification et de l'assainissement du bâtiment.

A - Adduction d'eau

L'adduction d'eau se fera par des canalisations en PVC. En effet, les produits dérivés du polychlorure de vinyle sont actuellement les plus utilisés dans la réalisation des canalisations aussi bien des eaux d'adduction que des eaux de rejet. Ils ont entre autre l'avantage d'être insensibles aux liquides corrosifs et de présenter de bonnes qualités acoustiques tout en supportant aussi bien l'eau chaude que l'eau froide.

La canalisation d'eau est composée de trois types de branchement :

- Branchement primaire : provenant du branchement général du réseau de distribution de la JIRAMA.
- Branchement secondaire ; venant du branchement primaire et desservant chaque étage du bâtiment
- Branchement tertiaire : venant du branchement secondaire et desservant directement les différents appareils. Le schéma ci- après illustre ces différentes canalisations entre les différents points.



Pour atténuer les bruits d'équipement, il faut limiter la vitesse de circulation de l'eau et d'utiliser des robinets à fermeture lente et progressive.

I) Calcul du réseau de distribution

I-1) Le débit

Les diamètres des canalisations sont déterminés à partir du principe que le débit à évacuer est inférieur au débit évacuable. Le débit servant de base au calcul du diamètre d'un conduit est obtenu en multipliant la somme des débits des appareils par un coefficient de simultanéité K qui tient compte du fait que les robinets ne serviront probablement pas tous à la fois.

$$Q_c = K * Q_b$$

Ou Q_c : débit de calcul (l/s) ;

Q_b : débit de base des appareils à installer (l/s).

$$K = 1 / (x-1)^{1/2}$$

Ou x : nombre d'appareil que comporte l'installation

K : coefficient probable de simultanéité.

Tableau 74: Le débit de base de chaque appareil

désignation de l'appareil	Q_b (l/s)
WC à action siphonique	0,12
lave-mains	0,1
urinoirs	0,15

I-2) Canalisation secondaire

Les appareils à alimenter sont plutôt groupés d'étage en étage. On dispose alors d'une seule colonne de conduite pour l'alimentation

Tableau 75: récapitulation les débits

niveaux	désignation	nombres	Qu en (l/s)		coefficient de simultanéité	Débit instantané(l/s)
			partiels	cumulés		
R+3	W C à action siphonique	3	0,12	0,36	0,35	0,37
	lave mains	4	0,1	0,4		
	urinoirs	2	0,15	0,3		
	total R+3	9		1,06		
R+2	W C à action siphonique	3	0,12	0,36	0,35	0,37
	lave mains	4	0,1	0,4		
	urinoirs	2	0,15	0,3		
	total R+2	9		1,06		
R+1	W C à action siphonique	3	0,12	0,36	0,35	0,37
	lave mains	4	0,1	0,4		
	urinoirs	2	0,15	0,3		
	total R+1	9		1,06		
RDC	W C à action siphonique	3	0,12	0,36	0,35	0,37
	lave mains	4	,1	,4		
	urinoirs	2	,15	,3		
	total RDC	9		,06		

Conventionnellement, Qu représente le débit unitaire et Qbi le débit de base instantané. La vitesse doit respecter la relation $0.5\text{m/s} < V < 1.5\text{m/s}$ pour éviter les cops de béliet qui entraînent la fermeture brusque des robinets et pour limiter l'entartrage.

Prenons la valeur moyenne $V = 1\text{m/s}$, on a $Q_{bi} < Q = V \cdot S$ alors :

$$\Phi = [(Q \cdot b_i) / (\pi \cdot V)]^{1/2} = (0.00037 / (3.14 \cdot 1))^{1/2} = 0.022 \text{ m} = \mathbf{22 \text{ mm}}$$

La détermination du diamètre de canalisation peut se faire également à l'aide de l'abaque de DARIES.

I-3) Canalisation tertiaire

La canalisation tertiaire d'une conduite mène vers chaque appareil, elle est donc basée sur le débit de base. Ainsi, $Q_b < Q = V \cdot S = V \cdot (\pi \cdot \phi^2) / 4$ En prenant une vitesse de 1m/s, Les diamètres ont pour expression : $\phi > [(Q \cdot b) / \pi]^{1/2}$. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 76: Diamètres des canalisations tertiaires

désignation de l'appareil	Qb (l/s)	ϕ (mm)	Φ adopté (mm)
WC à action siphonique	0,12	12	12/17
lave-mains	0,15	14	20/27
urinoirs	0,1	11	12/17

B - AssainissementI) Généralités

Les canalisations d'évacuation des eaux usées doivent assurer l'évacuation rapide et sans stagnation des eaux usées provenant des appareils sanitaires et ménagers. Le diamètre intérieur des branchements de vidange doit être au moins égal à celui des siphons qu'il reçoit. Nous avons trois types d'eaux à évacuer :

- ✓ les eaux vannes (EV) provenant des WC, -
- ✓ les eaux usées (EU) provenant de la douche et de la cuisine, -
- ✓ les eaux pluviales (EP).

Pour éviter la corrosion des tuyaux, nous choisissons le type de canalisation en PVC.

II) Evacuation des eaux pluviales

Les eaux pluviales sont collectées par des regards et acheminées directement vers l'égout public sans traitement. Nous choisissons d'utiliser des tuyaux en PVC pour les descentes d'eau afin d'assurer une durabilité, une facilité d'entretien et de remplacement grâce à sa disponibilité sur le marché. Leurs diamètres sont déterminés d'après les indications du tableau ci dessous (DTU 60.11) en fonction de la surface en plan de la toiture

Tableau 77: Diamètre du tuyau en fonction de la surface de toiture

Diamètre du tuyau en cm	Surface en plan desservie en m ²
6	40
7	55
8	71
9	91
10	113
11	136
12	161
13	190
14	220
15	253
16	287

Pour faciliter la mise en œuvre et pour des conditions de sécurité, nous proposons de prendre $\phi = 10\text{cm}$ en PVC, nous allons les placer tous les 12 m.

III) Evacuation des eaux vannes et des eaux usées

L'évacuation des eaux vannes se fait depuis les divers appareils sanitaires jusqu'aux regards de façade. Tout appareil sanitaire doit comporter un siphon destiné à empêcher la pénétration de l'air vicié des canalisations dans les locaux où sont placés les appareils ou dans le voisinage.

Les siphons sont branchés sur les collecteurs d'appareils recueillant les eaux usées ou les eaux vannes et raccordant les différents appareils sanitaires aux tuyaux de chute. Les tuyaux de chute doivent être prolongées en ventilation primaire jusqu'à l'air libre et au dessus des locaux habités.

III-1) Collecteurs d'appareils

Les diamètres des collecteurs sont donnés dans le tableau ci-dessous, pour des pentes de canalisations comprises entre 1 et 3cm/m.

Tableau 78: Diamètre des collecteurs

Appareils	diamètre intérieur minimal (mm)
lavabo	30
W C	80
lave-mains	80

III-2) Tuyau de chute

Les diamètres intérieurs des tuyaux de chute d'eaux usées doivent être choisis conformément au tableau suivant. Ces diamètres seront constants sur toute la hauteur des colonnes.

Tableau 79: Diamètre des tuyaux de chute

Appareils	nombre total d'appareil	ϕ intérieur minimal (mm)	Φ adopté (mm)
WC	2	90	100
lavabo et lave-mains	8	90	100

Les eaux usées, plus particulièrement affluents des toilettes doivent subir un traitement avant son évacuation vers les réseaux urbains. Le réseau d'Antananarivo est un système d'évacuation unitaire. Tous les fluides à évacuer provenant de la construction sont acceptés.

IV) Dimension des fosses sceptiques

La fosse septique est un appareil destiné à la collecte et à la liquéfaction des matières polluantes contenues dans les effluents des WC et éventuellement des eaux usées. Actuellement, il existe la fosse septique préfabriquée, mais pour l'étanchéité et la solidité, nous utilisons des fosses en béton armé, les accessoires intérieurs tels que les tuyaux droits d'aération ou tuyaux coudés de distribution et de plongée seront en PVC. Le dimensionnement de la fosse septique dépend du nombre des usagers. Le volume de la fosse est de 250litres par personne. Les fosses contiennent chacune 3 compartiments : le compartiment chute, le compartiment décantation et le filtre.

Le compartiment chute occupe le 2/3 de volume nécessaire, tandis que la décantation occupe le 1/3. Le filtre ou épurateur est installé avant le rejet des eaux dans l'égout, il assure l'épuration des effluents par l'action de bactéries aérobies. Le nombre de personne utilisant la fosse septique est 40. Le volume $V = 250 * 40 = 10\ 000$ l est divisé en deux parties :

- ✓ Un compartiment de chute : $V_c = 2/3 * V = 6660(l)$
- ✓ , Un compartiment de décantation : $V_d = 1/3 * V = 3\ 340 (l)$

Prenons comme hauteur de la fosse $h=2,00\text{m}$ et la largeur $l=2,50\text{m}$

D'où les longueurs correspondantes sont :

$$L_c = V_c / (l \cdot h) = 1.30\text{m}$$

$$L_d = V_d / (l \cdot h) = 0.7 \text{ m}$$

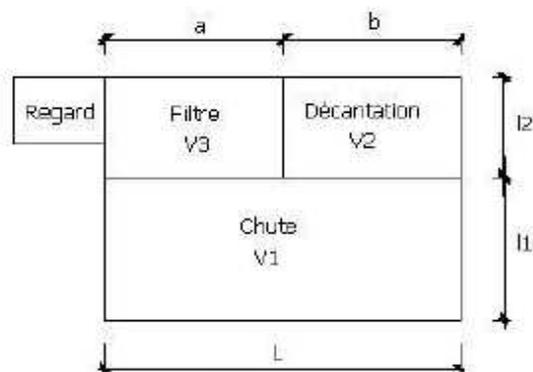


Figure 15: Fosse sceptique

V) Dimensionnement des éléments épurateurs

La surface du lit bactérien S en m^2 pour un nombre d'utilisateur N est donnée par la formule:

$$S = N / (10 \cdot H) \text{ ou } H : \text{hauteur de l'épuration en m}$$

En prenant $H = 2$ (m) (même dimension que les fosses sceptiques), $S = 2$

C - Electricité

I) Objectifs généraux

Après avoir terminé l'étude du gros œuvre, nous allons maintenant procéder à l'étude du second œuvre du projet qui, par définition désigne l'ensemble des ouvrages d'achèvement de la construction. En d'autres termes à travers le présent chapitre nous allons parler de l'alimentation en eau potable, de l'électrification et de l'assainissement de l'immeuble.

I-1) 1. L'électricitéI-1-1) 1.1. Notions de basea) 1.1.1. Objectifs généraux

Les quatre points suivants doivent être assurés obligatoirement :

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

b) 1.1.2. Principes d'installation

Les principes à caractères obligatoires sont les suivants :

Un même circuit ne doit desservir plus de huit (08) points d'utilisation.

Les socles de prise de courant seront alimentés par des circuits différents de ceux alimentant les foyers lumineux fixés.

c) 1.1.3. Dispositifs de protection

- Protection contre les surtensions et les courts circuits

L'installation électrique de l'immeuble doit être commandée par un disjoncteur général placé à l'origine du circuit (venant de la JIRAMA), ce disjoncteur est bipolaire et différentiel. Des dispositifs découpe circuit à haute sensibilité (30mA) équiperont les circuits de prise de courant et ceux desservant la salle d'eau. Tous les circuits électriques seront protégés contre les surtensions et les courts circuits par des dispositifs bipolaires (phase neutre) qui peut être :

- Des disjoncteurs divisionnaires ;
- Des coupes circuits à cartouche fusible ;

Notre choix a été porté sur le deuxième type de dispositif, c'est-à-dire les coupes circuits à cartouche fusible en raison de sa facilité de remplacement et surtout de son coût moindre.

Afin d'assurer une protection des personnes contre les contacts indirects, les installations électriques auront tous une prise de terre. Et comme il s'agit d'une nouvelle construction, la prise de terre sera constituée par un conducteur posé en boucle à fond de fouille c'est à dire par un ceinturage à fond de fouille suivant les conditions ci-après : Le ceinturage doit être constitué par des câbles de cuivre nu ayant une section minimum égale à 25 mm² La boucle doit être placée à 1m en dessous du sol naturel où le bâtiment repose. La résistance R de la prise de terre doit être la plus petite que possible pour faciliter le passage du courant. Dans le cas pratique, on prend une valeur maximale de cette résistance égale à 100Ω. On aura les éléments à relier sur la terre ci-après : Les éléments conducteurs : huisserie métallique contenant de l'appareillage électrique, sols et parois non isolants,... Les contacts de terre des socles des prises de courant Les liaisons équipotentielles principales et supplémentaires. En plus de la mise en place des prises de terre, nous effectuerons aussi les liaisons équipotentielles principales et supplémentaires du bâtiment. Elles sont destinées à empêcher l'apparition de toute différence de potentiel entre deux éléments quelconques. La liaison équipotentielle principale du bâtiment consiste à relier à la prise de terre les canalisations métalliques accessibles de la construction.

Les liaisons équipotentielles supplémentaires sont destinées spécialement aux salles d'eau.

- **Protection du bâtiment**

Il s'agit de protéger le bâtiment contre la foudre par l'installation de paratonnerre ayant les caractéristiques suivantes : La tête du paratonnerre doit être un matériau très dur et inoxydable pour avoir une forme de pointe durable, elle sera alors en platine. La section minimale du câble (conduite vers le sol) est égale à 25mm² pour obtenir une assez grande résistance Les gouttières seront reliées aux câbles du paratonnerre.

II) **Projet d'éclairage**

L'étude du projet d'éclairage consiste à déterminer le nombre de luminaire. Ainsi, le choix de sources lumineuses doit répondre au confort visuel et esthétique. Une source lumineuse compatible selon l'utilisation du local doit satisfaire au niveau d'éclairement nécessaire.

II-1) Système d'éclairage

Ce choix concerne la répartition lumineuse qui convient le mieux au travail : éclairage direct, semi-direct ou indirect.

II-2) Facteur d'utilisation U

Celui-ci dépend du rendement lumineux choisi, de l'indice du local, de la hauteur au-dessus du sol ainsi que des facteurs de réflexion des murs et du plafond

- **Indice du local :**

Il est donné par la relation :

$$k = \frac{a \times b}{h(a + b)}$$

où : a : longueur du local

b : largeur du local –

h : hauteur du local)

- **Indice de suspension**

$$J = \frac{h_p}{h' + h_p}$$

h' : hauteur utile entre la source lumineuse et le plan de travail, avec $h' = h - (h_p + h_t)$ h_p :

h_p : distance entre le plafond et la source lumineuse

h_t : hauteur au sol du plan de travail égal à 0,80 m pour les pièces de bureau

Tableau 80: Facteur de réflexion :

Teinte %	clair	moyen	sombre
Plafond	≥ 70	50	≥ 70
mur	≥ 50	30	< 10
sol	≥ 30	10	10

C'est un facteur qui tient compte de la couleur des pièces.

Tableau 81: Facteur de réflexion :

La valeur de l'éclairement E varie en fonction de l'usage du local.

Destination du local	Eclairement (lux/m ²)
Bureau	200 à 600
Archive	100
Salle de réunion	200 à 500
Toilette	300
Escalier	100
Couloir	100
Administration	400

- **Choix de luminaire** : il doit répondre aux conditions de limitation de l'éblouissement et dépend du niveau d'éclairage adopté ainsi que de la classe photométrique³⁵
- **Facteur d'utilisation « U »** : dépendant du rendement du luminaire choisi, de sa répartition lumineuse, de sa hauteur au dessus du sol ainsi que des facteurs de réflexion des murs et du plafond
- **Facteur de dépréciation « d »** : facteur tenant compte de la baisse d'efficacité de l'installation d'éclairage due à la poussière régnant dans le local. Nous prendrons une valeur moyenne de **1,3**
- **Flux lumineux total « F en lumen »**

$$F = \frac{EdS}{\eta U}$$

S : surface du local

η : rendement en fonction de la classe luminaire

- **Le nombre et la répartition des lampes à installer** : c'est le rapport entre le flux lumineux total et le flux lumineux du type de luminaire choisi.
- **L'écartement « L »** : c'est la distance entre deux luminaires, en fonction de la classe photométrique luminaire
- **Détermination du nombre de luminaire**

La méthode consiste à déterminer le nombre de lampes qui pourra atteindre la valeur de F, en choisissant préalablement le type de luminaire à installer. Etudions le cas de la salle de 35 places au niveau du premier étage. Nous utiliserons des tubes fluorescents comme type de lampe car, ils chauffent moins que les lampes à incandescence et leur rendement est très supérieur. Nous avons les paramètres suivants :

- Eclairage minimal en service E= 300 lux.
- Longueur de la pièce a= 11.5m
- Largeur de la pièce b= 5.5m
- Hauteur de la pièce h= 3.10m

- Couleur du plafond : blanc
- Couleur des murs : bleu clair
- Répartition de la lumière : indirecte extensive

Nous trouvons alors la valeur du facteur d'utilisation $U = 0.62$ Nous obtenons un flux lumineux total $F = 48\,525\text{Lm}$. Le flux lumineux d'un tube fluorescent étant de $4\,800\text{Lm}$, donc nous aurons besoin 10 tubes pour atteindre le flux lumineux total F . Pour les autres pièces du bâtiment, nous allons le présenter sous forme de tableau.

Tableau 82: Electricité du bâtiment 1

types de locaux	b (m)	a (m)	h (m)	S (m ²)	K	E (lux)	U	η %	F totale	F lampe	nbre de lampes
salle de 35 places	11	5,4	3,1	59,4	1,17	300	0,62	77	48 525	4 800	10
salle de 20 places	7	5,4	3,1	37,8	0,98	300	0,62	77	30 880	4 800	6
salle des professeurs	5,5	5	3,1	27,5	0,84	300	0,53	77	26 280	4 800	5
bureau	4	3,5	3,1	14	0,60	400	0,42	77	22 511	4 800	5
archive	5,5	3,5	3,1	19,25	0,69	100	0,35	63	11 349	4 800	2
toilettes	5,5	3,5	3,1	19,25	0,69	100	0,42	100	5 958	4 800	1
escalier	5,5	3,5	3,1	19,25	0,69	100	0,51	63	7 789	3 500	2
hall	34,5	2,1	3,1	72,45	0,64	100	0,78	57	21 184	3 500	6
infirmerie	4	4	3,1	16	0,65	200	0,4	63	16 508	4 800	3
secretariat comptabilité	5	5	3,1	25	0,81	300	0,53	100	18 396	4 800	4

PARTIE III: ETUDES FINANCIERES

Chapitre I: Evaluation financière du projet

Après avoir bouclé l'étude technique du projet, nous allons nous livrer à travers cette troisième et dernière partie à l'analyse financière du projet. Cette dernière partie se divise en 2 chapitres dont :

- Evaluation du cout du projet et
- L'étude de rentabilité

Pour pouvoir faire l'évaluation du projet, il faut tout d'abord faire les devis.

