

## **SOMMAIRE**

**REMERCIEMENTS**

**NOMENCLATURE**

**LISTE DES FIGURES**

**LISTE DES TABLEAUX**

**INTRODUCTION**

**PARTIE I : ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE.....13**

    CHAPITRE I: Présentation generale ..... 10

    CHAPITRE II: Environnement du projet ..... 13

    CHAPITRE III: Etude architecturale ..... 15

**PARTIE II :ETUDES TECHNIQUES.....23**

    CHAPITRE I: Predimensionnement..... 23

    CHAPITRE II: Descente des charges ..... 29

    CHAPITRE III: Etude de l'infrastructure ..... 44

    CHAPITRE IV: Etude de la superstructure ..... 50

**PARTIE III : TECHNOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE ET EVALUATION FINANCIERE ... 68**

    CHAPITRE I: Provenance, qualite et preparation des materiaux ..... 75

    CHAPITRE II: Technologie de mise en œuvre ..... 84

    CHAPITRE III: Evaluation du cout du projet..... 107

**CONCLUSION**

**BIBLIOGRAPHIE**

**ANNEXES**

**TABLES DES MATIERES**

## REMMERCIEMENT

*De prime abord, je rends grâce à l'Éternel, le Dieu du ciel qui m'a permis de terminer la rédaction de ce mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Technicien Supérieur en Bâtiments et Travaux Publics.*

*Ensuite, 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 :*

*Professeur ANDRIANARY Philippe, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui n'a pas ménagé son temps pour promouvoir l'image de cette prestigieuse école d'ingénieur,*

*Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina, Chef de Département Bâtiment et Travaux Publics de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, malgré ses lourdes responsabilités, n'a pas cessé de nous prodiguer des conseils visant à nous garantir une carrière professionnelle honorable,*

*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 de juger ce mémoire ainsi que d'apporter des remarques et des suggestions visant à son amélioration.*

*Et enfin toute ma famille et tous mes amis du Département Bâtiment et Travaux Publics de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Qu'ils trouvent tous ici les respectueux témoignages de ma profonde gratitude.*

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Surfaces des locaux .....	16
Tableau 2:	Nombre de personnes dans les appartements.....	18
Tableau 3:	Comparaison des variantes selon les critères d'évaluation .....	21
Tableau 4:	Choix multicritères.....	22
Tableau 5:	Épaisseur de la dalle.....	25
Tableau 6:	Prédimensionnement des poutres du rez-de chaussée .....	25
Tableau 7:	Prédimensionnement des poutres du premier étage .....	26
Tableau 8:	Prédimensionnement des poutres du deuxième étage.....	26
Tableau 9:	Prédimensionnement des poutres du troisième étage .....	26
Tableau 10:	Prédimensionnement des poutres du quatrième étage .....	26
Tableau 11:	Valeurs des sections pour les poteaux centraux P2 et P3 .....	28
Tableau 12:	Poids des matériaux et éléments de construction constituant le Bâtiment.....	31
Tableau 13:	Surcharges d'exploitation pour chaque pièce .....	32
Tableau 14:	Charges permanentes pour poteau P2 .....	35
Tableau 15:	Tableau récapitulatif des charges permanentes (daN) .....	36
Tableau 16:	Tableau récapitulatif des surcharges d'exploitations (daN).....	37
Tableau 17:	Centre de gravité G pour chaque niveau .....	40
Tableau 18:	Moment d'inertie pour chaque étage .....	40
Tableau 19:	Tableau donnant les charges horizontales.....	41
Tableau 20:	Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P <sub>1</sub> .....	42
Tableau 21:	Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P <sub>2</sub> .....	42
Tableau 22:	Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P <sub>3</sub> .....	43
Tableau 23:	Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P <sub>4</sub> .....	43
Tableau 24:	Etat limite de calcul à retenir .....	50
Tableau 25:	Valeurs de sollicitation du poteau pour chaque niveau .....	55
Tableau 26:	Récapitulation des armatures du poteau P2 .....	57
Tableau 27:	Largeur de la poutre pour chaque portique .....	59
Tableau 28:	Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n1 .....	60
Tableau 29:	Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n3 .....	60
Tableau 30:	Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n5 .....	60

Tableau 31:	Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n7 .....	61
Tableau 32:	Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n9 .....	61
Tableau 33:	Armatures pour chaque appui .....	66
Tableau 34:	Armatures pour chaque travée .....	69
Tableau 35:	Vérification du cisaillement du béton .....	71
Tableau 36:	Dimension des armatures transversales .....	72
Tableau 37:	Répartition des armatures d'âme de la poutre UV .....	73
Tableau 38:	Composition du béton.....	88
Tableau 39:	Résistance du béton.....	89
Tableau 40:	Dosage des mortiers .....	93
Tableau 41:	Sous details de prix pour la fouille en rigole .....	117
Tableau 42:	Sous détails de prix du remblai pour comblement de fouille.....	118
Tableau 43:	Sous détails de prix du béton de propreté dosé à 150 kg/m3.....	118
Tableau 44:	Sous détails de prix du béton dosé à 350 kg/m3 .....	119
Tableau 45:	Sous détails de prix du coffrage en bois ordinaire .....	120
Tableau 46:	Sous détails de prix de la maçonnerie de brique d'épaisseur 22.....	121

## **LISTE DES DES FIGURES**

Figure 1 : Organisation de la FJKM .....	12
Figure 2 : Lieu d'implantation du projet .....	14
Figure 3 : Schéma de calcul vu en coupe .....	30
Figure 4 : Distance de centre de gravité G pour chaque niveau .....	39
Figure 5 : Semelle isolée .....	47
Figure 6 : Coupe transversale de la semelle $S_2$ .....	49
Figure 7 : Coupe transversale de la semelle $S_3$ .....	49
Figure 8 : Armature poteau.....	58
Figure 9 : Modélisation des forces appliquées sur le bâtiment.....	49
Figure 10 : Moment fléchissant .....	64
Figure 11 : Armature de la poutre aux appuis UV .....	66
Figure 12 : Armature de la poutre à la travée UV .....	69
Figure 13 : Règle de disposition des armatures UV .....	70
Figure 14 : Effort tranchant .....	71
Figure 15 : Armature de la poutre UV.....	74

# **LISTES DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS**

## **ABREVIATIONS**

DNE: Direction Nationale des Ecoles

ELU : Etat Limite Ultime

ELS : Etat Limite de Service

ESPA: Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo

FIFA: Fltantanana ny FAnanana

FIFAFI : Fllankevitra momba ny FAndaminana Flangonana

FIFAMPI: Fllankevitra momba ny FAndaminana MPItandrina

FITAFI: Flkambanana TAhiry Fltsinjo

FPMP: Fari-PiadidiaM-pampianarana

IFRP : Institut de Formation et des Recherches Pédagogiques

RDC : Rez- de-chaussée

SSA: Sampana, Sampan'asa, Asa

TPM: Toeram-Panomanana Mpitandrina

## **NOTATIONS EN MINUSCULES ROMAINES**

c: coefficient de pression

d : Distance des aciers à la fibre de béton la plus comprimée

$d_n$ : le bras de levier de la charge  $F_n$  par rapport au centre de gravité G

$f_e$ : limite d'élasticité de l'acier

$f_{ed}$ : résistance de calcul des aciers à l'E.L.U

$f_{t28}$ : résistance conventionnelle à la traction du béton à 28 jours d'âge

$f_{tj}$ : résistance conventionnelle à la traction du béton à j jours d'âge

$f_{c28}$ : Résistance caractéristique du béton à 28 jours d'âge

$f_{bu}$ : Résistance de calcul du béton en compression à l'E.L.U

h : hauteur de section

$h_0$ : hauteur d'une table de compression

i : rayon de giration

I : moment d'inertie

$l_a$ : longueur d'ancrage

$l_d$ : longueur de scellement droit

- $l_f$ : longueur de flambement  
 $l_o$ : longueur libre du poteau  
 $l'_o$ : longueur fictive pour répartir les armatures d'âme  
 $n$ : nombre de niveau  
 $p$ : Action élémentaire unitaire exercée par le vent  
 $q$ : charge uniformément répartie (E.L.U ou E.L.S)  
 $q$ : charge moyenne supporté par un plancher d'étage comprise entre  $1\text{daN/m}^2$  et  $1,5\text{daN/m}^2$   
 $q_d$ : Pression dynamique de base corrigée  
 $q_{10}$ : Pression dynamique de base extrême  
 $s_t$ : espacement des cours d'armatures  
 $u$ : Périmètre de contour extérieur d'un poteau

#### NOTATIONS EN MAJUSCULES ROMAINES

- $A_u$ : section d'aciers pour l'état limite ultime  
 $B$ : section du poteau  
 $B_r$ : section réduite d'un poteau  
 $C_h$ : effet de hauteur  
 $C_m$ : effet de masque  
 $C_s$ : effet de site  
 $F_n$ : la charge verticale due au vent au poteau n  
 $I$ : moment d'inertie  
 $M_{lu}$ : moment fléchissant limite à l'E.L.U  
 $M_{ser}$ : moment fléchissant à l'E.L.S  
 $M_u$ : moment fléchissant à l'E.L.U  
 $N$ : effort normal supporté par le poteau  
 $N_{ser}$ : effort normal de service  
 $N_u$ : effort normal ultime  
 $P_u$ : charge concentrée appliquée à l'E.L.U  
 $Q$ : charge d'exploitation variable dans les bâtiments  
 $S$ : surface d'influence du poteau c'est-à-dire la plus grande surface d'impact d'un poteau sur un niveau  
 $V_u$ : effort tranchant à l'E.L.U
- $\alpha$ : coefficient réducteur fonction de l'élancement  
 $\beta$ : coefficient de flambement des poteaux  
 $\gamma_b$ : coefficient de sécurité pour le béton  
 $\gamma_s$ : coefficient partiel de sécurité pour les aciers  
 $\delta$ : Effet de dimension  
 $\theta$ : coefficient prenant en compte la durée d'application des charges  
 $\lambda$ : élancement géométrique  
 $\mu$ : coefficient de frottement acier/béton  
 $M_{bu}$ : moment fléchissant agissant réduit à l'E.L.U  
 $\bar{\sigma}_{bc}$ : contrainte admissible du béton comprimé à l'E.L.S