A - 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.

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
	<u>I – TRAVAUX PREPARATOIRES</u>	
I 1	Installation de chantier	Ensemble, payé forfaitairement
I 2	Repli de chantier	Ensemble, payé forfaitairement
I 1 1	<u>II - TERRASSEMENT</u> - <u>ASSAINISSEMENT - TRAVAUX EN</u> <u>INFRASTRUCTURE II.1</u> <u>TERRASSEMENT</u> Fouille en tranchée	Réglage Terrain, payé au m3
II 1 2	Fouille en rigole ou en excavation	Fondations, payé au m3
II 1 3	Remblai de terre	Plateforme, payé au m3
II 2 1	<u>II.2 – ASSAINISSEMENT</u> Regard de visite en agglomérés de 0,10 m d'épaisseur, hourdés au mortier n° 2 reposant sur un radier en béton dosé à 200 kg de ciment, de 0,08 m d'épaisseur, les parois verticales et le fond enduits au mortier de ciment N° 5, avec gorge aux angles, dalle de fermeture en béton armé de 0,06m d'épaisseur posée sur feuillure , avec anneaux de levage de 0,08m de diamètre en fer de ø 12mm, scellé au coulage. DIM : 0,50m x 0,50m	A chaque pied de descente eaux pluviales et au droit des sorties des eaux usées. payé au m3
II 2	Regard de visite en agglomérés de 0,10m d'épaisseur Dim. : 0,50m x 0,50m	Pour acheminement des eaux pluviales et des eaux usées vers le caniveau primaire, payé en m3
II 2 3	Puisard absorbant	Evacuation des eaux vannes, usée, payé en m3
II 2 4	Tuyau de ciment comprimé centrifugé Diamètre : 200	Pour acheminement des eaux usées jusqu'aux regards extérieurs, payé en ml
II 2 5	Tuyau en P.V.C.ø 120	Pour acheminement des eaux usées jusqu'aux regards extérieurs, , payé en ml

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
II 2 6	Fosse septique pour 40 personnes	Etage et RDC
II 3 1	<p><u>II.3 - TRAVAUX EN INFRASTRUCTURE</u></p> <p>Béton dosé à 200 kg/m³ de ciment coulé à même le sol, pour forme de propreté de 0,05 m d'épaisseur, sans emploi de banche ni coffrage y compris approche, pilonnage et toutes sujétions de mise en œuvre.</p>	Sous fosses septiques, regards.,payé en m ³
II 3.2	Béton armé dosé à 350 kg/m ³ de C.P.A pour béton armé y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Semelles isolées – Poteaux – Chaînage, payé en m ³
II 3 3	a) Coffrage en bois ordinaire, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Pour Béton armé, payé en ml
II 3 4	Armature en acier doux ou tor, y compris ligature en fil de fer recuit et toutes sujétions de mise en oeuvre.	Pour Béton armé,
II 3 5	Maçonnerie de moellons taillés	fondation payé en m ³
II 3 6	Herissonnage en tout-venant de 0,15 m d'épaisseur	Sous beton de fome, payé en m ³

II 4 1	<u>II-4 AMENAGEMENT EXTERIEUR</u>	Extérieurs, payé forfaitairement
III 1	<p><u>III - TRAVAUX EN SUPERSTRUCTURE</u></p> <p>Béton en gravillon dosé à 350 kg de ciment pour béton armé, y compris toutes sujétions de mise en oeuvre, coffrage et ferrailage.</p>	Poteaux, poutres, dalles, chaînage.,payé en m ³
III 2	Coffrage en bois dur, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Pour tout Béton armé
III 3	Armature en acier doux ou TOR, y compris ligature en fil de fer recuit et toutes sujétions de mise en oeuvre.	Pour tout Béton armé

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
III 4	Maçonnerie de briques artisanales de qualité, hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg / m3. épaisseur : 0,22 m - épaisseur : 0.11m	
III 5	Maçonnerie de briques de verre de 20cm x 20cm posée sur nervures en béton légèrement armé, y compris toutes sujétions de mise en œuvre. b)	Escalier.
III 6	Chape bouchardée au mortier de ciment dosé à 450 kg épaisseur : 0,03 m	RDC
IV 1	<u>IV – ENDUITS</u> Enduit ordinaire dressé sur repères, lissé au bouclier, de couche de 0,015 m d'épaisseur, exécuté en deux couches au mortier dosé à 350 kg de ciment.	Sur ensemble maçonnerie de briques et plafonds
IV 2	Enduit plafond dressé sur repères.	plafond
IV 3	Ragréage	
	<u>V /CARRELAGE – REVETEMENTS</u>	
V 1	Carrelage grès cérame,carreaux de 300 x 300 mm premier classement posé à bain soufflant de mortier de ciment n° 6 (sur forme préparée à l'avance) y compris garnissage des joints au ciment blanc, enlèvement de tous gravois.	Toilettes
V 2	Plinthes grès cérame 0,10 m de hauteur,droites posées au mortier de ciment N° 6.	Pourtour des sols revêtus en grès cérame.
V 3	Revêtement parkex	Etage :bureau

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
V 4	Plinthes en palissandre 0,13 m de hauteur	Etage :bureau
V 5	Revêtement vertical et horizontal en faïence en carreaux de 0,15 x 0,20m ou autre, 1er choix, posé à bain soufflant en mortier de ciment N° 6, sur crépi de fond préparé à l'avance, les joints garnis au ciment blanc, y compris nettoyage parfait à la sciure et enlèvement de tous gravois.	Toilettes

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
	<u>VI PLAFONNAGE ET PLANCHER</u>	
VI 1	Plancher en hourdis ep: 0,25	RDC et etage
VI 2	Plafond voliges y compris solivage	Pour tous bureaux recevant du revêtement "Parkex".
VI 3	Plancher en bois y compris solivage	Sur tous les seuils et au droit du changement de la nature du revêtement des sols.
VI 4	Plafond lattis en métal déployé	
VII 1	<u>VII – CHARPENTE - COUVERTURE – ETANCHEITE</u> Fourniture et pose de couverture en Galvabac 50/100	Toiture
VII 2	Fourniture et pose de charpente en bois dur à 4 faces de sciage	Toiture
VII 3	Fourniture et pose de faîtière en zinc	toiture

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
VII 4	Fourniture et pose de solin en zinc	
VII 5	Fourniture et pose de noue	Descentes eaux pluviales
VII 6	Fourniture et pose descentes des eaux pluviales en PVC diam : 0,16m	Descentes eaux pluviales
VII 7	Fourniture et pose de moignon en PVC	
VII 8	Crapaudine en fil de fer galvanisé	

VIII - MENUISERIE BOIS, QUINCAILLERIE, BOISERIES

Les bois des menuiseries seront de premier choix traités au xylophène, exempts de défaut de toute nature, débités à vives arêtes, ne présentant ni piqûres d'insectes, ni traces de moisissures. Les éléments présentant des défauts ou ayant été détériorés lors de leur transport, entreposage ou à leur pose seront remplacés par le Titulaire.

Tous les vitrages seront posés sous pare closes de 20 x 9 avec contre masticage

Le prix de fourniture et pose de menuiserie comprend la fourniture, l'assemblage, l'ajustage, la pose du bâti dormant ou huisserie, de traverses pour imposte, de champ formant chambranle, des socles de chambranle ainsi que tous les articles de quincaillerie nécessaires pour chaque type de menuiserie.

Les portes sur mur de 0,13 m seront posées sur huisserie de 54 x 1,30 et celles sur mur de 0,25 m sur bâti de 54/54.

Toutes les menuiseries seront pourvues de couvre-joints (chambranles) de 7 x 35 sur les 4 (quatre) côtés.

Le Titulaire est tenu de fournir les plans d'exécution des menuiseries et de les soumettre à l'approbation du contrôle avant toute exécution en atelier

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
VIII 1	<p>Porte pleine en palissandre massif à 2 vantaux, munie de serrure à mortaise, à double pêne dont l'un dormant et l'autre réversible à 1/4 de tour; béquille double en laiton chromé, 6 paumelles, compris toutes sujétions de pose et de fixation.</p> <p>DIM : 1,70m x 2,15m (MEB 1)</p>	<u>RDC</u> : Salle de Réunion
VIII 2	<p>Porte pleine en bois massif palissandre à 1 vantail, munie de serrure de sûreté "type Vachette", 3 paumelles électriques et toutes sujétions de pose.</p> <p>DIM : 1,00 x 2,15m (MEB 2).</p>	<u>Etage</u> : Bureau pour 6 personnes et Bureau des Chercheurs.
VIII 3	<p>Porte pleine en bois massif palissandre à 1 vantail, munie de serrure de sûreté "type Vachette", 3 paumelles électriques et toutes sujétions de pose.DIM : 0,90m x 2,15m (MEB 3).</p>	<u>Etage</u> : Bureaux de Direction, Secrétariat de Direction, Comptabilité et Bureau réserve.
VIII 4	<p>Porte isoplane à peindre à 1 vantail munie de serrure à mortaise double pêne dont l'un dormant et l'autre réversible à 1/4 de tour, béquille double en laiton chromé, muni d'un système de fermeture de l'intérieur, y compris toutes sujétions de pose et de fixation.</p> <p>DIM : 0,90m x 2,15m (MEB 4)</p>	<u>RDC -Etage</u> : Accès locaux Toilettes
VIII 5	<p>Porte placard coulissant à 2 vantaux munie de serrure à mortaise double pêne dont d'un dormant et l'autre réversible à 1/4 de tour, béquille double en laiton chromé, muni d'un système de fermeture de l'intérieur, y compris toutes sujétions de pose et de fixation.</p> <p>DIM : 0,80m x 2,15m (MEB 5)</p>	- <u>RdC et Etage</u> : Accès direct WC

IX - MENUISERIES ALU - GRILLES DE PROTECTION**a) - MENUISERIES ALUMINIUM**

- Les menuiseries extérieures seront des profilés, en aluminium anodisé assemblés.
- Les cadres et les châssis devront arriver sur chantier sans défaut de fabrication, ni éraflures.
- Les éléments présentant des défauts ou ayant été détériorés à leur entreposage ou à leur pose seront remplacés par le soin du Titulaire.
- Dans le cas des scellements humides, les dispositifs seront scellés au mortier de ciment dosé à 350kg.
- Dans le cas de scellement par taquets, ceux-ci seront en bois dur et seront placés dans les coffrages avant coulage.
- Pour le scellement à sec, les chevilles ou douilles foreuses seront placés à 5 cm au moins des arêtes.
- L'étanchéité devra être assurée par calfeutrement au mortier, complétée dans le cas échéant par un joint plastique spécial pour calfeutrement.

Les travaux dans le présent chapitre comprennent notamment la fourniture et pose des bâtis dormant, des châssis fixes ou ouvrants et de tous les articles de quincaillerie indispensable pour la fixation, la fermeture et le bon fonctionnement de chaque type de menuiseries, y compris toutes sujétions de scellement.

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
IX 1	<p>Porte d'entrée principale à 4 vantaux vitrés dont 2 vantaux ouvrants et 2 autres vantaux latéraux fixes , avec 4 impostes fixes, y compris système de fermeture et toutes sujétions de fixation.</p> <p>DIM : 3,00m x (2,15m + 0,35m) (MEA 1)</p>	<u>RDC</u> : Façade Principale
IX 2	<p>Fenêtre à vitrer composée de 4 châssis coulissants avec impostes , y compris système de fermeture et toutes sujétions de fixation.</p> <p>DIM : 2,75m x (1,10m + 0,40m) (MEA 2)</p>	<p><u>RDC</u> : Salle de Réunion</p> <p><u>ETAGE</u> : Fenêtres extérieurs des Bureaux</p>
IX 3	<p>Impostes à vitrer à 3 éléments à soufflet ouvrant vers l'extérieur, y compris système de fermeture et toutes sujétions de fixation.</p> <p>DIM : 2,75m x 0,60m (MEA 3)</p>	<p><u>RDC</u> : Toilettes et SAS</p> <p><u>ETAGE</u> : Toilettes</p>
IX 4	<p>Fenêtre à vitrer composée de 2 châssis coulissants avec impostes , y compris système de fermeture et toutes sujétions de fixation.</p> <p>DIM : 1,50m x (1,10m + 0,40m) (MEA 4)</p>	<u>ETAGE</u> : Couloir
b) – <u>GRILLE DE PROTECTION</u>		
IX 5	<p>Grille extensible, type « EXPANDA », y compris serrureries et toutes sujétions de fixation et de mise en pose.</p> <p>DIM : 3,00m x 2,50m (MEM 1)</p>	<u>RDC</u> : Porte MEA1
IX 6	<p>Grille formée de traverses, d'éléments de profilé acier verticaux espacés de 0,15m et d'éléments décoratifs en fer forgé.</p> <p>DIM : 2,75m x 1,50m (MEM 2)</p>	<u>RDC</u> et <u>ETAGE</u> : Fenêtres MEA 2

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
IX 7	<p>Grille formée de traverses, d'éléments de profilé acier verticaux espacés de 0,15m et d'éléments décoratifs en fer forgé.</p> <p>DIM : 2,75m x 0,60m (MEM 3)</p>	<u>RDC</u> et <u>ETAGE</u> : Impostes MEA 3
IX 8	<p>Grille formée de traverses, d'éléments de profilé acier verticaux espacés de 0,15m et d'éléments décoratifs en fer forgé.</p> <p>DIM : 1,50 x 1,50m (MEM 4)</p>	<u>ETAGE</u> : Couloir
IX 9	<p>Rampe d'escalier métallique (monté sur montant métallique) avec main courante en bois palissandre massif sur profilée métallique, , y compris toutes sujétions de pose et de fixations.</p> <p>Long : 10ml (MEM 5)</p>	Escalier
X 1	<p>X - <u>ADDUCTION D'EAU</u></p> <p>Le Titulaire doit assurer le branchement en eau du site auprès de la JIRAMA. La pression d'utilisation doit suivre les normes requises et il doit l'en assurer.</p>	Ensemble

XI - PLOMBERIE SANITAIRE

PRESCRIPTIONS GENERALES***Alimentation en eau***

Les alimentations en eau auront des sections proportionnelles aux débits nécessités par le nombre d'appareils afin que ceux-ci aient un fonctionnement parfait.

Les canalisations comporteront tous les robinets d'arrêts nécessaires au sectionnement de l'installation et à l'isolement de chaque groupe d'appareils.

Les alimentations seront munies d'un anti-bélier ou d'un dispositif permettant d'éviter les chocs dus aux arrêts brusques des masses d'eau en mouvement.

Les traversées des murs et planchers seront réalisées au moyen de fourreaux laissés en attente dans le gros œuvre.

Nota : Outre les travaux décrits au présent descriptif sont compris tous les ouvrages accessoires nécessaires au parfait achèvement des travaux d'installation.

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
XI 1	Fourniture et pose appareil de WC à l'anglaise comprenant : .1 cuvette en céramique à chasse directe .1 réservoir de chasse bas en céramique muni de tous accessoires avec robinet d'arrêt .1 Abattant double .1 jeu de fixation	- Toilettes RdC et Etage
XI 2	Fourniture et pose Lavabo en céramique de 60 x 40 comprenant : . 2 consoles . 1 robinet EF à tête croisillon . 1 vidange à chaînette et bouchon . 1 siphon démontable	- Toilette
XI 3	Glace biseauté avec dos vernis spécial contre l'humidité posée sur agrafes en laiton chromé (60 x 40).	- - Au dessus de tous les lavabos et lave-main des salles d'eau (RdC et Etage)
XI 4	Tablette en céramique émaillée blanche à visser pour lavabo.	- Au dessus de tous les lavabos et lave-main des salles d'eau (RdC et Etage) -
XI 5	Porte-serviette fixe en laiton chromé modèle à une barre, longueur 0,45 m.	Sur mur à proximité des lavabos des salles d'eau.
XI 6	Porte savon	
XI 7	Distributeur de papier hygiénique	toilettes

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
XI 8	Grille pour ventilation basse et haute genre "NICOL" Dim : 0,20 x 0,15	- Dans chaque WC
XI 9	Alimentation en eau froide principale à partir d'un côté du bâtiment en tube d'acier galvanisé, y compris coudes, tés, manchons, raccords-union, colliers, coupes, filetage, joint de vis (diam: 12/17 , 15/21 , 20/17), vanne d'arrêt diam 15/21 et 20/27.	Alimentation en eau des appareils.
XI 10	Evacuations des eaux usées à partir des appareils sanitaires jusqu'aux regards le plus proche, réalisée en tuyau PVC série assainissement, y compris toutes sujétions de mise en oeuvre. . Tuyau PVC EU o 100, o 50, o 40 . Chapeau de ventilation. . Té de visite en pieds de Chute, pièces et raccords. . Sujétions de pièces/ raccords.	- Evacuation des eaux usées des appareils.
XI 11	Evacuations des eaux vannes à partir des Cuvettes de WC jusqu'à la fosse septique, réalisée en tube PVC série assainissement compris toutes sujétions de mise en oeuvre. . Tuyau PVC EU o 100 . Chapeau de ventilation . Té de visite en pieds chute o 100 . Sujétions de pièces/raccords	- Evacuation des eaux vannes.

Les canalisations d'évacuation des eaux usées seront en tuyau PVC diamètre 40, 50 ou 60mm.

Les tuyaux d'évacuation des eaux vannes jusqu'à la chute de fosse septique seront en PVC, y compris façon de pose, raccords et toutes sujétions.

Pour chaque fosse septique, il sera prévu des tuyaux d'aération en P.V.C. terminés par un lanterneau dépassant d'au moins de 40cm, le niveau de la terrasse.

XII - PEINTURE ET VITRERIE**a) - PEINTURE**

- Toute peinture qu'elle soit à l'eau ou à l'huile doit être exécutée en deux couches sur une couche d'impression.
 - Sur les matériaux ferreux, il sera appliqué des inhibiteurs de rouille efficace, telles que les peintures au minium de plomb.
 - Le Titulaire devra fournir des palettes et exécuter des échantillons sur murs en nombre suffisant pour permettre au Maître d'ouvrage de fixer les teintes définitives.
 - Les travaux de peinture devront être faits en coordination avec les autres corps d'état.
- Avant le commencement des travaux de peinture, il sera procédé à un examen des surfaces à peindre afin de tirer tous renseignements utiles à la bonne exécution des travaux ultérieurs et surtout pour savoir l'importance des travaux préparatoires.

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
XII 1	Peinture plastique de première qualité appliquée en deux couches croisées sur impression, y compris tous travaux préparatoires	sur toutes les surfaces enduites extérieures.
XII 2	Peinture en latex ou plastique liquide vinylique appliquée en deux couches sur impression, y compris tous travaux préparatoires.	Sur toutes les surfaces enduites intérieures sauf celles revêtues.
XII 3	Peinture glycérophtalique teintée appliquée sur une couche de minimum de plomb, y compris tous travaux préparatoires.	Sur les ferronneries autres qu'en alu.
XII 4	Vernis ordinaire marine, incolore appliquée en deux couches par pinceaux y compris tous travaux préparatoires	Sur toutes les surfaces de menuiseries en bois palissandre.

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
XII 5	Peinture glycérophtalique appliquée en 2 couches sur couches d'impression y compris rebouchage et ponçage.	Sur toutes les menuiseries isoplans, murs locaux sanitaires
XII 6	b) <u>VITRERIE</u> Vitrage en verre clair de 4mm, y compris toutes sujétions de pose.	-Sur toutes les menuiseries aluminium.
XII 7	Vitrage en verre martelé de 6mm pour MEM14	

XIII - RESEAUX ELECTRIQUES

L'alimentation du réseau électrique du bâtiment sera assuré par le réseau de la JIRAMA .

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
<i>Installation de points lumineux en simple allumage</i>		
XIII 1	1 point lumineux	<u>Etage</u> : Bureau Comptabilité et Bureau réserve
XIII 2	- 2 points lumineux	<u>RdC</u> : Couloir d'Entrée principale <u>Etage</u> : Bureau Direction – Secrétariat Direction
XIII 3	- 3 points lumineux	<u>RdC</u> : Salle de Réunion
XIII 4	- 4 points lumineux	<u>Etage</u> : Bureau pour 6 personnes
XIII 5	6 points lumineux	<u>RdC</u> : Extérieur

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
<i>Installation de points lumineux en va et vient</i>		
XIII 6	3 points lumineux	<u>Etage</u> : Bureau des Chercheurs
XIII 7	8 points lumineux commandé par télé-rupteur et 6 boutons poussoirs.	<u>Etage</u> : Dégagement Escalier
<i>Prises</i>		
XIII 8	Installation de prise lumière 2P+T (16A) à encastrer.	<u>RdC</u> : Salle de Réunion et Couloir Entrée Principale <u>Etage</u> : Tous les Bureaux
XIII 9	Installation de convecteur téléphonique à encastrer.	<u>RdC et Etage</u> : Tous les Bureaux
<i>Luminaires</i>		
XIII 10	- Vasque plafonnière carrée 60 x 60 type TBS 630 (4 x 18w)	<u>RdC</u> : Salle de Réunion et Couloir Entrée Principale <u>Etage</u> : Tous les Bureaux et Couloir
XIII 11	- Hublot plafonnier étanche	<u>RdC et Etage</u> : Toilettes

N° Prix	Désignation des tâches	Concerne
XIII 12	- Hublot étanche en applique	<u>RdC</u> : Cage d'Escalier et Extérieurs
XIII 14	Applique lavabo	<u>RdC et Etage</u> : Au dessus de tous les Lavabos
<i>Canalisations</i>		
XIII 15	Canalisations et distributions	Ensemble du bâtiment
<i>Tableaux</i>		
XIII 16	- Tableau général	Ensemble du bâtiment
XIII 17	- Tableau divisionnaire	Ensemble du bâtiment
<i>Autres Equipements</i>		
XIII 18	- Paratonnerre radio actif	Ensemble du Bâtiment
XIII 19	- Réseau de mise à la terre	Ensemble du Bâtiment

B - Coefficient du déboursé K

Le coefficient de majoration de déboursés K est donné par la relation

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

Dans laquelle :

A1 : frais généraux proportionnels aux déboursés avec $A1 = a1 + a2 + a3 + a4$

A2 : bénéfice brut et frais financier proportionnel au prix de revient de l'entreprise.

$A2 = a5 + a6 + a7 + a8$

A3 : frais proportionnels aux TVA $A3 = a9$. La signification des « ai » et les valeurs des « Ai » sont données dans le tableau suivant :

Tableau 83: Les valeurs de Ai

Origine des frais	Décomposition à l'intérieur de chaque catégorie de frais	Indice de composition
Frais généraux proportionnels aux déboursés	frais d'agence et patente	a1=1,5
	Frais de chantier	a2=3
	frais d'étude et de laboratoire	a3=2,5
	Assurance	a3 = 1,4
		A1 = 8,4
Bénéfice brut et frais financiers proportionnels aux prix de revient	Bénéfice net et impôt sur le bénéfice	a5 = 15
	Aléas technique	a6 = 1,4
	Aléas de révision de prix	a7 = 1,5
	frais financiers	a8 = 12
		A2 = 29,9
Frais proportionnel au prix règlement avec TVA	Frais de siège	a9 = 0
		A3 = 0

On trouve une valeur du coefficient de majoration de déboursés **k=1,41**

C - Sous détails des prix

Pour évaluer le prix unitaire d'une tâche quelconque, il faut considérer trois paramètres : matériels, matériau et main d'œuvre. Le sous détail de prix est établi en considérant les couts de ces trois paramètres pour obtenir un total de sommes déboursées. Les prix unitaires sont ensuite déterminés selon le rendement journalier R et le coefficient de déboursés K en suivant la relation :

$$PU = (k \cdot D) / R \text{ . avec :}$$

K : coefficient de déboursé ;

D : déboursé ;

R : rendement.

Les tableaux qui suivent sont des échantillons de sous détails utilisés pour l'élaboration du devis estimatif.

tache: fouille en rigole

rendement journalier : R = 10m2/j

N°prix	unité								
II 1-2	m2								
composantes des prix			Coûts directs			montant (Ar)			TOTAL (Ar)
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIELS									
Outillages	fft	1	fft	1	10 000.00	10 000.00			10 000.00
MAIN D'ŒUVRE									
chef de chantier	Hj	1	h	1	2 000.00		2 000.00		
OS	Hj	1	h	1	1 000.00				
Manceuvre	Hj	3	h	8	700.00		16 800.00		19 800.00
FOURNITURE MATERIAUX									

total déboursés: D= 29800.00
 PU = (K*D)/R 4201,80 4300.00
 K= 1,41
 R = 10

tache: Béton dosé à 200

rendement journalier : R = 3m3/j

N°prix	unité								
II 3-1	m3								
composantes des prix			Coûts directs			montant (Ar)			TOTAL (Ar)
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIELS									
Outillages	fft	1	fft	1	60 000.00	60 000.00			60 000.00
MAIN D'ŒUVRE									
chef de chantier	Hj	1	h	3	2 000.00		6 000.00		
Chef d'equipe	Hj	1	h	3	1 200.00		3 600.00		
OS	Hj	4	h	8	1 000.00		32 000.00		
Manceuvre	Hj	6	h	8	700.00		33 600.00		75 200.00
FOURNITURE MATERIAUX									
gravillons	m3	0,85	m3	2,55	30 000.00			76 500.00	
sable	m3	0,45	m3	1,35	20 000.00			27 000.00	
ciment	kg	200	kg	600	500.00			300 000.00	403 500.00

total déboursés: D= 538 700.00
 PU = (K*D)/R 253189.00 253000.00
 K= 1,41
 R = 3

tache: Béton dosé à 350

rendement journalier : R = 3m3/j

N°prix	unité		Coûts directs			montant (Ar)			TOTAL (Ar)
II 3 2	m3								
composantes des prix			Coûts directs			montant (Ar)			TOTAL (Ar)
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIELS									
Outillages	fft	1	fft	1	75 000.00	75 000.00			75 000.00
MAIN D'ŒUVRE									
chef de chantier	Hj	1	h	3	2 000.00		6 000.00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	3	1 200.00		3 600.00		
OS	Hj	5	h	8	1 000.00		40 000.00		
Manœuvre	Hj	5	h	8	700.00		28 000.00		77 600.00
FOURNITURE MATERIAUX									
gravillons	m3	0,85	m3	2,55	30 000.00			76 500.00	
sable	m3	0,45	m3	1,35	20 000.00			27 000.00	
ciment	kg	350	kg	1050	500.00			525 000.00	628 500.00

total déboursés: D= 781 100.00
 PU = (K*D)/R 367117.00 367200.00
 K= 1,41
 R = 3

tache: coffrage en bois ordinaire
rendement journalier : R = 60m²/j

N°prix	unité
II 3-3	m ²

composantes des prix			Coûts directs			montant (Ar)			TOTAL (Ar)
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIELS									
Outillages	fft	1	fft	1	2 000.00	2 000.00			2 000.00
MAIN D'ŒUVRE									
chef de chantier	Hj	1	h	1	2 000.00		2 000.00		
Chef d'équipe	Hj	1	h	2	1 200.000		2 400.00		
OS	Hj	1	h	2	1 000.00		2 000.00		
Manœuvre	Hj	6	h	8	700.00		33 600.00		40 000.00
FOURNITURE MATERIAUX									
planche 4m de long et 0,15m de large	U	1,67	U	100	3 500.00			350 000.00	
bois carré 4*4cm ² de 4m de long	U	0,2	U	12	3 500.00			42 000.00	
Bois rond de 4m et de 10cm de diamètre	U	2	U	120	3 000.00			360 000.00	
pointes 60-70-100 TP	Kg	0,2	Kg	12	5 000.00			60 000.00	812 000.00

total déboursés: D= 854 000.00
 PU = (K*D)/R 20069.00 20100.00
 K= 1,41

tache: enduit ordinaire dosé à 350kg de ciment

rendement journalier : R = 15m²/j, R = 60

N°prix	unité								
IV-1	m ²								
composantes des prix			Coûts directs			montant (Ar)			TOTAL (Ar)
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIELS									
Outillages	fft	1	fft	1	10 000.00	10 000.00			10 000.00
MAIN D'ŒUVRE									
chef de chantier	Hj	1	h	1	2 000.00		2 000.00		
Chef d'equipe	Hj	1	h	1	1 200.00		1 200.00		
OS	Hj	1	h	8	1 000.00		8 000.00		
Manceuvre	Hj	4	h	8	700.00		22 400.00		33 600.00
FOURNITURE MATERIAUX									
ciment	kg	5,25	kg	63	520.00			32 760.00	
sable	m ³	0,02	m ³	0,18	20 000.00			3 600.00	36360.00

total déboursés: D= 79 960.00
 PU = (K*D)/R 7516,24 7600.00
 K= 1,41
 R = 15

D - Bordereau Détail Estimatif

N° Prix	Désignation des ouvrages	Unité	Qtté	P.U. en Ar	montant (Ar)
<u>I - TRAVAUX PREPARATOIRES</u>					
I 1	Installation de chantier	fft	1,00	15 000 000	15 000 000
I 2	Repli de chantier	fft	1,00	500 000	500 000
	<i>Sous total I</i>				15 500 000
<u>II - TERRASSEMENT - ASSAINISSEMENT - TRAVAUX EN INFRASTRUCTURE - AMENAGEMENTS EXTERIEURS</u>					
<u>II.1 TERRASSEMENT</u>					
II 1 1	Fouilles en tranchée ou en rigole en terre franche	m3	192,06	4 300	825 858
II 1 2	Fouilles en excavation	m3	8,93	4 400	39 270
II 1 3	Remblai de terre choisie	m3	29,54	3 100	91 574
<u>II.2- ASSAINISSEMENT</u>					
II 2 1	Regard de visite en agglomérés de 0,10 m d'épaisseur Dim. : 0,40m x 0,40m	u	6,00	75 000	450 000
II 2 2	Regard de visite en agglomérés de 0,10m d'épaisseur Dim. : 0,50m x 0,50m	u	2,00	100 000	200 000
II 2 3	Puisard absorbant	u	1,00	1 100 000	1 100 000
II 2 4	Tuyau de ciment comprimé centrifugé Diamètre : 200	ml	35,00	28 668	1 003 365
II 2 5	Tuyau en P.V.C.o 120	ml	76,00	30 000	2 280 000
II 2 6	Fosse septique pour 40 personnes	u	1,00	5 500 000	5 500 000

N° Prix	Désignation des ouvrages	Unité	Qté	P.U. en Ar	montant (Ar)
<u>II.3 - TRAVAUX EN INFRASTRUCTURE</u>					
II 3 1	Béton dosé à 200 kg/m ³ de ciment coulé à même le sol ép: 0,10	m ³	37,38	253 000	9 457 140
II 3 2	Béton armé dosé à 350 kg/m ³ de C.P.A : Semelles isolées - Longrines	m ³	123,68	367 200	45 416 765
II 3 3	Coffrage en bois ordinaire	m ²	1 236,84	20 100	24 860 484
II 3 4	Armature en acier tor	kg	12 368,38	6 000	74 210 280
II 3 5	Maçonnerie de moellons taillés	m ³	6,18	149 200	922 056
II 3 6	Herissonnage en tout-venant de 0,15 m d'épaisseur	m ³	69,28	30 000	2 078 400
<u>II.4 - AMENAGEMENT EXTERIEUR</u>					
II 4 1	Espace vert et haie vive	fft	1,00	1 050 000	1 050 000
II 4 2	Plantation d'arbustes	fft	1,00	730 000	730 000
<i>Sous total II</i>					170 215 191

<u>III - TRAVAUX EN SUPERSTRUCTURE</u>					
III 1	Béton en gravillon dosé à 350 kg de ciment	m ³	223,24	367 200	81 973 728
III 2	Coffrage en bois ordinaire	m ²	2 232,40	20 100	44 871 240
III 3	Armature en acier doux ou tor	kg	22 324,00	6 000	133 944 000
III 4	Maçonnerie de briques artisanales .- ép :0,22 m	m ²	1 677,64	27 000	45 296 280
III 5	Maçonnerie de briques artisanales - ép: 0,13 m	m ²	103,95	13 500	1 403 325
III 6	Maçonnerie de briques de verre de 20cm x 20cm	m ²	7,25	312 961	2 268 967
III 7	Chape bouchardée au mortier de ciment dosé à 450 kg épaisseur : 0,03 m	m ²	100,68	110 000	11 074 800

N° Prix	Désignation des ouvrages	Unité	Qtté	P.U. en Ar	montant (Ar)
	<i>Sous total III</i>				343 172 743
<u>IV - ENDUITS</u>					
IV 1	Enduit mural ordinaire dressé sur repères (Murs extérieurs : m2 + murs intérieurs : m2)	m ²	2 934,82	11 400	33 456 948
IV 2	Enduit au plafond	m ²	1 339,00	12 300	16 469 700
IV 3	Ragréage	m ²	311,94	10 800	3 368 952
IV 4	<i>Sous total IV</i>				53 295 600
<u>V - CARRELAGE - REVETEMENT</u> -					
<i>Carrelage</i> -					
V 1	Carrelage grès cérame, carreaux de 300 x 300 mm	m ²	73,84	87 600	6 468 384
V 2	Plinthes grès cérame 0,10 m de hauteur	ml	54,14	8 028	434 621
V 3	Revêtement en Parkex	m ²	159,00	82 400	13 101 600
V 4	Plinthes en palissandre 0,13 m de hauteur	ml	147,74	7 000	1 034 180
V 5	Revêtement vertical en faïence en carreaux de 0,15 x 0,15m	m ²	140,11	54 500	7 636 104
V 6	Carrelage granito C.G de 25x 25 cm	m ²	1 064,11	66 600	70 869 726
V 7	Plinthes granito 0,12m de hauteur	ml	729,10	17 700	12 905 070
	<i>Sous total V</i>				112 449 685

N° Prix	Désignation des ouvrages	Unité	Qtté	P.U. en Ar	montant (Ar)
<u>VI - PLANCHER ET PLAFONNAGE</u>					
VI 1	Plancher en hourdis ep: 0,25	m ²	874,00	150 450	131 493 300
VI 2	Plafond voliges y compris solivage	m ²	483,15	77 000	37 202 550
VI 3	Plancher en bois y compris solivage	m ²	483,15	42 300	20 437 245
VI 4	Plafond lattis en métal déployé	m ²	17,52	108 350	1 898 292
<i>Sous total VI</i>					191 031 419
<u>VII - CHARPENTE - COUVERTURE - ETANCHEITE</u>					
VII 1	Fourniture et pose de couverture en Galvabac 50/100	m ²	593,50	69 350	41 159 225
VII 2	Fourniture et pose de charpente en bois dur à 4 faces de sciage	m ³	23,56	934 000	22 005 040
VII 3	Fourniture et pose de faitiere en zinc	ml	42,10	25 600	1 077 760
VII 4	Fourniture et pose de solin en zinc	ml	60,40	14 100	851 640
VII 5	Fourniture et pose de noue	ml	41,60	14 100	586 560
VII 6	Fourniture et pose descentes des eaux pluviales en PVC diam : 0,16m	ml	63,00	101 696	6 406 854
VII 7	Fourniture et pose de moignon en PVC	u	6,00	31 172	187 030
VII 8	Crapaudine en fil de fer galvanisé	u	6,00	12 598	75 586
<i>Sous total VII</i>					72 349 695

N° Prix	Désignation des ouvrages	Unité	Qté	P.U. en Ar	montant (Ar)
<u>VIII - MENUISERIES BOIS</u>					
VIII 1	Porte pleine à deux vantaux (MEB1) dim : 1,60x2,10	u	26,00	880 700	22 898 200
VIII 2	Porte pleine à un vantail (MEB2) dim : 0,90 x 2,10	u	12,00	523 640	6 283 680
VIII 3	Porte pleine type isoplane à un vantail (MEB3) dim : 0,90 x 2,10	u	6,00	320 000	1 920 000
VIII 4	Porte pleine type isoplane à un vantail (MEB4) dim : 0,80 x 2,10	u	12,00	300 172	3 602 064
VIII 5	Porte placard coulissant à 2 vantaux dim : 170 x 2,55	u	10,00	480 500	4 805 000
<i>Sous total VIII</i>					39 508 944
<u>IX - MENUISERIES - METALLIQUES - ET GRILLE DE PROTECTION</u>					
<u>MENUISERIES METALLIQUES</u>					
IX 1	MEM 01	u	6,00	1 098 626	6 591 759
IX 11	MEM 02	u	6,00	1 023 598	6 141 586
IX 3	MEM 03	u	7,00	1 057 611	7 403 278
IX 4	MEM 04	u	6,00	750 582	4 503 490
IX 5	Barreaudage en fer forgé suivant motif du bâtiment N°5 déjà existant dim : 4,10 x 2,00	u	2,00	1 049 102	2 098 205
IX 6	dito item 68 dim : 3,82 x 2,00	u	4,00	977 456	3 909 825
IX 7	dito item 68 dim : 2,80 x 2,00	u	3,00	716 460	2 149 380
IX 8	dito item 68 dim : 3,30 x 2,00	u	2,00	844 399	1 688 799
IX 9	dito item 68 dim : 2,44 x 2,00	u	2,00	624 344	1 248 688
<i>Sous total IX</i>					35 735 008