$\sigma_s$ :	contrainte de traction de l'acier
$\sigma_{sol}$	contrainte admissible du sol
$\tau_{lim}$ :	contrainte tangente limite
$\tau_u$ :	contrainte tangente conventionnelle

### **NOTATIONS EN MINUSCULES GRECQUES**

### **SYMBOLES SPECIAUX**

$\Phi$ :	diamètre d'une barre d'acier
$\Phi_l$ :	diamètre d'une barre d'acier longitudinal
$\Phi_t$ :	diamètre d'une barre d'acier transversal
$\Sigma$ :	Sommation

## INTRODUCTION

Madagascar est considéré comme pays en voie de développement. Le Génie Civil est l'une des filières en plein essor, en particulier celui du Bâtiment et Travaux publics. Les pratiquants de ce domaine ne cessent d'augmenter.

Nous pensons que l'étude complétée par l'expérience est vraiment nécessaire pour mener à terme la conception et la construction d'un bâtiment.

Un bâtiment est un abri, un lieu de travail ; il représente le niveau de vie, son architecture exprime le talent de conception, et sa longue durée de vie reflète les bonnes études techniques y afférentes.

Ainsi, notre travail aura pour thème « contribution à l'étude d'un immeuble à usage multiple R+4 sis à Ambatomena, commune urbaine d'Antananarivo ».

Pour ce faire, nous avons utilisé nos connaissances, le fruit de ce que nous ont été enseigné durant ces trois années d'étude passées à l'ESPA et les expériences acquises pendant les divers stages au cours de notre formation.

Pour cela, nous allons entamer notre travail en première partie par un aperçu général de notre projet. Ensuite, nous aborderons en seconde partie l'étude technique. Nous verrons en troisième partie la technologie de mise en œuvre du projet. Et on terminera par l'évaluation financière

# PARTIE I : ETUDE SOCIO- ECONOMIQUE

## CHAPITRE I: PRÉSENTATION GÉNÉRALE

### I. Historique

#### 1. La FJKM

L'église FJKM ou « Fiagonan'i Jesoa Kristy eto Madagasikara » est l'une des églises existantes dans notre pays.

Elle a été menée dans l'île par le missionnaire de « London Missionary Society » ou LMS, David JONES et Thomas BEVAN vers 1918 dans la partie Est de Madagascar.

D'autres associations évangéliques qui sont la FFMA ou « Friends' Foreign Mission Association » et la MPF ou « Mission Protestante Française » se sont installées à Antananarivo qui se consacrent surtout sur les activités sociaux tout en évangélisant les habitants de la région (construction des églises, des habitations, des écoles et des hôpitaux).

La LMS c'est renommée en FKM en 1953, la FFMA en FFM en 1958.

En 1968, les trois associations se fusionnent et créent une seule entité d'où la naissance officielle de l'église FJKM.

#### 2. Structure générale de la FJKM

La FJKM a comme structure de pouvoir appelée « Presbytérian synodal ». Ceux qui parmi les protestants, gouvernent leur église par des ministres et des anciens, et n'ont pas d'évêques.

Pour devenir Pasteur, on doit suivre des études théologiques, soit aux collèges théologiques de Fianarantsoa, Mandritsara et Ivato en vue de l'obtention d'un diplôme de Baccalauréat en théologie, soit à la faculté théologique d'Ambatonakanga pour obtenir un diplôme de maîtrise en théologie, soit à l'Université Ravelojaona pour avoir un diplôme de Masters II en théologie.

La FJKM compte actuellement, dans le pays, trois millions d'adeptes environ répartissant dans vingt synodes.

Son siège social se trouve actuellement à Analakely Antananarivo 101 lot II B 18.

## **II. Structure hiérarchique de la FJKM**

La structure hiérarchique de la FJKM se présente comme-suit :

- ❖ Les principaux membres de bureau :
  - Président ;
  - Vice-président ;
  - Trésorier.
- ❖ Les membres de bureau actifs :
  - Secrétaire générale ;
  - Secrétaire ;
  - Responsable de département des églises.
- ❖ Les responsables et directeurs de chaque département

## **III. Structure intérieure national de la FJKM**

Cette structure sera montrée à l'aide de l'organigramme ci-dessous :