N° Prix	Désignation des ouvrages	Unité	Qtté	P.U. en Ar	montant (Ar)
X- PLOMBERIE SANITAIRE					
X 1	Fourniture et pose appareil de WC à l'anglaise	u	12,00	254 100	3 049 201
X 2	Fourniture et pose de lavabo céramique	u	12,00	256 273	3 075 275
X 3	Glace biseautée	u	12,00	24 170	290 037
X 4	Tablette en céramique émaillée blanche	u	12,00	18 223	218 671
X 5	Porte-serviette fixe en laiton chromé	u	12,00	19 922	239 061
X 6	Porte-savon en faïence	u	12,00	9 580	114 960
X 7	Distributeur de papier hygiénique	u	12,00	13 198	158 378
X 8	Grille pour ventilation basse et haute genre "NICOL" Dim : 0,20 x 0,15	u	12,00	19 468	233 612
X 9	Alimentation en eau froide principale	Fft	1,00	778 208	778 208
X 10	Evacuations des eaux usées	ens	1,00	811 519	811 519
X 11	Evacuations des eaux vannes	ens	1,00	2 280 998	2 280 998
<i>Sous total X</i>					11 249 921
XI- PEINTURE ET VITRERIE					
a) - Peinture					
XI 1	Peinture plastique de première qualité pour extérieur.	m ²	886,50	7 841	6 950 631
XI 2	Peinture en latex ou plastique pour intérieur	m ²	2 511,38	7 378	18 529 169
XI 3	Vernis ordinaire marine, incolore	m ²	404,29	7 410	2 995 618
XI 4	Peinture glycérophthalique	m ²	1 043,15	8 853	9 234 728
XI 5	Peinture spéciale pour tôle	m ²	593,50	12 382	7 348 824

N° Prix	Désignation des ouvrages	Unité	tté	P.U. en Ar	montant (Ar)
	b) - VITRERIE				
XI 6	Vitrage en verre clair de 4 mm	m ²	252,66	31 201	7 883 243
XI 7	Vitrage en verre martelé de 6mm pour MEM14	m ²	15,99	179 177	2 864 324
	<i>Sous total XII</i>				55 806 536
	XII - ELECTRICITE				
	<i>Installation de points lumineux en simple allumage</i>				
XII 1	- 1 point lumineux	u	15,00	122 929	1 843 942
XII 2	- 2 points lumineux	u	5,00	214 614	1 073 070
XII 3	- 4 points lumineux	u	5,00	399 448	1 997 239
XII 4	<i>Installation de points lumineux en va et vient</i>				
XII 5	- 6 point lumineux	u	10,00	600 365	6 003 655
XII 6	<i>Installation de points lumineux commandés par boutons poussoirs</i>				
XII 7	- 6 points lumineux / 3 boutons poussoirs	u	2,00	656 812	1 313 624
XII 8	- 6 points lumineux / 4 boutons poussoirs	u	2,00	674 097	1 348 195
XII 9	<u>Prises</u>				
XII 10	Installation de prise lumière 2P+T (16A)	u	71,00	36 255	2 574 082
XII 11	Installation de prise téléphonique	u	10,00	137 193	1 371 928
XII 12	<u>Luminaires</u>				
XII 13	Vasque à reglette double 1,20 m	u	93,00	99 738	9 275 607
XII 14	Hublot étanche plafonnier	u	28,00	67 236	1 882 606
XII 15	Hublot étanche en applique	u	6,00	58 447	350 682
XII 16	reglette 40W	u	2,00	56 147	112 294
XII 17	Applique Lavabo	u	12,00	57 861	694 332
XII 18	<u>Canalisations</u>	u	1,00	849 604	849 604
	<u>Tableaux</u>				
XII 19	Tableau général	u	1,00	625 485	625 485
XII 20	Tableau divisionnaire	u	3,00	1 088 861	3 266 583
	<u>Autres Equipements</u>				
XII 21	Réseau de mise à la terre	u	1,00	4 600 872	4 600 872
	<i>Sous total XII</i>				39 183 798
MONTANT TOTAL HTVA					1 139 498 540

Tableau 84: Récapitulation

<u>DESIGNATION</u>	
I - TRAVAUX PREPARATOIRES	15 500 000.00
II - TERRASSEMENT - ASSAINISSEMENT - TRAVAUX EN INFRASTRUCTURE	170 215 191.00
III - TRAVAUX EN SUPERSTRUCTURE	343 172 743 .00
IV - ENDUITS	53 295 600.00
V - CARRELAGE - REVETEMENT	112 449 685.00
VI - PLANCHER ET PLAFONNAGE	191 031 419.00
VII - CHARPENTE - COUVERTURE - ETANCHEITE	72 349 695 00
VIII - MENUISERIES BOIS	39 508 944 .00
IX - MENUISERIES - METALLIQUES - ET GRILLE DE PROTECTION	35 735 008 .00
XI - PLOMBERIE SANITAIRE	11 249 921.00
XII - PEINTURE ET VITRERIE	55 806 536.00
XIII - ELECTRICITE	39 183 798 .00
MONTANT TOTAL HORS TVA (a)	1 139 498 540 .00
TVA 20%	227 899 708,07
TOTAL TTC (Ar)	1 367 398 248.07

Ainsi, si le bâtiment 1 est évalué à (Ar) 1 367 398 248 alors le prix au m² est de (Ar):
2 318 300

Les autres bâtiments sont évalués forfaitairement à partir du bâtiment qu'on a étudié,
Ainsi,

Tableau 85: Prix forfaitaire des bâtiments avec toutes taxes comprises

Bâtiments	prix (Ar)
bâtiment 1	1 367 398 249.00
bâtiment 2	623 636 351.00
bâtiment 3	664 351 748.00
bâtiment 4	352 732 748 .00
bâtiment 5	841 542 900.00
bâtiment 6	109 972 548.00
Amphithéâtre	1 900 000 000.00

Donc le projet est évalué à : Ar 5 859 634 543 avec toutes taxes comprises

Ar 4 687 707 634 hors TVA

TVA = Ar 1 171 926 909

Arrêté le présent devis à la somme de ARIARY CINQ MILLIARDS HUIT CENT CINQUANTE NEUF MILLIONS SIX CENT TRENTE QUATRE MILLE CINQ CENT QUARANTE TROIS ; y compris la taxe sur la valeur ajoutée d'une montant de UN MILLIARD CENT SOIXANTE ONZE MILLIONS NEUF CENT VINGT SIX MILLE NEUF CENT NEUF ;

N.B : Ce projet en réalité est non assujetti de la TVA mais pour ce mémoire d'études, on considère toutes les taxes.

Chapitre II: Etude de rentabilité

Dans ce chapitre intitulé : « étude de rentabilité », nous allons voir si l'argent investi pourrait être amorti dans un temps futur bien déterminé.

A - Notion générale :

L'étude de la rentabilité consiste à déterminer les indicateurs de rentabilité pour le projet. Le principe de rentabilité s'applique à un projet d'investissement productif. Pour cela, nous appliquons la méthode la plus couramment utilisée : le principe consiste à additionner les flux nets engendrés par un investissement. Un flux net ou cash-flow est la recette d'un projet à laquelle on soustrait les coûts variables et les coûts fixes.

B - Le capital initialement investi

Le capital est mesuré par toutes les dépenses directes ou indirectes engagés initialement dans le projet : celles-ci comportent Les fonds investis dans l'acquisition d'immobilisations corporelles ou incorporelles, pour leur montant hors taxe ;

Les dépenses occasionnées par la mise en place de l'investissement. Les premiers sont : le coût de la construction, la prestation du Maître d'œuvre, et le prix du terrain.

Hypothèse

L'approche de l'étude de rentabilité a été faite sur une hypothèse de location par mètre carré de bâtiment.

Supposons que le loyer est de Ar 25 000 par m² par mois pour un bâtiment universitaire.

Récapitulation des loyers :

Tableau 86: récapitulation des recettes

bâtiments	Désignation	surface (m2)	Montant/m2	recette mensuelle	recette annuelle/local
1	bâtiment 1	501	25 000	12 516 750	150 201 000
2	bâtiment 2	359	25 000	8 977 500	107 730 000
3	bâtiment 3	363	25 000	9 075 000	108 900 000
4	bâtiment 4	216	25 000	5 389 000	64 668 000
5	bâtiment 5	459	25 000	11 475 000	137 700 000
6	bâtiment 6	491	25 000	12 275 000	147 300 000
7	bâtiment 7	203	25 000	5 069 000	60 828 000
	Total surface:	2591		recette annuelle :	777 327 000

La maîtrise d'œuvre est estimée à 2% du prix du projet.(vu que c'est un travail pour une congrégation religieuse le taux normal est de 5%)

Le prix du terrain est évalué à 45 000 Ar par m2.

Les dépenses occasionnées par la mise en place de l'investissement est de Ar 35 millions.

Tableau 87: Le capital initialement investi :

Désignation	Montant (Ar)
Terrain	116 599 050
Construction	5 859 634 543
Maître d'œuvre	117 192 691
Mise en place de l'investissement	35 000 000
TOTAL (Ar)	6 128 426 284

C - Les charges annuelles

Nous allons distinguer deux types de charges :

- La charge variable, qui est l'ensemble des charges qui varient d'un produit à un autre (selon forme, sa qualité, etc.), lors de l'exploitation du bâtiment. Dans notre cas, il s'agit des mobiliers, des moyens et frais de transport, etc. ;
- La charge fixe, C'est l'ensemble des charges qui varient peu lors de l'exploitation bâtiment. Il s'agit du salaire du personnel, du coût de l'énergie, etc.

Nous allons prendre un taux de marge sur coût variable de 80%. La charge fixe est évaluée 10% du chiffre d'affaire. Les impôts sont estimés à 20% du bénéfice.

Notre durée de vie est de 20 ans

D - Cash flow

Pour apprécier la rentabilité économique de notre projet, nous utilisons la méthode basée sur le concept de « cash-flows » qui est le solde des flux de cause (recettes et dépenses) engendré par l'investissement pendant une période.

E - Actualisation

L'actualisation est un outil qui permet de comparer des sommes d'argent apparaissant à différentes périodes.

Il permet de traduire les cash-flows engendrés par un investissement tout au long de sa vie franc de l'année au cours de laquelle est entrepris l'investissement. L'actualisation est matérialisée par le taux d'actualisation. Ce taux est pris égal à : $r=12\%$.

F - La valeur actuelle nette

La valeur actuelle nette mesure la création de valeur du projet.

$$VAN = -I + \sum_{t=1} \frac{CF(t)}{(1+a)^t}$$

Pour qu'un projet soit rentable, il faut que la VAN soit positive.

G - Le taux de rentabilité interne

Le TRI est le taux d'actualisation appliqué aux cash-flows qui permet d'annuler le VAN.

$$0 = -I + \sum_{t=1} \frac{CF(t)}{(1+a)^t}$$

Pour qu'un projet soit rentable, il faut que le TRI soit supérieur au taux d'actualisation :

TRI > a.

H - Délai de récupération du capital investi

Il est la période nécessaire pour couvrir la dépense d'investissement. Entre autre, c'est le délai pour lequel la somme des cash-flows après actualisation est égale au décaissement dû à l'investissement. Il faut que le délai soit à l'inférieur de la durée de vie du projet.

Tableau 88: Tableau récapitulatif du flux net pendant 20ans

Année	Chiffre d'affaire (Ar)	MSCV (Ar)	Coût fixes (Ar)	Flux brute (Ar)	Impôt 20 % (Ar)	Flux net (Ar)
1	777 327 000,00	621 861 600,00	77 732 700,00	544 128 900,00	108 825 780,00	435 303 120,00
2	870 606 240,00	696 484 992,00	87 060 624,00	609 424 368,00	121 884 873,60	487 539 494,40
3	975 078 988,80	780 063 191,04	97 507 898,88	682 555 292,16	136 511 058,43	546 044 233,73
4	1 092 088 467,46	873 670 773,96	109 208 846,75	764 461 927,22	152 892 385,44	611 569 541,78
5	1 223 139 083,55	978 511 266,84	122 313 908,36	856 197 358,49	171 239 471,70	684 957 886,79
6	1 369 915 773,58	1 095 932 618,86	136 991 577,36	958 941 041,50	191 788 208,30	767 152 833,20
7	1 534 305 666,41	1 227 444 533,12	153 430 566,64	1 074 013 966,48	214 802 793,30	859 211 173,19
8	1 718 422 346,37	1 374 737 877,10	171 842 234,64	1 202 895 642,46	240 579 128,49	962 316 513,97
9	1 924 633 027,94	1 539 706 422,35	192 463 302,79	1 347 243 119,56	269 448 623,91	1 077 794 495,65
10	2 155 588 991,29	1 724 471 193,03	215 558 899,13	1 508 912 293,90	301 782 458,78	1 207 129 835,12
11	2 414 259 670,25	1 931 407 736,20	241 425 967,02	1 689 981 769,17	337 996 353,83	1 351 985 415,34
12	2 703 970 830,68	2 163 176 664,54	270 397 083,07	1 892 779 581,47	378 555 916,29	1 514 223 665,18
13	3 028 447 330,36	2 422 757 864,29	302 844 733,04	2 119 913 131,25	423 982 626,25	1 695 930 505,00
14	3 391 861 010,00	2 713 488 808,00	339 186 101,00	2 374 302 707,00	474 860 541,40	1 899 442 165,60
15	3 798 884 331,20	3 039 107 464,96	379 888 433,12	2 659 219 031,84	531 843 806,37	2 127 375 225,47
16	4 254 750 450,95	3 403 800 360,76	425 475 045,09	2 978 325 315,66	595 665 063,13	2 382 660 252,53
17	4 765 320 505,06	3 812 256 404,05	476 532 050,51	3 335 724 353,54	667 144 870,71	2 668 579 482,83
18	5 337 158 965,67	4 269 727 172,53	533 715 896,57	3 736 011 275,97	747 202 255,19	2 988 809 020,77
19	5 977 618 041,55	4 782 094 433,24	597 761 804,15	4 184 332 629,08	836 866 525,82	3 347 466 103,27
20	6 694 932 206,53	5 355 945 765,23	669 493 220,65	4 686 452 544,57	937 290 508,91	3 749 162 035,66

Tableau 89: Tableau donnant le moment ou le capital investi sera amorti

Années	Flux net (Ar)	K	Flux actualisé	Cumul des flux
0	6 128 426 283,86			
1	435 303 120,00	0,89	388 663 500,00	388 663 500,00
2	487 539 494,40	0,80	388 663 500,00	777 327 000,00
3	546 044 233,73	0,71	388 663 500,00	1 165 990 500,00
4	611 569 541,78	0,64	388 663 500,00	1 554 654 000,00
5	684 957 886,79	0,57	388 663 500,00	1 943 317 500,00
6	767 152 833,20	0,51	388 663 500,00	2 331 981 000,00
7	859 211 173,19	0,45	388 663 500,00	2 720 644 500,00
8	962 316 513,97	0,40	388 663 500,00	3 109 308 000,00
9	1 077 794 495,65	0,36	388 663 500,00	3 497 971 500,00
10	1 207 129 835,12	0,32	388 663 500,00	3 886 635 000,00
11	1 351 985 415,34	0,29	388 663 500,00	4 275 298 500,00
12	1 514 223 665,18	0,26	388 663 500,00	4 663 962 000,00
13	1 695 930 505,00	0,23	388 663 500,00	5 052 625 500,00
14	1 899 442 165,60	0,20	388 663 500,00	5 441 289 000,00
15	2 127 375 225,47	0,18	388 663 500,00	5 829 952 500,00
16	2 382 660 252,53	0,16	388 663 500,00	6 218 616 000,00
17	2 668 579 482,83	0,15	388 663 500,00	6 607 279 500,00
18	2 988 809 020,77	0,13	388 663 500,00	6 995 943 000,00
19	3 347 466 103,27	0,12	388 663 500,00	7 384 606 500,00
20	3 749 162 035,66	0,10	388 663 500,00	7 773 270 000,00

Tableau 90: Récapitulation générale :

VAN	TRI > r	DRCI	
1 644 843 716	14,72	15,768	15 ans 9 mois 6 jours
	conclusion		²
VAN > 0			
Tri > r = 12			
DRCI = 15 ans neuf mois < durée de vie = 20 ans			

projet rentable

Le projet est rentable étant donné que la Valeur Actualisée Nette est positive , le Taux de Rentabilité Interne est supérieur à 12% et le Délai de Récupération des Capitaux Investi est inférieur à 20ans.

CONCLUSION

Au terme de ces études qui se rapportent à la construction du Complexe Universitaire de l'ISTS à Mandrimena Andoharanofotsy, nous avons pu constater que : construire un bâtiment nécessite une connaissance préalable des règles régissant la construction proprement dite, mais surtout, il faut aussi considérer l'aspect extérieur et le confort dans les bâtiments.

Au cours de l'étude environnementale, nous avons pu constater que le milieu où le site sera implanté devra satisfaire plusieurs conditions imposées par l'usage du bâtiment.

En ce qui concerne les études techniques, nous avons pu examiner les phases essentielles sur la construction d'un bâtiment : le calcul de l'infrastructure et de la superstructure.

Enfin dans la dernière partie, nous avons traité les Etudes Financières et de Rentabilité du projet, ce qui nous ont permis de connaître à peu près ses coûts et de conclure que le projet est rentable.

En effet, l'étude d'un édifice demande une maîtrise parfaite de plusieurs techniques puisqu'une mauvaise conception ou une étude insuffisante coûteraient la vie à de nombreuses victimes. Concernant le domaine du bâtiment en général, le travail en équipe sur le plan d'étude, de conception et de réalisation est nécessaire.

Antananarivo, ce 19 Janvier 2010

RAJAONA Natacha

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et manuels :

- Calcul des Ouvrages en béton Armé suivant les règles BAEL.80 É Eyrolles, Edition - 1983. .
- Ernst Neufert- Les éléments de projet de construction (8è édition) - Dunod É 2002 .
- Thonier H, Tome 4,1996. Conception. Conception et calcul des structures de Bâtiment. Presses de l'Ecole Nationales des Ponts et Chaussée, Paris, 1657p.
- Thonier H Tome 6,1999. Conception et calcul des structures de Bâtiment. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussée, Paris 294p..
- Mayère J., Règles Neige et Vent NV 65. Technique de l'Ingénieur. Traité Construction. C 3305,p1-23..
- Pierre Charon, Exercices de béton Armé avec leurs solutions, Cinquième Edition, 300p.