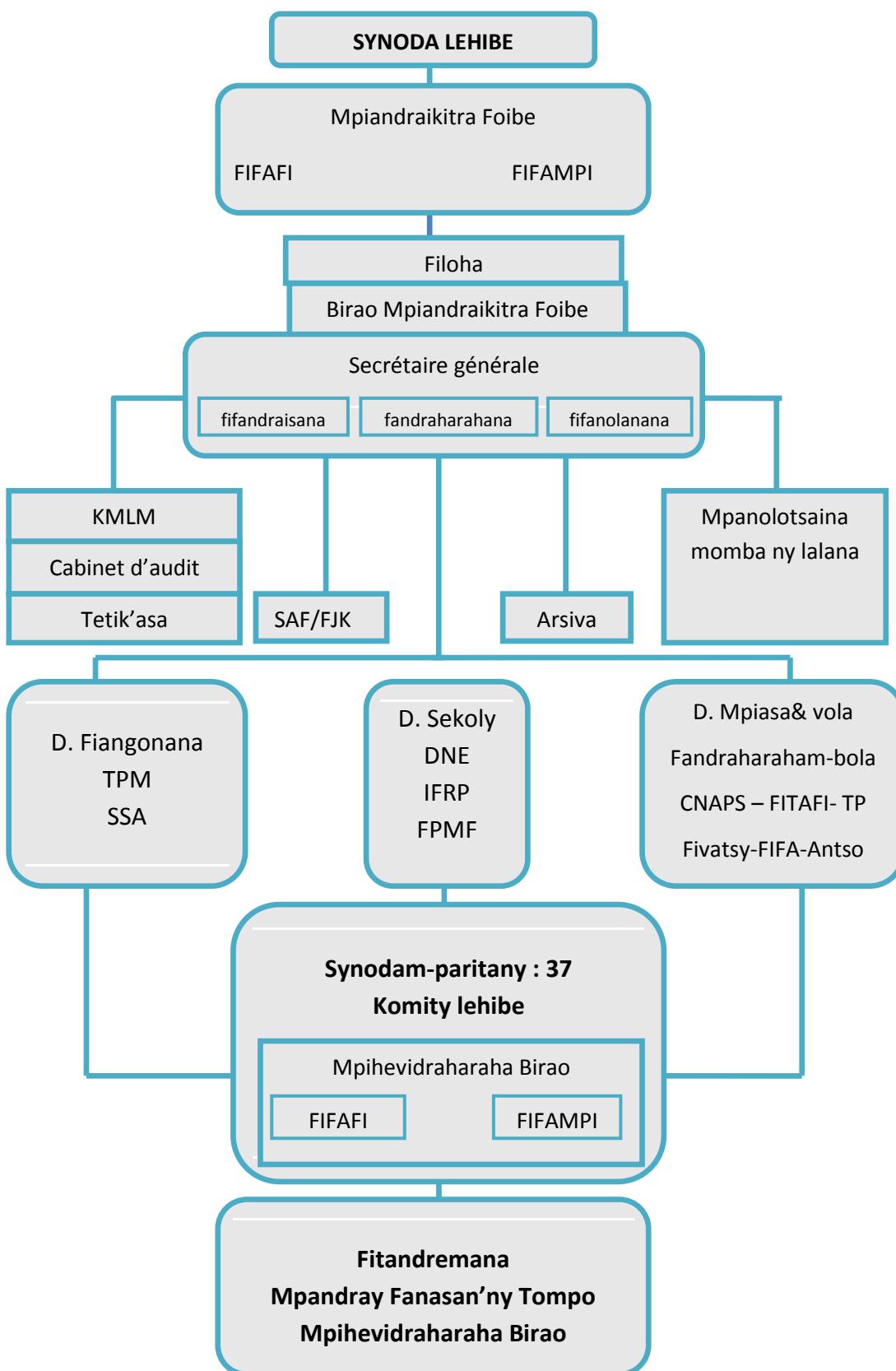


Figure 1 : Organisation de la FJKM

## CHAPITRE II: ENVIRONNEMENT DU PROJET

Dans ce chapitre nous allons donner une description sommaire du projet, des entités qui participent à son élaboration, de son promoteur et de sa mission. Ensuite nous parlerons de l'idée qui sous-entend le projet et de l'objectif que le promoteur cherche à atteindre.

### I. Le projet

L'ensemble du projet est constitué par la construction d'un bâtiment pour Centre de Formation Professionnelle et de Réinsertion Sociale, de forme rectangulaire construit en cinq niveaux comprenant un rez-de-chaussée et quatre étages occupant une surface de sol de 207,36 m<sup>2</sup> environ.

Dans le cadre de ce projet qui fait l'objet de ce mémoire de fin d'étude, cela nous amène à déterminer les procédés de construction du bâtiment, à effectuer les calculs de structure et enfin faire l'évaluation financière du projet.

### II. Le promoteur

Le promoteur de ce projet est l'église FJKM Ambatomena qui a été créée en 1857. A l'occasion de son 150<sup>ème</sup> anniversaire, l'église projette de construire un immeuble pour un « Centre Chrétien de Formation professionnelle et de Réinsertion Sociale ».

Le financement du projet est assuré seulement par le fond propre de l'église par les différentes activités des chrétiens membres.

### III. Site du Projet

Le site de construction se trouve à Ambatomena, dans la commune urbaine d'Antananarivo, plus précisément situé en face de l'embassade de France.

On implante l'immeuble auprès de l'église pour faciliter le déplacement tout en maintenant la communication entre les adeptes et dirigeants.

Notons que le chantier ne présente aucun problème au niveau du transport des matériaux.

#### IV. Plan de situation et milieu environnant

**Notons le site du projet est une ancienne habitation du pasteur**



**Figure 2 : Lieu d'implantation du projet**

#### V. Objectif du Projet

L'idée de ce projet est née en vue de l'insuffisance des espaces dans l'immeuble de l'église pour :

- ◆ permettre une réunion aux différents départements ;
- ◆ bien conserver les documents de l'église ;
- ◆ assurer un espace d'habitation pour le pasteur.

L'objectif visé est également de fournir un espace de travail et de formation décent aux membres de l'église et de procurer le maximum de formation soit pédagogiquement soit spirituellement.

## CHAPITRE III: ETUDE ARCHITECTURALE

### I. Présentation du projet

Du point de vue architecture, en outre l'architecture de notre bâtiment, toutes les constructions voisines sont des constructions anciennes, c'est à cause de cela que nous avons choisi une telle construction disons moderne, c'est à dire il y a très peu de constructions modernes.

Le bâtiment à construire est un « **Centre Chrétien de Formation professionnelle et de Réinsertion Sociale** », d'où le nom de « **AKANY de l'église FJKM AMBATOMENA** », occupant environ 200 m<sup>2</sup> de surface du sol et est construit à 5 niveaux comprenant un rez- de- chaussée et 4 étages et de forme rectangulaire.

#### 1. Description de l'immeuble

Les dimensions des locaux dans notre bâtiment sont données dans le tableau suivant :

Niveau	Désignation	Superficie (m <sup>2</sup> )
RDC	Une espace libre pour accès dans la RDC (terrasse)	66,4
	Une cage d'escalier	17,96
	Une toilette pour femme	18,74
	Une toilette pour homme	15,45
	Une cuisine	29,87
	Une salle de réunion	39,61
	Une salle de stockage	4,54
	Avec une hauteur sous plafond de 2,81m	
1 <sup>ère</sup> étage	Un balcon	22,72
	Une grande salle	174,74
	Une cage d'escalier	15,66
	Avec une hauteur sous plafond de 2,81m	

# Mémoire de fin d'étude

Niveau	Désignation	Superficie (m <sup>2</sup> )
2 <sup>ème</sup> étage	Une bibliothèque	39,78
	2 toilettes pour homme et femme	2,46
	2 bureaux	2,54
	Un couloir	19,44
	Un dispensaire	19,53
	Une salle de réception	9,91
	Une salle de réunion	34,10
	Un balcon	22,72
	Une cage d'escalier	8,22
	Avec une hauteur sous plafond de 2,81m	
3 <sup>ème</sup> étage	Une salle de séjour	18,88
	Une cuisine	12,54
	Une toilette	9,30
	Une chambre individuelle n°1	16,17
	Une chambre individuelle n°2	20,49
	Une chambre individuelle n°3	20,34
	Un bureau	12,54
	Une salle de réunion	33,97
	Un couloir	12,15
	Une cage d'escalier	7,63
	Un balcon	22,72
	Avec une hauteur sous plafond de 2,81m	
4 <sup>ème</sup> étage	Une terrasse	133,33
	Une salle de réunion	25,73
	2 chambres individuelles	9,76
	Une toilette	5,41
	Une cage d'escalier	8,22
	Avec une hauteur sous plafond de 2,81m	

**Tableau 1:** *Surfaces des locaux*

## 2. Emplacement des pièces

La façade principale est face à l'église FJKM Ambatomena pour faciliter la circulation entre les deux bâtiments. les salles de réunion et les bureaux se sont placées près de l'escalier c'est-à-dire du côté Est du bâtiment alors que les chambres individuelles et les locaux pour habitations se sont exposés au Sud-Est pour qu'ils reçoivent le soleil pendant le matin, plus d'un éclairage naturel et d'aération, avec une chaleur tempérée le soir.

En ce qui concerne le paysage, la recherche d'une vue panoramique nous emmène à envisager l'emplacement des balcons et du terrasse au dernier étage.

## 3. Aménagement intérieur des pièces

Pour chaque étage, nous prévoyons l'aménagement d'une toilette près de toutes les salles communes et d'une cuisine pour les locaux d'habitants.

La largeur de couloir est prise à 1,26 m pour les deux étages supérieurs .mais pour les deux autres étages, on n'a pas aménagé de couloir mais un accès directement près de l'escalier ou un accès en passant dans le balcon.

On a pris comme largeur de l'emmarchement de l'escalier 1,24 m parce qu'il s'agit d'un bâtiment à usage collectif.

Pour des raisons d'hygiène, chaque étage est équipé de WC et leur installation se trouvant dans la zone près des salles fréquemment utilisées et les salles communes.

Les WC ainsi que les salles d'eau sont placés sur les mêmes positions verticales au niveau de chaque étage pour faciliter la pose des tuyauteries et l'évacuation des eaux usées et des eaux vannes.

Puisqu'il s'agit d'un bâtiment à usage collectif, on a prévu toutes les portes de nos pièces à double vantaux de 0,80 m de largeur chacune pour les salles communes et à simple vantaux pour les autres. Toutes les portes s'ouvrent vers l'intérieur afin d'éviter le gêne de circulation et la perte de place sauf celles destinées à accéder vers les balcons.