LISTE DES ANNEXES

- I- PLANS DU PROJET**
- II- EFFET DE VENT**
- III- DESCENTE DES CHARGES**
- IV- CALCULS DES STRUCTURES**
- V- RELATIF A L'ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE**
- VI- RELATIF AU BAEL**
- VII- PLANS DE FERRAILLAGE**
- VIII- COURBES ENVELOPPES**
- IX- RELATIF AUX ELEMENTS DU SECOND ŒUVRE**

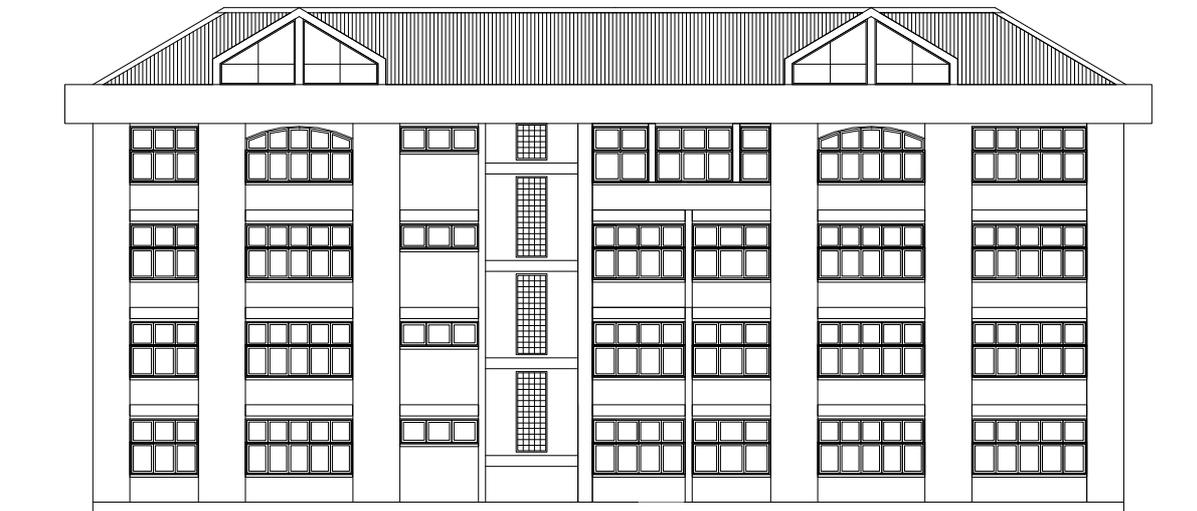
Annexe I : plans du projet

- 0- Façade principale
- 1- Façade postérieure
- 2- Façades latérales

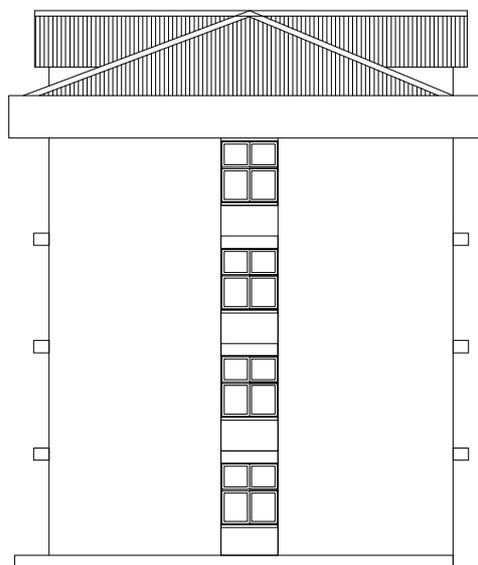
Annexe I-0 : façade principale



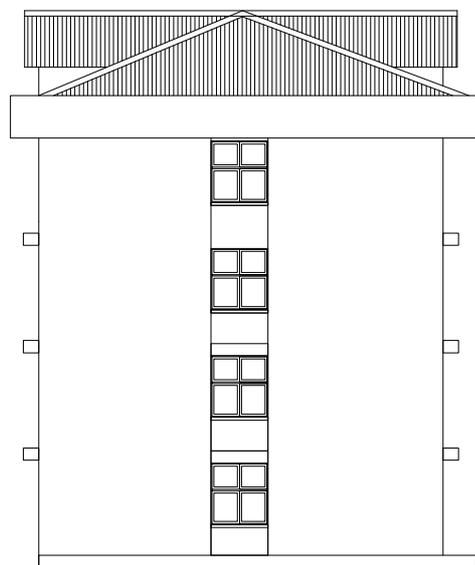
Annexe I-1 Façade postérieure



Annexe I-2 : façades latérales gauche et droite



FACADE LATÉRALE GAUCHE



FACADE LATÉRALE DROITE

Annexe 2 : Effet de vent

R III 2 : coefficient de réduction des pressions dynamiques

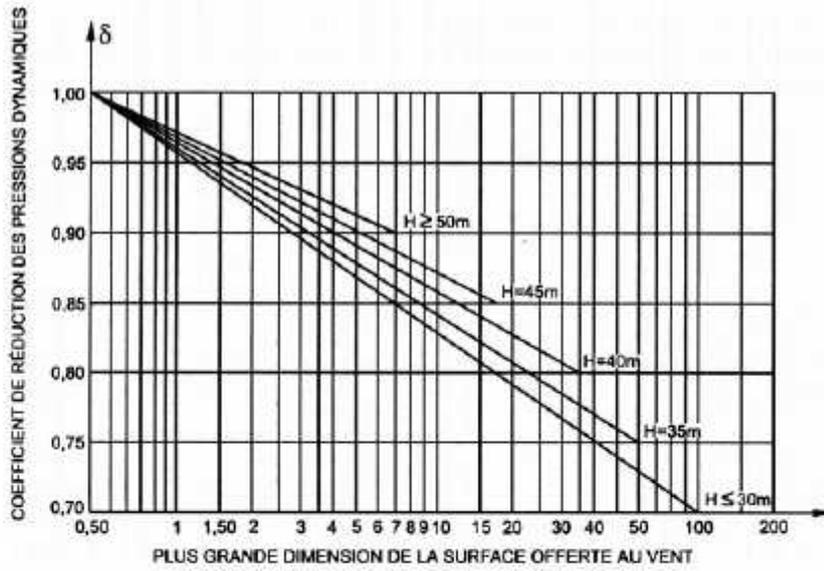
R III 3 : coefficient de réponse ξ

R III 4 : coefficient de pulsation τ

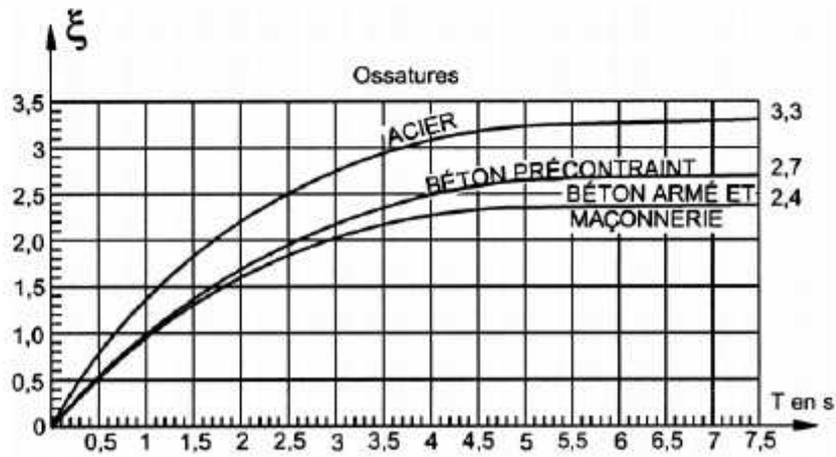
R III 5 : coefficient

R III 6 : coefficient C_e

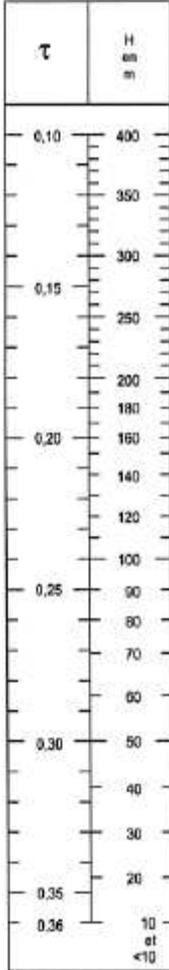
R-III-2



R-III-3

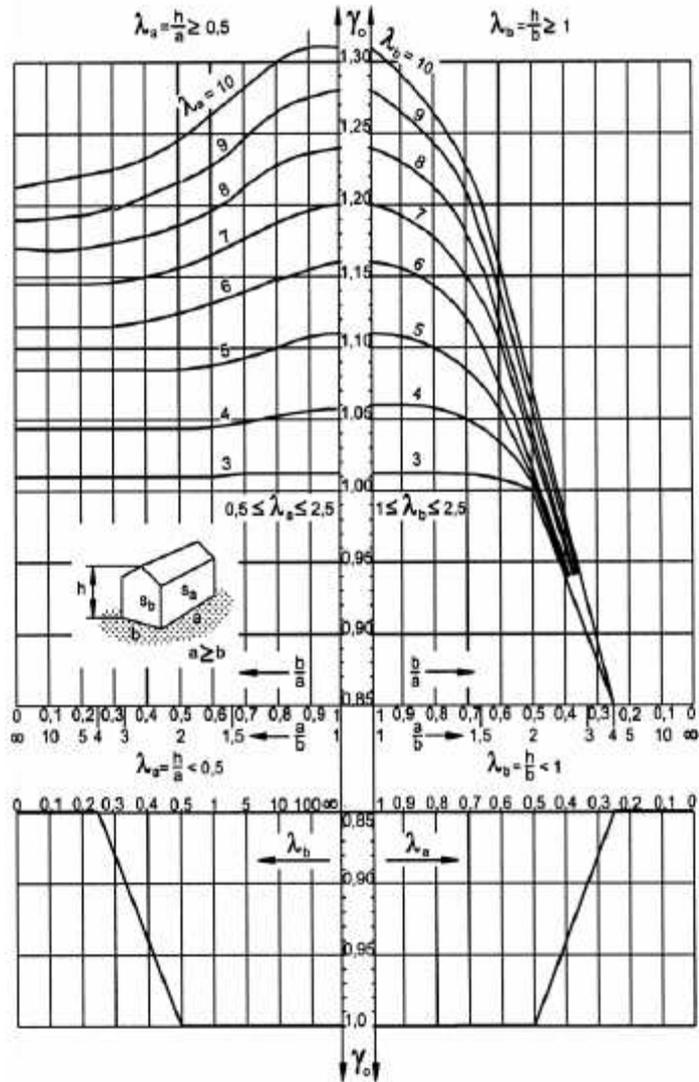


R-III-4

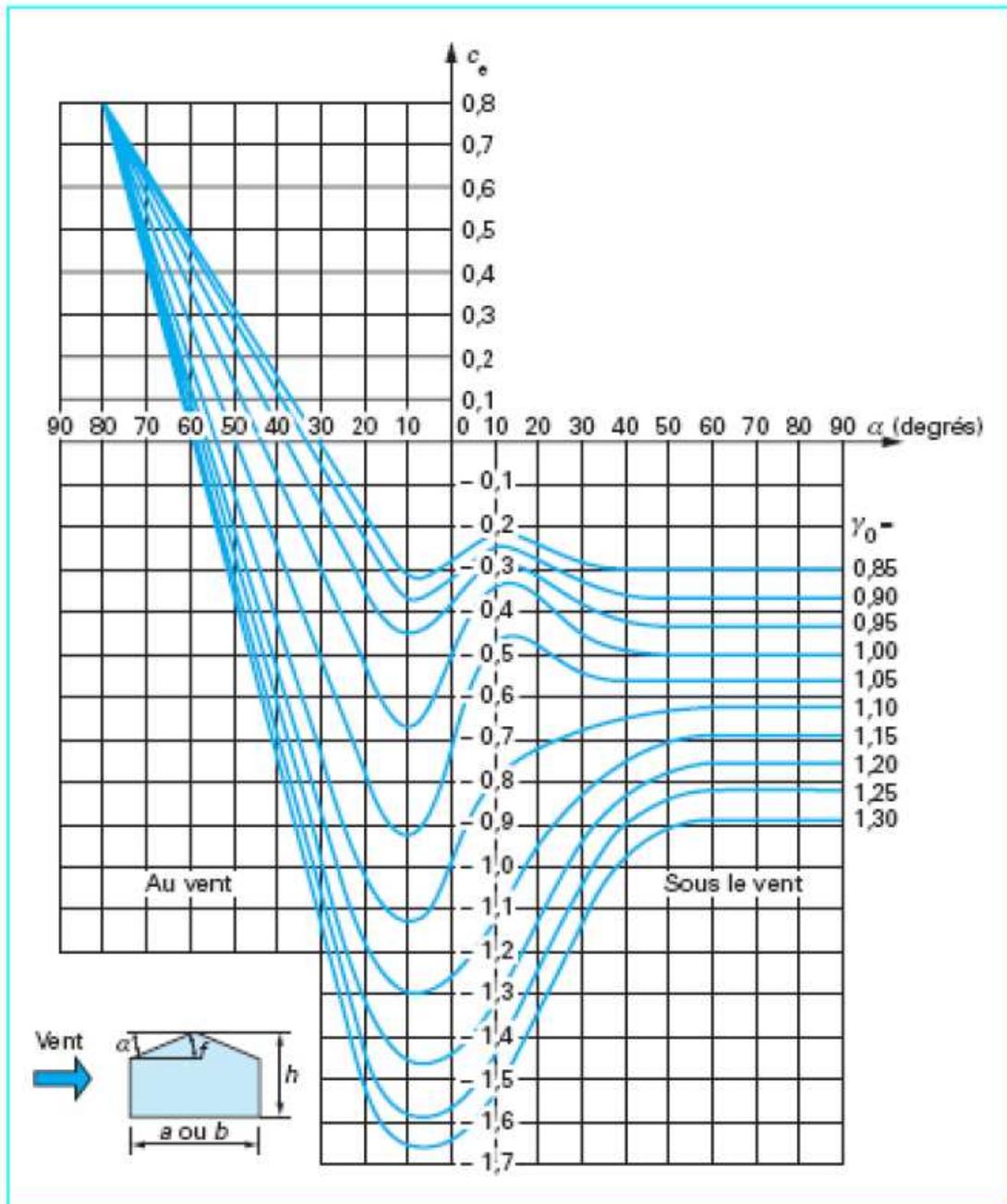


R-III-5

VENT NORMAL À LA GRANDE FACE S_a VENT NORMAL À LA PETITE FACE S_b



RIII 6



Annexe III descentes des charges

Annexe III 1 : descente des charges verticales

Annexe III 1

POTEAU P1

Niveaux	Désignation	Dimensions (m)			Charges unitaires	Poids total
		Longueur	Largeur	Hauteur		
n1	toiture	6,51	2,78		100	1810
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	total					5120
n2	venant de n1					5120
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					5542
n3	venant de n2					5542
	plancher	6,51	2,78		350	6334
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	2,78		2,70	450	3378
	total					26473
n4	venant de n3					26473
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					26895
n5	venant de n4					26895
	plancher	6,51	2,78		350	6334
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	2,78		2,70	450	3378
	total					47827
n6	venant de n5					47827
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					48417
n7	venant de n6					48417
	plancher	6,51	2,78		350	6334
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910

	mur transversal	2,78		2,70	450	3378
	total					69349
n8	venant de n7					69349
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					69940
n9	venant de n8					69940
		Dimensions (m)				
Niveaux	Désignation	Longueur	Largeur	Hauteur	Charges unitaires	Poids total
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	2,78		2,70	450	3378
	longrine long	6,51	0,25	0,50	2500	2034
	longrine trans	5,56	0,25	0,50	2500	1738
	total					84999
	TOTAL					84999

POTEAU P2

Niveaux	Désignation	Dimensions (m)			Charges unitaires	Poids total
		Longueur	Largeur	Hauteur		
n1	toiture	6,51	3,91		100	2542
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	total					6204
n2	venant de n1					6204
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					6626
n3	venant de n2					6626
	plancher	6,51	3,91		350	8898
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755
	total					33850
n4	venant de n3					33850
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					34272
n5	venant de n4					34272
	plancher	6,51	3,91		350	8898
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	mur	6,51		2,70	450	7910

	longitudinal					
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755
	total					61496
n6	venant de n5					61496
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					62086
n7	venant de n6					62086
	plancher	6,51	3,91		350	8898
Niveaux	Désignation	Dimensions (m)			Charges unitaires	Poids total
		Longueur	Largeur	Hauteur		
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755
	total					89311
n8	venant de n7					89311
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					89901
n9	venant de n8					89901
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	9,81		2,70	450	11919
	longrine long	6,51	0,25	0,50	2500	2034
	longrine trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	total					112985
TOTAL				112985		

POTEAU P3

Niveau x	Désignation	Dimensions (m)			Charges unitaires	Poids total
		Longueur	Largeur	Hauteur		
n1	toiture	6,51	3,91		100	2542
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	total					6204
n2	venant de n1					6204
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					6626
n3	venant de n2					6626
	plancher	6,51	3,91		350	8898
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755

	total					33850
n4	venant de n3					33850
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					34272
n5	venant de n4					34272
	plancher	6,51	3,91		350	8898
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755
Niveau x	Désignation	Dimensions (m)			Charges unitaires	Poids total
		Longueur	Largeur	Hauteur		
	total					61496
n6	venant de n5					61496
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					62086
n7	venant de n6					62086
	plancher	6,51	3,91		350	8898
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	3,91	0,25	0,50	2500	1220
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	4,30		2,70	450	5225
	total					87780
n8	venant de n7					87780
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					88370
n9	venant de n8					88370
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	4,30		2,70	450	5225
	longrine long	6,51	0,25	0,50	2500	2034
	longrine trans	6,69	0,25	0,50	2500	2089
	total					105628
TOTAL				105628		



POTEAU P4

Niveaux	Désignation	Dimensions (m)			Charges unitaires	Poids total
		Longueur	Largeur	Hauteur		
n1	toiture	6,51	2,78		100	1810
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	total					5120
n2	venant de n1					5120
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					5542
n3	venant de n2					5542
	plancher	6,51	2,78		350	6334
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755
	total					29851
n4	venant de n3					29851
	poteau	0,25	0,25	2,70	2500	422
	total					30273
n5	venant de n4					30273
	plancher	6,51	2,78		350	6334
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755
	total					54582
n6	venant de n5					54582
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					55173
n7	venant de n6					55173
	plancher	6,51	2,78		350	6334
	poutre long	6,51	0,25	0,60	2500	2441
	poutre trans	2,78	0,25	0,50	2500	869
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755

	total					79482
n8	venant de n7					79482
	poteau	0,25	0,35	2,70	2500	591
	total					80073
n9	venant de n8					80073
Niveaux	Désignation	Dimensions (m)			Charges unitaires	Poids total
		Longueur	Largeur	Hauteur		
	mur longitudinal	6,51		2,70	450	7910
	mur transversal	5,56		2,70	450	6755
	longrine long	6,51	0,25	0,50	2500	2034
	longrine trans	5,56	0,25	0,50	2500	1738
	total					98510
	TOTAL					98 510

ANNEXE IV : Calcul de structure

Tableau de récapitulation moments
Tableau de récapitulation effort tranchant

TABLEAU DE RECAPITUATION MOMENT AUX APPUIS

ELU

Nœuds	P	S				L				I				B		
Barres	TS	ST	SR	SL	LS	LK	LM	LI	IL	IJ	IH	IB	BI	BA	BC	
M ss Vent	-1,878	-3,655	-5,605	9,259	-12,551	2,256	3,650	6,645	-6,526	-2,442	-3,662	12,630	-9,151	3,502	5,649	
M ac Vent	2,171	-0,767	-4,055	4,822	-15,030	4,445	5,637	4,948	-8,634	-0,433	-1,967	11,034	-11,322	4,883	6,440	