Nous allons déterminer dans le tableau ci-dessous les volumes des chambres et les nombres de personnes pouvant les occuper :

# Mémoire de fin d'étude

Niveau	Chambre concernée	Surface (m <sup>2</sup> )	Hauteur (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Nombre de personnes occupant la chambre	
RDC	Salle de réunion	39,61	2,81	111,30	25	
	Total					
1 <sup>ère</sup> étage	Grande salle	174,74	2,81	491,01	50	
	Total					
2 <sup>ème</sup> étage	Salle de réunion	34,10	2,81	95,82	25	
	dispensaire	19,53	2,81	54,88	10	
	Bureau 1	2,54	2,81	7,14	3	
	Bureau 2	2,54	2,81	7,14	3	
	Bibliothèque	39,78	2,81	111,78	10	
	Total					
3 <sup>ème</sup> étage	Salle de réunion	33,97	2,81	95,46	25	
	Chambre 1	16,17	2,81	45,44	2	
	Chambre 2	20,49	2,81	57,58	2	
	Chambre 3	20,34	2,81	57,16	2	
	Bureau	12,54	2,81	35,23	3	
	Séjour	18,88	2,81	53,05	6	
	Total					
4 <sup>ème</sup> étage	Salle de réunion	25,73	2,81	72,30	10	
	Chambre 1	9,76	2,81	27,42	1	
	Chambre 2	9,73	2,81	27,34	1	
	Total					

**Tableau 2:** *Nombre de personnes dans les appartements*

### 4. Confort et sécurité du bâtiment

#### a. Confort des logements

Le bâtiment exige particulièrement de confort à ne pas négliger. Les salles doivent avoir :

- Un éclairage adéquat ;
- Une hygiène convenable ;
- Une chaleur agréable ;
- Une atmosphère calme.

#### ◆ Exigence d'éclairage convenable des pièces

D'une manière générale, pour assurer de façon convenable l'éclairage de chaque pièce, il faut prévoir que la surface totale des baies occupe 10% à 14% de la surface de celle-ci. Prenons l'exemple pour la grande salle du 1<sup>ère</sup> étage de surface 192,66 m<sup>2</sup> et de surface totale des baies de 27 m<sup>2</sup> qui représente le 14% de surface de la pièce alors l'éclairage est assurée convenablement. Toutes les pièces se trouvent à peu près dans la même situation d'éclairage d'autant plus que la façade principale comporte de larges baies.

Ainsi donc, nous pouvons en conclure que l'éclairage de toutes les pièces de l'immeuble est assuré de façon convenable.

#### ◆ Exigence acoustique

Le confort des habitations est conditionné également par l'isolation acoustique. L'excès de bruit, notamment les bruits par les trafics aériens et routiers, par les voix et les musiques, et les bruits d'équipement créés par la robinetterie et la canalisation sont la plupart du temps déplaisant et gênants et aussi un phénomène de perturbation pour les utilisateurs du bâtiment et les gens qui vivent dans ce bâtiment. Alors, pour éviter ce problème on a proposé des solutions pour les résoudre :

##### • **Pour l'isolation des bruits aériens**

Les locaux verticaux entre deux locaux doivent être imperméables à l'air c'est-à-dire être enduits pour les murs en maçonnerie.

- Pour l'isolation des bruits d'équipement :

Superposer et juxtaposer les pièces de même nature : chambre avec chambre (pièces calmes), pièces humides avec pièces humides (pièces bruyantes), l'équipement hydraulique devra être ancré sur des parois lourdes.

- ◆ Exigence thermique

L'exigence thermique nous emmène à utiliser des matériaux ayant une forte isolation thermique comme le mur en maçonnerie de brique et la dalle en béton armé. L'isolation thermique est très importante dans un bâtiment parce qu'il assure le bien-être c'est-à-dire il protège contre un excès ou manque de chaleur.

- ◆ Exigence d'hygiène

Il faut respecter les conditions d'hygiène pour chaque usage de pièce.

- b. Sécurité de l'immeuble vis-à-vis des incendies

Le premier moyen pour secourir à l'incendie c'est l'emploi des extincteurs et les robinets d'incendie armés (R.I.A), prévus à installer pour chaque niveau.

## **II. Présentation de variante**

La conception générale d'un ouvrage repose sur des facteurs d'ordre naturel, fonctionnel et architectural. Pour notre Projet, on a proposé deux variantes :

1- Un bâtiment R+4 de dimension 22,75 x 13,75 m;

2- Un bâtiment R+4 de dimension 20,30 x 10 m;

Du point de vue esthétique, il faut signaler que la variante choisie doit être compatible avec le paysage du site tout en respectant bien évidemment sa faisabilité économique et technique.

Il faut toujours tenir compte des impératifs concernés par la construction.

### **1. Les critères d'évaluation**

#### 1er critère : Coût

Le coût joue un rôle très important dans le choix de la variante à adopter.

**2ème critère** : La technicité des entreprises locales

La possibilité de réalisation d'un projet doit être bien analysée. Plusieurs sont les structures peu exploitées, à cause des entreprises spécialisées rarement vu dans le lieu. Or la technique d'exécution influe fortement sur le coût du projet, il faut ainsi choisir une structure adaptée aux offres techniques des entreprises locales.

**3ème critère** : Confort

La conception architecturale a pour objectif principal de satisfaire les souhaits de confort ainsi que les besoins des futurs occupants. L'aménagement de la clinique prend en considération la technologie moderne de communication, de confort et de sécurité.