Nœuds	C			H				M				R		
Barres	CB	CD	CH	HC	HI	HG	HM	MH	ML	MN	MR	RM	RS	RQ
M ss Vent	5,905	2,564	-8,468	12,586	-3,802	-1,564	-7,220	7,160	3,777	1,631	-12,568	8,529	-5,867	-2,662
M ac Vent	6,761	3,590	-10,351	11,210	-2,080	-0,264	-8,867	6,015	5,811	3,087	-14,912	4,101	-4,339	0,238

Nœuds	F			O			P		K	J	A
Barres	FE	FG	FO	OF	ON	OP	PO	PQ	KL	JI	AB
M ss Vent	7,373	-0,466	-6,906	5,844	2,589	-8,433	1,848	-1,848	0,213	-1,272	1,700
M ac Vent	7,006	0,087	-7,092	6,176	3,301	-9,477	-0,584	0,584	2,245	0,922	3,580

ELS

Nœuds	P	S				L				I				B		
Barres	TS	ST	SR	SL	LS	LK	LM	LI	IL	IJ	IH	IB	BI	BA	BC	
M ss Vent	-1,335	-2,599	-3,988	6,587	-8,930	1,608	2,598	4,724	-4,641	-1,736	-2,607	8,984	-6,512	2,493	4,019	
M ac Vent	2,715	0,289	-2,439	2,150	-11,409	3,798	4,585	3,026	-6,749	0,273	-0,912	7,388	-8,684	3,874	4,810	

Nœuds	C			H				M				R		
Barres	CB	CD	CH	HC	HI	HG	HM	MH	ML	MN	MR	RM	RS	RQ
M ss Vent	4,201	1,826	-6,027	8,953	-2,706	-1,114	-5,133	5,091	2,689	1,161	-8,941	6,069	-4,175	-1,894
M ac Vent	5,057	2,852	-7,909	7,578	-0,984	0,186	-6,780	3,946	4,723	2,617	-11,285	1,640	-2,646	1,006

Nœuds	Q			N				G				D			E	
Barres	QR	QP	QN	NQ	NM	NO	NG	GN	GH	GF	GD	DG	DC	DE	ED	EF
M ss Vent	-2,234	-0,969	3,203	-9,528	1,273	1,967	6,290	-6,916	-1,242	-0,480	8,638	-4,730	2,019	2,711	2,475	-2,475
M ac Vent	0,565	1,437	-2,003	-11,909	2,776	2,685	6,450	-7,693	0,070	0,046	7,576	-6,159	3,084	3,075	2,923	-2,923

Nœuds	F			O			P		K	J	A
Barres	FE	FG	FO	OF	ON	OP	PO	PQ	KL	JI	AB
M ss Vent	5,107	-0,328	-4,779	4,037	1,811	-5,848	1,293	-1,293	0,172	-0,903	1,212
M ac Vent	4,741	0,225	-4,965	4,369	2,523	-6,892	-1,138	1,138	2,203	1,291	3,091

TABLEAU DE RECAPITULATION DES EFFORT TRANCHANTS

ELU

Nœuds	P			S				L				I				B		
Barres	TS	ST	SR	SL	LS	LK	LM	LI	IL	IJ	IH	IB	BI	BA	BC			
T ss Vent	-1,581	-1,581	-3,278	15,123	-16,307	0,705	2,122	3,647	-3,540	-1,061	-2,133	16,341	-15,089	1,486	3,301			
T ac Vent	0,401	0,401	-2,398	17,358	-21,031	1,912	3,271	2,751	-6,027	0,140	-1,156	19,143	-19,246	2,418	3,772			

Nœuds	C			H				M				R		
Barres	CB	CD	CH	HC	HI	HG	HM	MH	ML	MN	MR	RM	RS	RQ
T ss Vent	3,301	1,541	-14,974	16,456	-2,133	-0,945	-3,620	3,567	2,122	0,976	-16,441	14,989	-3,278	-1,658
T ac Vent	3,772	2,139	-19,040	19,349	-1,156	-0,198	-5,657	3,121	3,271	1,822	-21,139	17,250	-2,398	-0,030

Nœuds	Q			N				G				D			E	
Barres	QR	QP	QN	NQ	NM	NO	NG	GN	GH	GF	GD	DG	DC	DE	ED	EF
T ss Vent	-1,658	0,144	14,110	-17,320	0,976	1,538	3,196	-3,991	-0,945	-0,324	16,696	-14,734	1,541	2,110	2,110	-8,995
T ac Vent	-0,030	0,137	16,225	-22,164	1,822	1,947	3,718	-5,061	-0,198	-0,015	19,728	-18,661	2,139	2,342	2,342	-11,286

Nœuds	F			O			P		K	J	A
Barres	FE	FG	FO	OF	ON	OP	PO	PQ	KL	JI	AB
T ss Vent	10,374	-0,324	-2,969	2,025	1,538	-10,869	8,500	-0,912	0,705	-1,061	1,486
T ac Vent	12,372	-0,015	-3,457	2,643	1,947	-13,638	10,019	0,470	1,912	0,140	2,418

ELS

Nœuds	P			S				L				I				B		
Barres	TS	ST	SR	SL	LS	LK	LM	LI	IL	IJ	IH	IB	BI	BA	BC			
T ss Vent	-1,124	-1,124	-2,332	10,542	-11,384	0,508	1,511	2,529	-2,455	-0,754	-1,518	11,408	-10,519	1,059	2,349			
T ac Vent	0,858	0,858	-1,453	11,773	-15,104	1,715	2,659	1,400	-4,709	0,447	-0,542	13,206	-13,672	1,990	2,819			

Nœuds	C			H				M				R		
Barres	CB	CD	CH	HC	HI	HG	HM	MH	ML	MN	MR	RM	RS	RQ
T ss Vent	2,349	1,098	-10,437	11,490	-1,518	-0,673	-2,511	2,473	1,511	0,695	-11,480	10,447	-2,332	-1,179
T ac Vent	2,819	1,696	-13,498	13,379	-0,542	0,073	-4,314	1,795	2,659	1,541	-15,174	11,704	-1,453	0,449

Nœuds	Q			N				G				D			E	
Barres	QR	QP	QN	NQ	NM	NO	NG	GN	GH	GF	GD	DG	DC	DE	ED	EF
T ss Vent	-1,179	0,093	9,825	-12,101	0,695	1,079	2,213	-2,770	-0,673	-0,231	11,666	-10,260	1,098	1,482	1,482	-6,110
T ac Vent	0,449	0,085	10,937	-15,941	1,541	1,488	2,502	-3,607	0,073	0,077	13,694	-13,184	1,696	1,714	1,714	-7,743

Nœuds	F			O			P		K	J	A
Barres	FE	FG	FO	OF	ON	OP	PO	PQ	KL	JI	AB
T ss Vent	7,057	-0,231	-2,025	1,366	1,079	-7,403	5,764	-0,646	0,508	-0,754	1,059
T ac Vent	8,397	0,077	-2,343	1,814	1,488	-9,514	6,626	0,736	1,715	0,447	1,990

ANNEXE V : relatif au BAEL

V 1 : Tableau des moments réduits

V 2 : Organigramme

V 3: Organigramme de calcul des armatures des poteaux en flexion composés,

Annexe V 1

TABLEAU DES MOMENTS REDUITS $10^4 \mu_{lu}$

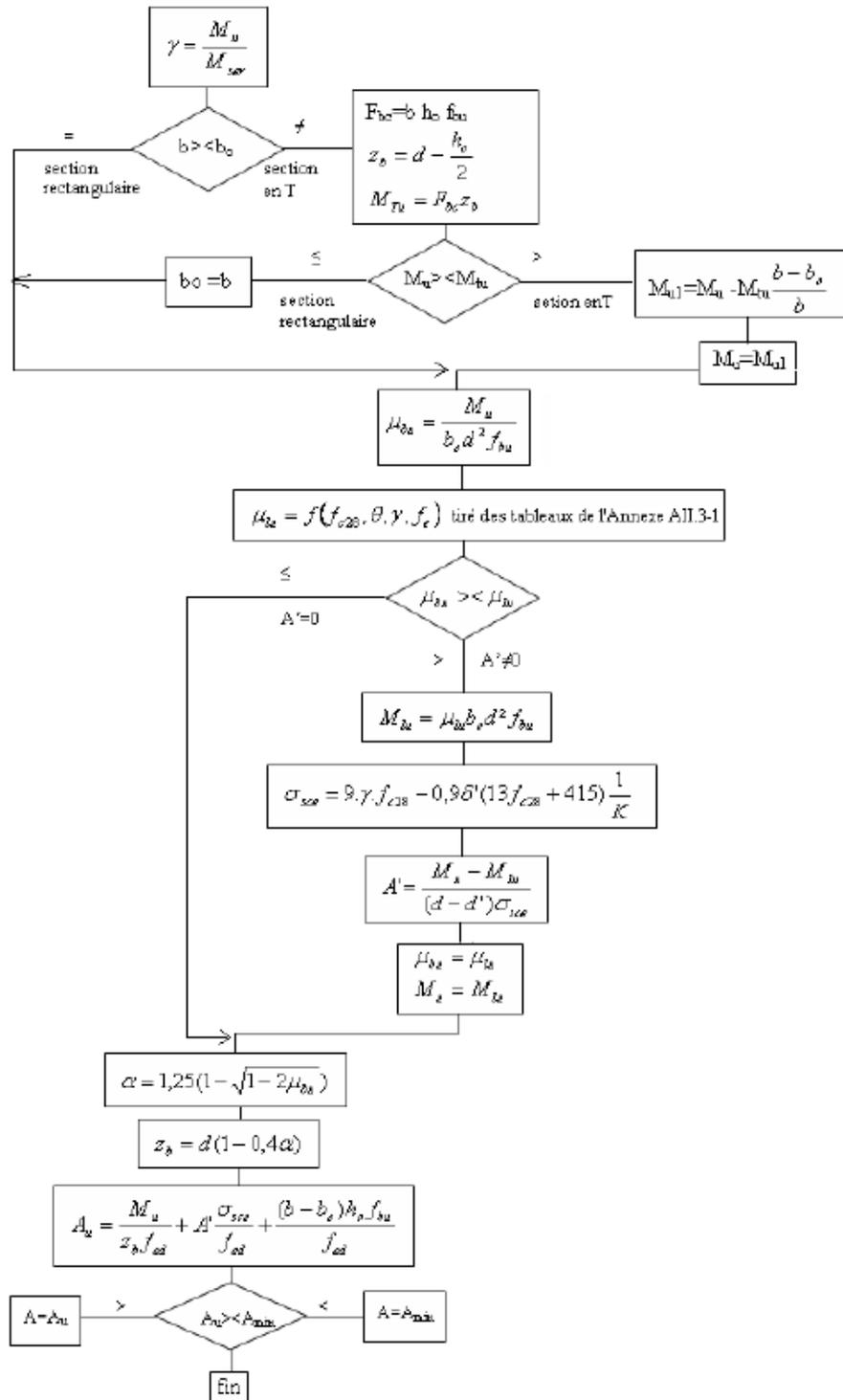
f_{c28} (MPa) Béton	θ	0.85			0.90			1.00		
		γ	20	25	30	20	25	30	20	25
Fe E 215	1.35	2763	2960	3106	2940	3149	3304	3303	3538	3710
	1.40	2909	3110	3259	3097	3311	3468	3483	3723	3899
	1.45	3057	3262	3413	3256	3474	3634	3666	3912	4091
	1.50	3207	3416	3569	3417	3640	3802	3854	4106	4288
Fe E 400	1.35	2139	2372	2557	2275	2524	2721	2554	2835	3056
	1.40	2265	2506	2697	2410	2668	2871	2708	2999	3229
	1.45	2393	2643	2839	2548	2815	3024	2865	3168	3404
	1.50	2523	2782	2984	2688	2964	3180	3025	3340	3584
Fe E 500 TS 500	1.35	1903	2139	2330	2024	2275	2479	2270	2554	2784
	1.40	2019	2265	2463	2148	2410	2621	2412	2708	2947
	1.45	2138	2393	2598	2275	2548	2767	2556	2865	3113
	1.50	2258	2523	2735	2404	2688	2914	2704	3025	3283

TABLEAU DES MOMENTS REDUITS $10^4 \mu_{lu}$

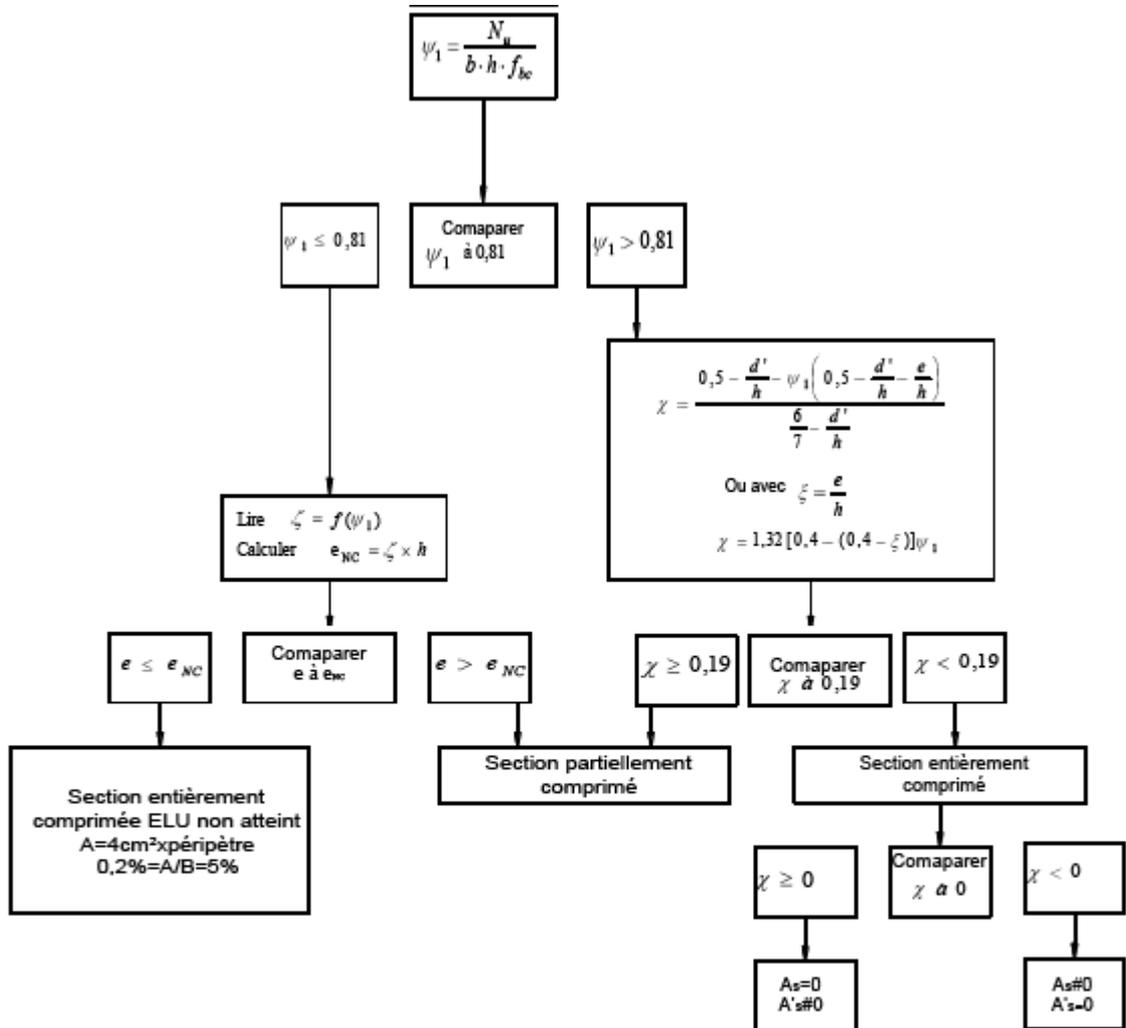
f_{c28} (MPa) Béton	θ	0.85			0.90			1.00		
		γ	40	50	60	40	50	60	40	50
Fe E 215	1.35	3307	3439	3531	3517	3655	3752	3946	4098	4204
	1.40	3462	3595	3687	3683	3822	3919	4137	4290	4321
	1.45	3619	3752	3844	3851	3991	4087	4321	4321	4321
	1.50	3777	3910	4002	4021	4161	4258	4321	4321	4321
Fe E 400	1.35	2829	3020	3160	3010	3213	3361	3382	3608	3774
	1.40	2977	3171	3313	3169	3375	3526	3564	3795	3916
	1.45	3126	3324	3469	3329	3539	3692	3749	3916	3916
	1.50	3277	3479	3625	3492	3706	3861	3916	3916	3916
Fe E 500 TS 500	1.35	2620	2829	2986	2788	3010	3492	3132	3382	3569
	1.40	2762	2977	3137	2940	3169	3339	3307	3564	3717
	1.45	2906	3125	3289	3095	3329	3503	3485	3717	3717
	1.50	3053	3277	3444	3253	3492	3669	3717	3717	3717

Les valeurs grisées correspondent à $\mu_u = \mu_s$.