**4ème critère** : Le mode de construction et le délai d'exécution

Il faut tenir compte de la disponibilité des matériaux, de l'état des lieux et de la possibilité d'emplacement des matériels adaptés au mode de construction (transport des matériaux, coffrages, bétonnage, etc.).

Le phasage de construction influe sur les dispositions constructives à respecter sur chantier. De ce mode de construction dépend le délai d'exécution. Il faut choisir un ouvrage qu'on peut réaliser en une courte durée, tout en respectant les règles de l'art.

**2. Comparaison des deux variantes selon les critères d'évaluation**

Type de structure	1	2	3	4
1- Un bâtiment R+4 de dimension 22,75 x 13,75	Très coûteux en raison de ses dimensions et des matériaux utilisés.	Petite et Moyenne Entreprise.	De part sa grandeur, il répond à tous les besoins de la clinique	24 mois
2- Un bâtiment R+4 de dimension 20,30 x 10 m.	Prix modéré selon le budget disponible du Maître de l'Ouvrage.	Petite et Moyenne Entreprise.	Qualité satisfaisante selon les normes de construction d'un immeuble à usage ...	12 mois

**Tableau 3: Comparaison des variantes selon les critères d'évaluation**

### 3. Choix multicritère

Nous allons noter chaque variante pour chaque critère en pondérant chacun de 1 à 4 selon l'importance. On calcule, ensuite, la somme de points accumulés par chaque solution et en déduire l'ouvrage le mieux adapté à notre projet.

Critères Variante	1	2	3	4	Total
1	1	2	3	1	7
2	4	2	3	4	13

**Tableau 4:** *Choix multicritères*

### 4. Interprétation

Notre choix a été porté sur le deuxième type de variante, c'est-à-dire le bâtiment R+4 de dimension 20,30 x 10 m en raison de sa facilité de mise en œuvre et surtout de son coût moindre.

## PARTIE II : ETUDES TECHNIQUES

## CHAPITRE I: PRÉDIMENSIONNEMENT

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

Marquons qu'il y a des cas où l'aspect architectural nous oblige à imposer à priori certaines dimensions.

En outre, il est préférable de donner à un type d'élément porteur les mêmes dimensions pour réduire le cout du montage et du démontage.

### I. Toiture-terrasse

Elle comprend des éléments suivants : un élément porteur, une forme de pente éventuelle, une isolation thermique avec ou sans pare-vapeur, un revêtement d'étanchéité, une protection de l'étanchéité.

L'élément porteur se présente sous forme d'une dalle monolithe en béton armé supportant entre les poutres et les murs façades et dont l'épaisseur est fonction de sa portée.

Prenons le panneau le plus large qui a pour dimensions :

- $l_x = 3,33 \text{ m}$
- $l_y = 4,33 \text{ m}$

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y}$$

Or  $\alpha = 0,78$ , alors le panneau de la dalle porte deux sens, l'épaisseur  $h_o$  est obtenue par la relation :

$$\frac{l_x}{30} \leq h_t \leq \frac{l_x}{20}$$

d'où  $0,11 \text{ m} \leq h_o \leq 0,17 \text{ m}$ , prenons la valeur de  $h_o = 0,14 \text{ m}$ .

## II. Plancher dalle

Il y a deux types de prédimensionnement d'un plancher :

- Plancher sur appui simple :

$$\frac{L}{30} \leq h_0 \leq \frac{L}{20}$$

- Plancher continu :

$$\frac{L}{35} \leq h_0 \leq \frac{L}{25}$$

Avec

$h_0$  : l'épaisseur du plancher

$L$  : la portée

Or

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

Avec

$l_x$  : la petite portée

$l_y$  : la grande portée

Considérons que  $\alpha = \frac{l_x}{l_y}$

Si

- $0,4 \leq \frac{l_x}{l_y} \leq 1$ , alors la dalle porte dans les deux sens ;
- $0,4 \geq \frac{l_x}{l_y}$ , alors la dalle porte selon la direction de  $l_x$ .

Dans notre cas, le plancher est continu,  $l_x$  varie de 2,70 m à 4,33 m.

Donc pour déterminer l'épaisseur de la dalle, on va récapituler dans le tableau suivant les valeurs de  $\alpha$ .

$I_x \text{ (m)}$	$I_y \text{ (m)}$	$\alpha$	$L \text{ (m)}$	$\frac{L}{25} \text{ (m)}$	$\frac{L}{35} \text{ (m)}$	observation
3,33	4,33	0,769	3,80	0,15	0,11	La dalle porte dans deux sens
3,32	4,33	0,767	2,77	0,11	0,08	La dalle porte dans deux sens
3,33	4,32	0,771	3,79	0,15	0,11	La dalle porte dans deux sens
3,32	4,32	0,769	3,79	0,15	0,11	La dalle porte dans deux sens
3,33	2,70	1	3	0,12	0,09	La dalle porte dans deux sens
3,32	2,70	1	3	0,12	0,09	La dalle porte dans deux sens

**Tableau 5: Épaisseur de la dalle**

Alors on va prendre comme épaisseur du plancher  $h_0 = 0,14 \text{ m}$  et nous allons choisir la dalle pleine.