Annexe V 2



Annexe V 3



Annexe VI : plans de ferrailage

VI 1 Plan de ferrailage de la nervure

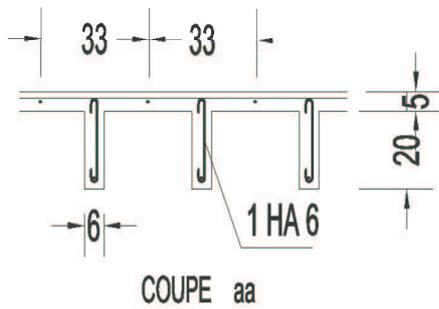
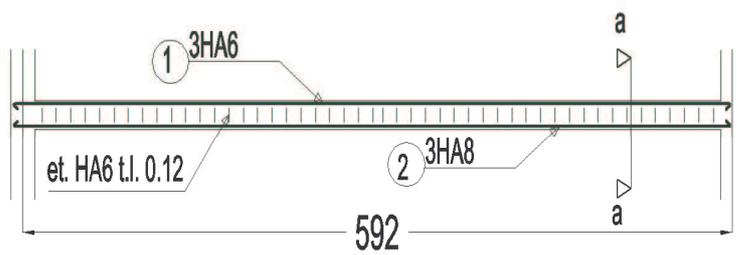
VI 2 Plan de ferrailage de la poutre transversale ;

VI 3 Plan de ferrailage du poteau

VI 4 Plan de ferrailage de l'escalier

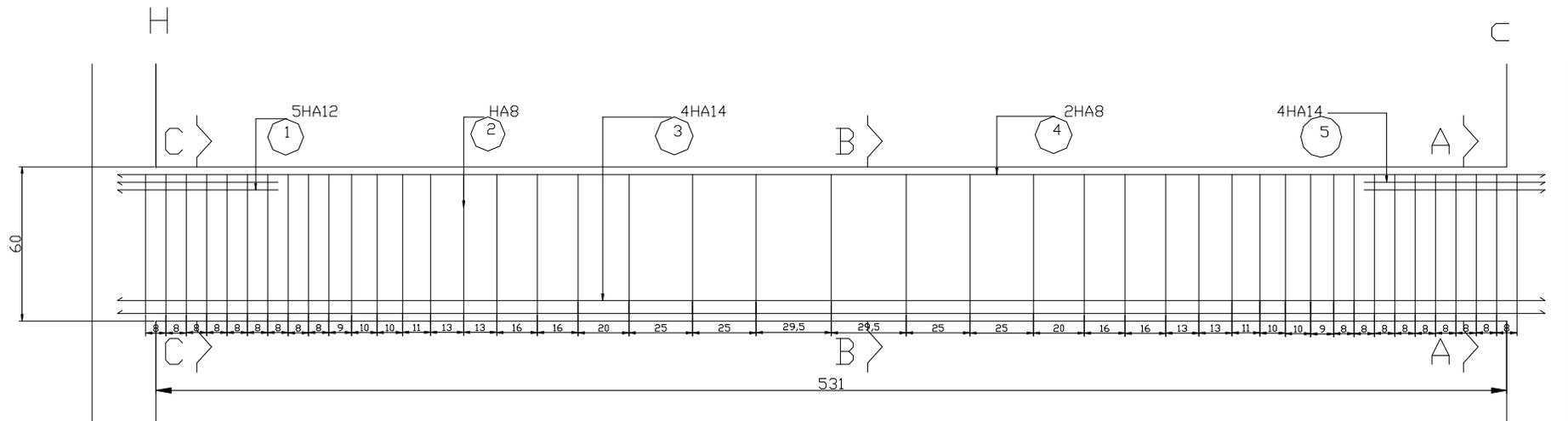
VI 1 : NERVURES

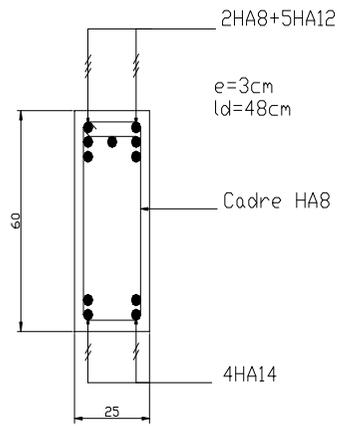
FERRAILLAGE NERVURES



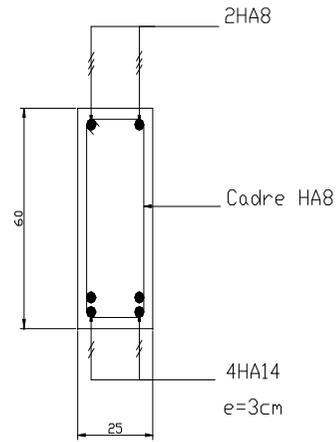
Répère	Armatures	Longueur	Façonnage
①	3HA6	6.02	5.9
②	3HA8	6.02	5.9

VI 2 POUTRE TRANSVERSALE

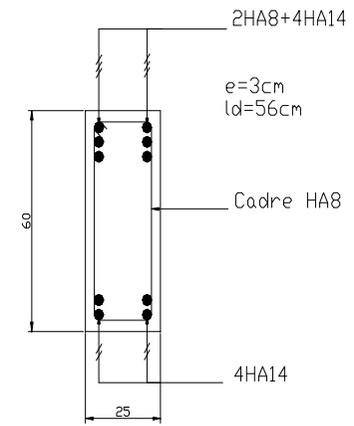




POUTRE COUPE C-C



POUTRE COUPE B-B

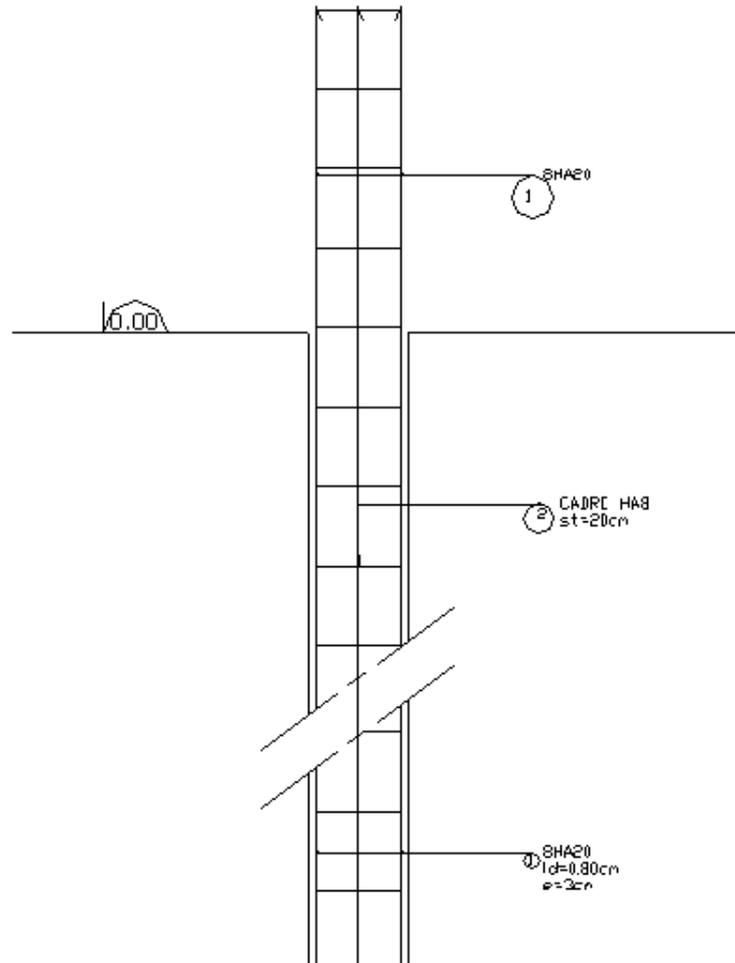


POUTRE COUPE A-A

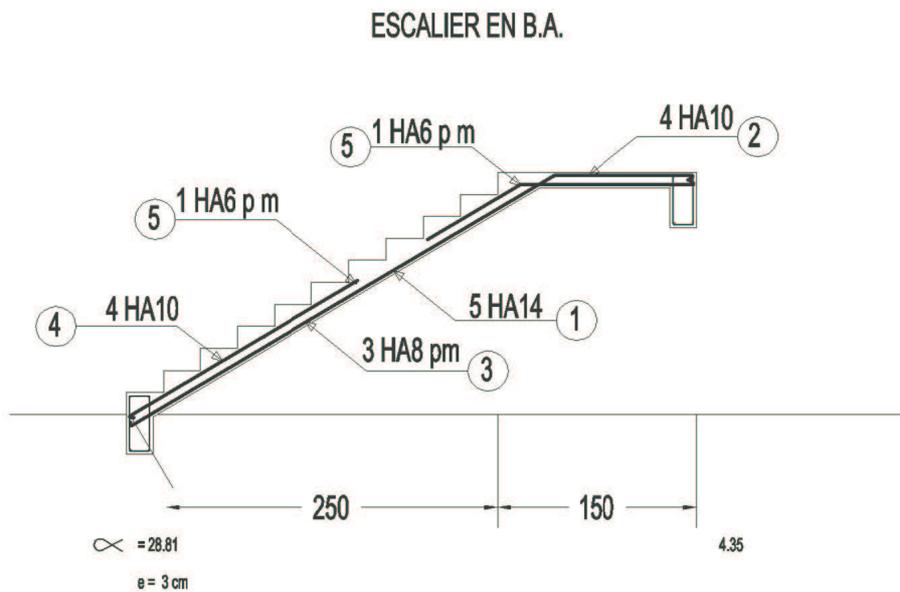
Répère Armature Longueur Façonnage

①	5HA12	0.7	← 0.62
②	4 HA10	1.8	← 1.90
③	4HA14	7.00	← 6.90
④	2HA8	7.00	← 6.90
⑤	4HA14	0.7	← 0.62

VI 3 Plan de ferrailage du poteau



VI 4 Plan de ferrailage de l'escalier

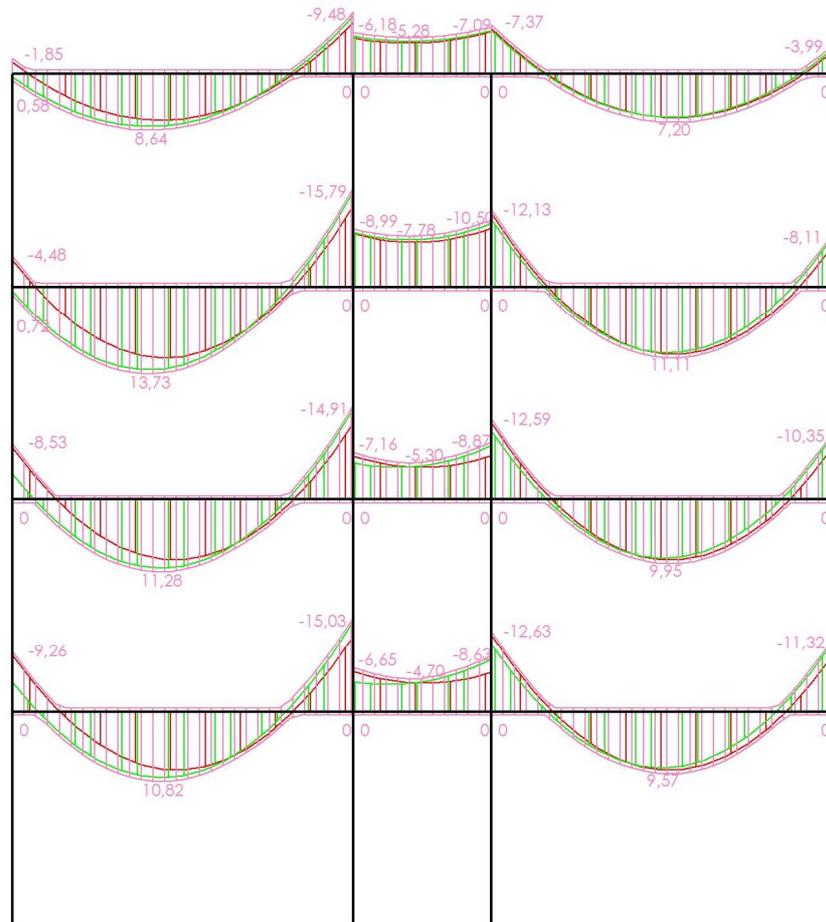


Répère	Armatures	Longueur	Façonnage
①	5 HA14	2.90	2.80
②	4 HA10	2.00	1.90
③	3 HA8	1.55	1.45
④	4 HA10	1.00	0.90
⑤	14 HA6	1.55	1.45

ANNEXE VII : COURBE ENVELOPPE

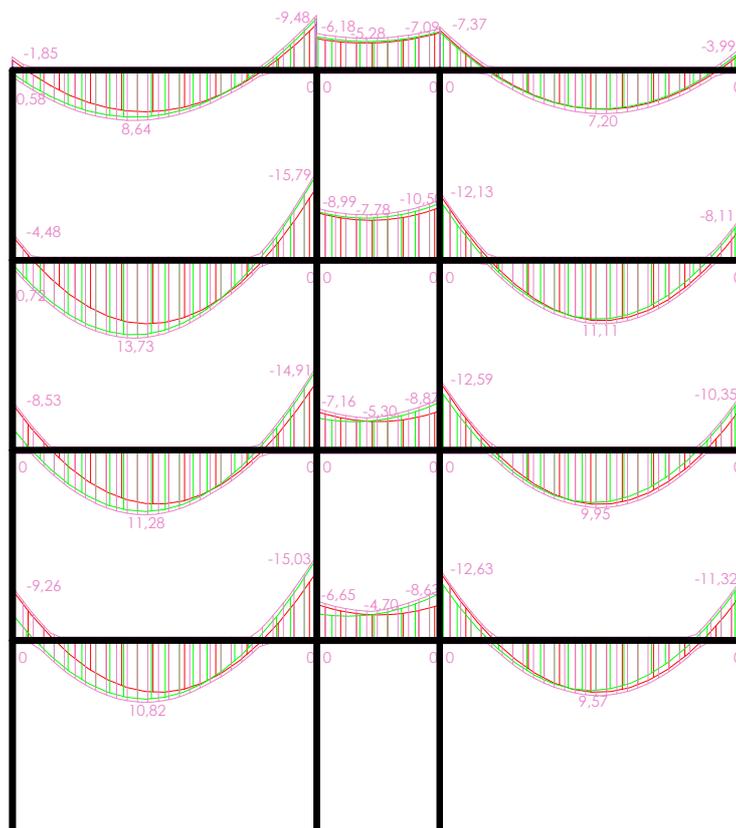
- VII 1 Moment flechissant poutre à l'ELS
- VII 2 Moment fléchissant poutre à l'ELU
- VII 3 Moment fléchissant poteau à l'ELU
- VII 4 Moment fléchissant poteau à l'ELS
- VII 5 Effort tranchant poutre à l'ELU
- VII 6 Effort tranchant poutre à l'ELS
- VII 7 Effort tranchant poteau à l'ELU
- VII 8 Effort tranchant poteau à l'ELS

VII 1 Moment flechissant poutre à l'ELS



- : Sans vent
- : Avec vent
- : Courbe enveloppe

VII 2Moment fléchissant poutre à l'ELU

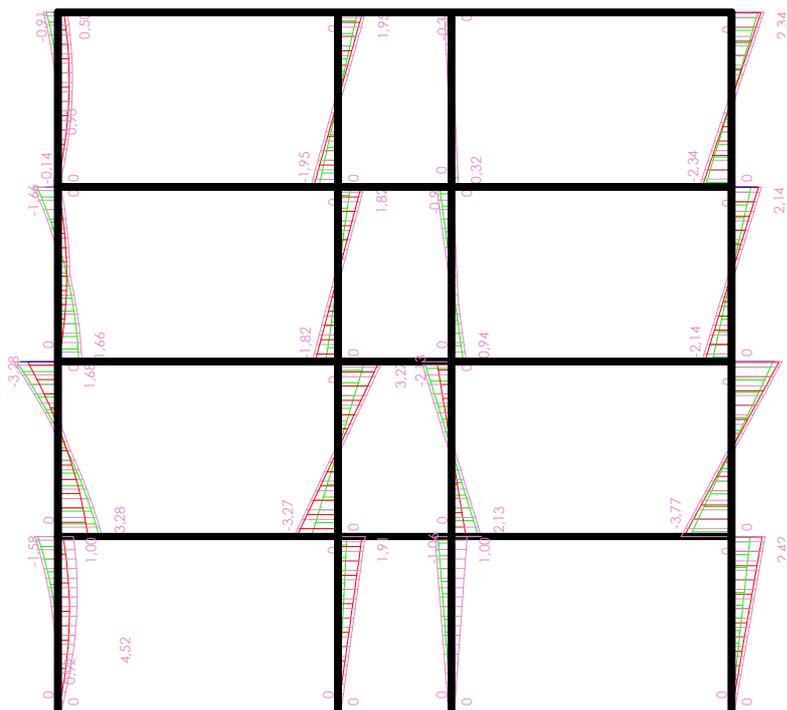


— : Sans vent

— : Avec vent

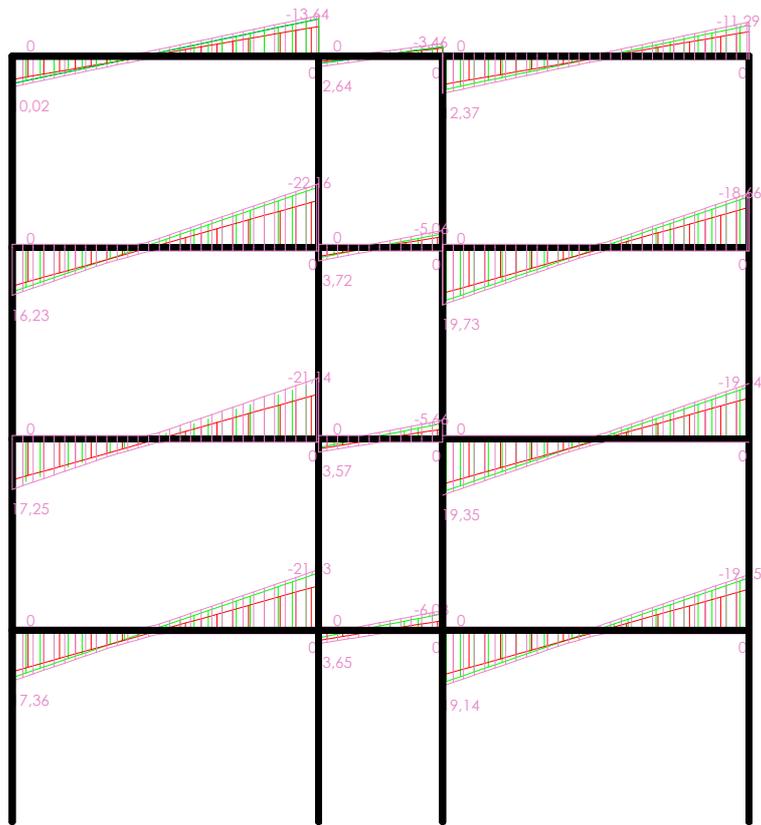
— : Courbe enveloppe

VII 3 Moment fléchissant poteau à l'ELU



- : Sans vent
- : Avec vent
- : Courbe enveloppe

VII 5 Effort tranchant poutre à l'ELU

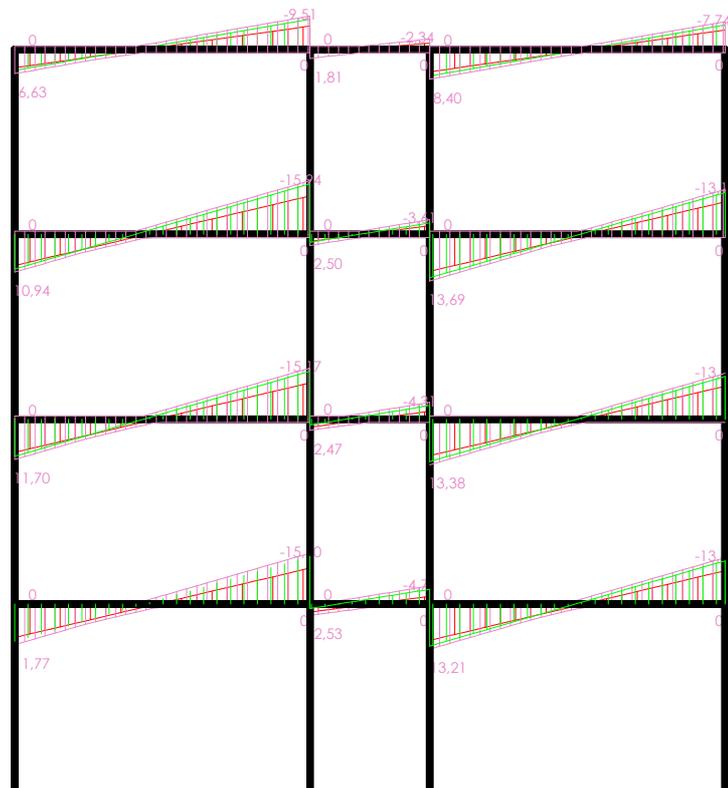


— : Sans vent

— : Avec vent

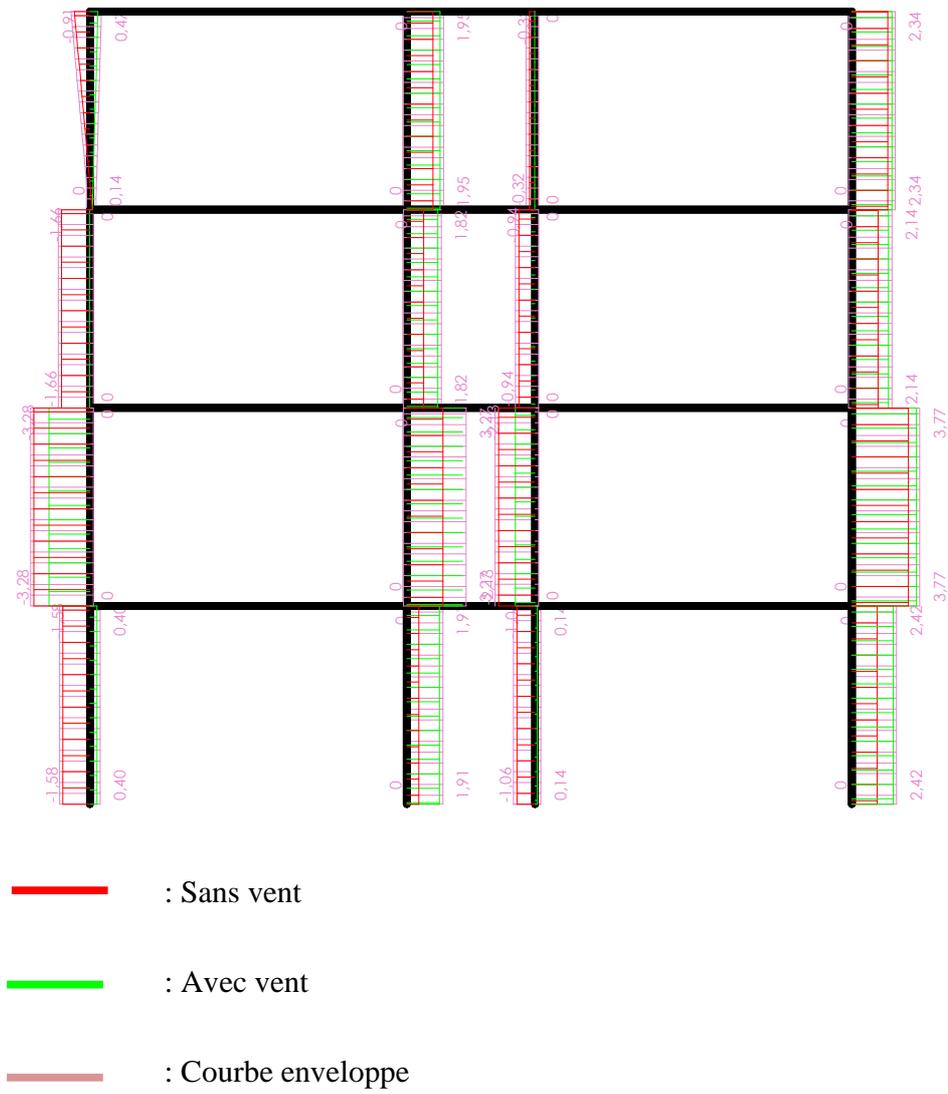
— : Courbe enveloppe

VII 6 Effort tranchant poutre à l'ELS

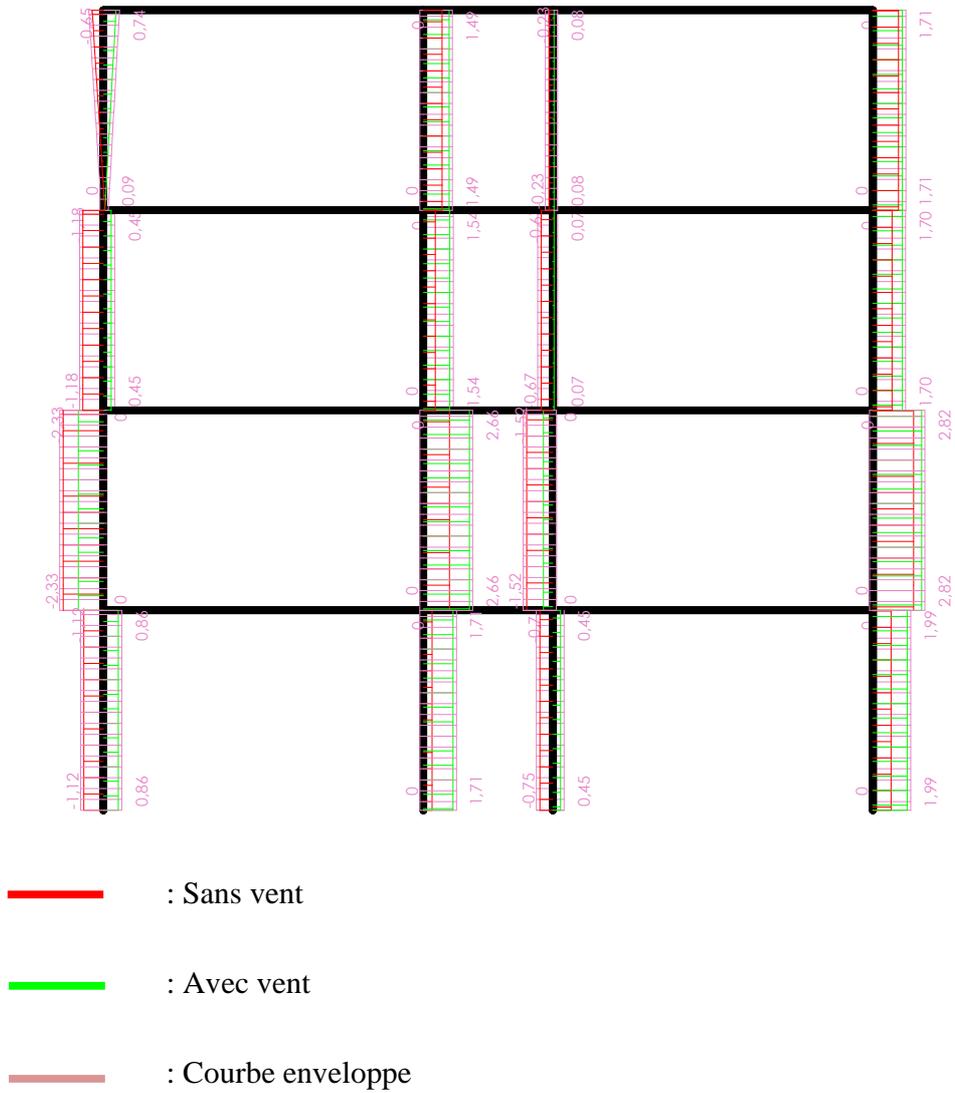


- : Sans vent
- : Avec vent
- : Courbe enveloppe

VII 7 Effort tranchant poteau à l'ELU



VII 8 Effort tranchant poteau à l'ELS



ANNEXE VIII : RELATIF AUX ELEMENTS DE SECOND ŒUVRE

VIII 1 valeur d'éclairement

VIII 2 classe photométrique

VIII 3 : tableau de facteur d'utilisation

VIII 1 Valeur d'éclairément :

<i>Locaux communs à toutes les catégories :</i>	Niveaux d'éclairément (lux)
Vestibules, corridors, dégagements, ascenseurs	70
Escalier	150
Vestiaires, toilettes et lavabos	100
<i>Habitations</i>	
Salles de bains	100
Chambres à coucher	50
Cuisines	200
Chambres d'enfants	200
Pièce commune, salle de séjour	200
Travail d'écolier à la maison	300

VIII 2- classes photométriques

A à E : luminaires directs intensifs

F à J : luminaires directs extensifs

K à N : luminaires semi indirects

O à S : mixtes

T : indirects

Type d'appareils	Rendement de référence	Indice du local	Facteurs d'utilisation						
			P* 70%			50%			
			M50%	30%	10%	50%	30%	10%	
REFLECTEURS									
Type		0.6	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.23	
INDUSTRIEL		0.8	0.38	0.34	0.32	0.365	0.33	0.31	
Eclairage direct		1	0.40	0.37	0.34	0.39	0.36	0.33	
Pour les	60%	1.25	0.45	0.41	0.38	0.44	0.40	0.37	
ARMATURES		1.5	0.48	0.45	0.42	0.47	0.44	0.42	
INFRANOR		2	0.52	0.49	0.47	0.50	0.48	0.46	
et		2.5	0.53	0.51	0.49	0.52	0.49	0.48	
REFLECTOLUX		3	0.54	0.52	0.50	0.53	0.50	0.49	
Voir		4	0.58	0.56	0.54	0.58	0.56	0.55	
MAZDASOL		5	0.60	0.59	0.58	0.59	0.58	0.58	
LUMINAIRE		0.6	0.28	0.27	0.25	0.27	0.26	0.24	
Type	57%	0.8	0.31	0.28	0.26	0.30	0.27	0.25	
ENCASTRE		1	0.34	0.30	0.29	0.34	0.31	0.28	
Eclairage direct		1.25	0.37	0.35	0.32	0.38	0.34	0.32	
		1.5	0.42	0.38	0.35	0.41	0.37	0.35	
		2	0.45	0.42	0.39	0.44	0.41	0.39	
	2.5	0.48	0.46	0.44	0.47	0.44	0.43		
	3	0.51	0.49	0.47	0.50	0.48	0.47		
	4	0.54	0.52	0.5	0.52	0.50	0.49		
	5	0.55	0.53	0.52	0.53	0.52	0.51		
LUMINAIRE		0.6	0.29	0.25	0.21	0.27	0.23	0.20	
40/60	77%	0.8	0.36	0.32	0.28	0.34	0.30	0.27	
Eclairage		1	0.41	0.36	0.33	0.38	0.33	0.30	
Direct indirect		1.25	0.45	0.41	0.37	0.42	0.38	0.35	
		1.5	0.49	0.45	0.41	0.45	0.41	0.38	
		2	0.54	0.51	0.47	0.50	0.46	0.44	
	2.5	0.57	0.54	0.50	0.52	0.48	0.47		
	3	0.59	0.56	0.52	0.53	0.50	0.49		
	4	0.63	0.60	0.58	0.56	0.54	0.53		
	5	0.65	0.63	0.61	0.58	0.57	0.55		
LUMINAIRES		0.6	0.24	0.18	0.16	0.21	0.17	0.15	
DIFFUSEURS	63%	0.8	0.285	0.235	0.20	0.265	0.22	0.19	
Eclairage		1	0.31	0.265	0.23	0.29	0.25	0.22	
Semi direct		1.25	0.34	0.29	0.25	0.30	0.27	0.24	
Montage LUSTRE		1.5	0.35	0.30	0.27	0.32	0.29	0.26	
Ou en		2	0.45	0.40	0.37	0.42	0.38	0.36	
APPLIQUE	2.5	0.47	0.45	0.40	0.44	0.41	0.38		
HORIZONTALE	3	0.49	0.46	0.41	0.45	0.42	0.39		
	4	0.52	0.49	0.46	0.48	0.45	0.43		
	5	0.53	0.51	0.49	0.49	0.47	0.45		

° P : Facteur de réflexion du plafond
M : Facteur de réflexion des murs

VIII 3 : tableau de facteur d'utilisation

Type d'appareils	Rendement de référence	Indice du local	Facteurs d'utilisation					
			P* 70%			50%		
			M50%	30%	10%	50%	30%	10%
LUMINAIRES DIFFUSEURS Eclairage Semi direct Montage PLAFONNIER	61%	0.6	0.25	0.21	0.17	0.24	0.20	0.16
		0.8	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.22
		1	0.35	0.30	0.26	0.33	0.29	0.25
		1.25	0.39	0.34	0.30	0.36	0.32	0.28
		1.5	0.40	0.36	0.32	0.38	0.34	0.31
		2	0.48	0.41	0.38	0.44	0.40	0.36
		2.5	0.50	0.44	0.42	0.46	0.43	0.40
		3	0.51	0.47	0.45	0.49	0.46	0.44
		4	0.55	0.52	0.50	0.53	0.51	0.49
5	0.57	0.55	0.52	0.55	0.52	0.51		
DIFFUSEURS ALBALITE Eclairage mixte	75%	<0.6	0.21	0.18	0.14	0.19	0.15	0.13
		0.8	0.26	0.22	0.19	0.25	0.21	0.18
		1	0.30	0.26	0.22	0.28	0.24	0.22
		1.25	0.34	0.30	0.26	0.31	0.27	0.25
		1.5	0.37	0.32	0.29	0.34	0.30	0.27
		2	0.42	0.37	0.33	0.37	0.34	0.30
		2.5	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.34
		3	0.48	0.43	0.39	0.42	0.38	0.37
		4	0.52	0.47	0.43	0.46	0.42	0.40
5	0.54	0.50	0.46	0.48	0.44	0.42		
MAZDASOL Et MAFD Eclairage direct	100%	<0.6	0.51	0.45	0.41	0.50	0.45	0.41
		0.8	0.61	0.56	0.52	0.60	0.55	0.51
		1	0.68	0.63	0.59	0.67	0.62	0.59
		1.25	0.75	0.70	0.66	0.73	0.69	0.66
		1.5	0.79	0.75	0.71	0.78	0.74	0.70
		2	0.85	0.80	0.77	0.83	0.80	0.77
		2.5	0.88	0.85	0.82	0.87	0.83	0.81
		3	0.90	0.87	0.85	0.89	0.86	0.84
		4	0.94	0.91	0.88	0.92	0.90	0.88
5	0.95	0.93	0.91	0.94	0.92	0.90		
LAMPE FLUORESCENTE à FLUX DIRIGE Eclairage direct	100%	<0.6	0.32	0.26	0.21	0.32	0.25	0.021
		0.8	0.42	0.34	0.29	0.41	0.34	0.27
		1	0.51	0.42	0.36	0.46	0.41	0.36
		1.25	0.57	0.49	0.43	0.54	0.47	0.42
		1.5	0.61	0.55	0.48	0.58	0.53	0.48
		2	0.69	0.63	0.57	0.66	0.59	0.55
		2.5	0.74	0.68	0.62	0.70	0.65	0.60
		3	0.78	0.71	0.67	0.74	0.68	0.64
		4	0.82	0.77	0.73	0.78	0.74	0.70
5	0.86	0.81	0.80	0.82	0.78	0.75		
ECLAIRAGE ARCHITECTURAL Comiches à LAMPES FLUORESCENTES Eclairage direct	L'emploi de lampes à réflecteurs TFD augmentera le facteur d'utilisation de 5 à 10%	<0.6	0.10	0.08	0.06	0.07	0.05	0.04
		0.8	0.14	0.11	0.09	0.09	0.07	0.06
		1	0.17	0.14	0.11	0.10	0.09	0.07
		1.25	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10
		1.5	0.23	0.20	0.18	0.15	0.13	0.11
		2	0.27	0.24	0.21	0.17	0.15	0.14
		2.5	0.33	0.28	0.26	0.20	0.19	0.17
		3	0.33	0.30	0.28	0.21	0.20	0.19
		4	0.34	0.32	0.30	0.22	0.21	0.20
5	0.37	0.36	0.34	0.24	0.23	0.23		

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LISTE DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

PARTIE I: ENVIRONNEMENT DU PROJET ET ETUDES ARCHITECTURALES 1

Chapitre I: Programme général :.....2

A - Objectif du centre de l'ISTS : 2

B - Andoharanofotsy– Mandrimena 3

Chapitre II: Implantation du projet 19

A - Le site..... 19

B - Aménagement général du site 20

Chapitre III: Etude Architecturale 23

A - GENERALITES 23

B - CONCEPTION ARCHITECTURALE 26

PARTIE II: ETUDES TECHNIQUES..... 37

Chapitre I: PREDIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE 38

A - Plancher..... 38

B - Poutre..... 39

C - Poteaux..... 40

Chapitre II: CALCUL DES ACTIONS 42

ANNEXE

A - Hypothèses	42
B - . Caractéristiques du bâtiment	42
Chapitre III: Descente des charges	53
A - But et principe :	53
B - Inventaire des charges.....	54
Chapitre IV: LA TOITURE	60
A - Caractéristique du matériau :	60
B - Calcul des pannes :	62
Chapitre V: ETUDE DE PORTIQUE - CALCUL DE STRUCTURE	66
A - Méthode de Cross :	67
Chapitre VI: Etude de la superstructure	72
A - Notion de la règle de béton armé aux états limites	72
Chapitre VII: ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE	102
Chapitre VIII: Les éléments de second œuvre	108
A - Adduction d'eau	108
B - Assainissement	111
C - Electricité.....	115
PARTIE III: ETUDES FINANCIERES.....	122
Chapitre I: Evaluation financière du projet	123
A - Devis descriptif	123
B - Coefficient du déboursé K	142
C - Sous détails des prix	143
D - Bordereau Détail Estimatif	148

Chapitre II: Etude de rentabilité	157
A - Notion générale :.....	157
B - Le capital initialement investi.....	157
C - Les charges annuelles.....	159
D - Cash flow	159
E - Actualisation.....	159
F - La valeur actuelle nette	159
G - Le taux de rentabilité interne	160
H - Délai de récupération du capital investi.....	160

Nom : RAJAONA
Prénom : Natacha
Adresse : Lot IIIAB 49 Ter A Andrononobe
E-mail : rajaonanatacha@yahoo .fr
Tel : 0331127960
Nombre de page : 166
Nombre de tableaux : 90
Nombre de figures : 15



Titre du mémoire : PROJET DE CONSTRUCTION DU COMPLEXE
DE L'INSTITUT SUPERIEUR DE TRAVAIL SOCIAL SIS A
MANDRIMENA ANDOHARANOFOTSY

Résumé :

Le présent mémoire se portera sur le projet de construction du complexe de l'Institut Supérieur de Travail Social. C'est un complexe composé de 6 Bâtiments et d'un grand Amphithéâtre.

La présentation de ce projet nous a permis d'avoir un petit aperçu sur la construction surtout pour le bâtiment N°1. Pour le calcul de sa structure, on a utilisé la méthode de Cross, ainsi que celle de Caquot et l'étude financière nous a permis d'évaluer à peu près le cout du projet.

Abstract :

This memoir is about the construction of ISTS 'Complex which is composed by 6 Buildings and 1 Amphitheater. This memoir allowed us to have a view about the construction on the whole, mainly the Building number 1. For the structural analysis, we used "CROSS method" and "CAQUOT method" and the financial analysis allowed us to evaluate more or less the coast of the Complex.

Mots-clés : complexe, architecture, béton armé, ludothèque

Encadreur : Monsieur A. RAZAFINJATO Victor