### III. Poutre

Pour les poutres travaillant en flexion, sa hauteur est déterminée par la condition de rigidité ou non déformabilité des poutres isostatiques :

$$\frac{l}{15} \leq h \leq \frac{l}{10}$$

$l$  est la portée de la poutre et sa largeur «  $a$  » doit vérifier la règle de la bonne construction suivante :

$$0,3h \leq a \leq 0,7h$$

Afin d'obtenir une bonne conception de coffrages, nous fixons la valeur de «  $a$  » à 20 cm qui est égale à l'épaisseur du mur sans enduit.

Alors la valeur de  $h$  doit être :  $29 \text{ cm} \leq h \leq 67 \text{ cm}$ .

Poutre	$I(m)$	$I/15(cm)$	$I/10(cm)$	$h \text{ (cm)}$	$0,3h \text{ (cm)}$	$0,5h \text{ (cm)}$	$a \text{ (cm)}$
Longitudinale	4,33	29	43	40	12	20	20
Transversale	3,33	22	33	35	11	18	20

**Tableau 6: Prédimensionnement des poutres du rez-de chaussée**

# Mémoire de fin d'étude

Poutre	I(m)	I/15(cm)	I/10(cm)	h (cm)	0,3h (cm)	0,5h (cm)	a (cm)
Longitudinale	4,33	29	43	40	12	20	20
Principale	6,66	44	68	50	15	25	20
Transversale	3,09	21	31	35	11	18	20

**Tableau 7:** Prédimensionnement des poutres du premier étage

Poutre	I(m)	I/15(cm)	I/10(cm)	h (cm)	0,3h (cm)	0,5h (cm)	a (cm)
Longitudinale	4,33	29	43	40	12	20	20
Principale	4,83	32	48	50	15	25	20
Transversale	3,33	22	33	35	11	18	20

**Tableau 8:** Prédimensionnement des poutres du deuxième étage

Poutre	I(m)	I/15(cm)	I/10(cm)	h (cm)	0,3h (cm)	0,5h (cm)	a (cm)
Longitudinale	4,33	29	43	40	12	20	20
Principale	4,83	32	48	50	15	25	20
Transversale	3,33	22	33	35	11	18	20

**Tableau 9:** Prédimensionnement des poutres du troisième étage

Poutre	I(m)	I/15(cm)	I/10(cm)	h (cm)	0,3h (cm)	0,5h (cm)	a (cm)
Longitudinale	4,33	29	43	40	12	20	20
Principale	6,66	44	67	50	15	25	20
Transversale	3,33	22	33	35	11	18	20

**Tableau 10:** Prédimensionnement des poutres du quatrième étage

#### **IV. Poteaux**

Les poteaux doivent remplir la condition de non flambement ci-dessous pour une section rectangulaire :

$$\frac{l_f}{a} \leq 14,4$$

Avec

$l_f$  : la longueur de flambement du poteau ;

Or le poteau est encastré à ses extrémités, alors  $l_f = 0,7l_0$  où  $l_0$  la longueur libre du poteau.

a : la plus petite dimension de la section du poteau

Pour prédimensionner le poteau, utilisons la formule suivante :

$$B \geq \frac{N}{0,9\bar{\sigma}_{bc}}$$

Avec

B = a x b : section du poteau ;

N = n x q x S : effort normal supporté par le poteau ;

n : nombre de niveau ;

q : charge moyenne supporté par un plancher d'étage comprise entre 1 daN/m<sup>2</sup> et 1,5 daN/m<sup>2</sup>; prenons q=1,25 daN/m<sup>2</sup>;

S : surface d'influence du poteau (la plus grande surface d'impact d'un poteau sur un niveau ;

0,9 : coefficient de sécurité ;

$\bar{\sigma}_{bc}$  : Contrainte admissible du béton prise égale à

$$\bar{\sigma}_{bc} = f_{bu} = \frac{0,85}{\theta\gamma_b} f_{c28}$$

Avec

# Mémoire de fin d'étude

$f_{c28}=25 \text{ MPa}$  : résistance à la compression du béton à 28 jours dosé à 350 kg de CEMII ;

$\gamma_b = 1,5$ : Coefficient de sécurité du béton (combinaison fondamentale)

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

On obtient après calcul,

$$\bar{\sigma}_{bo} = 14,17 \text{ MPa}$$

Etage	n	S (m <sup>2</sup> )	N (daN)	$\bar{\sigma}_{bc}$ (MPa)	B(m <sup>2</sup> )	I <sub>o</sub> (m)	I <sub>l</sub> (m)	a (m)	b=B/a (m)	Sections (m <sup>2</sup> )
4 <sup>ème</sup> étage	1	32,49	40,61	14,17	0,032	3	2,1	0,15	0,21	20x40
3 <sup>ème</sup> étage	2	12,6	31,5	14,17	0,025	3	2,1	0,15	0,17	20x40
2 <sup>ème</sup> étage	3	12,6	47,27	14,17	0,037	3	2,1	0,15	0,25	20X40
1 <sup>er</sup> étage	4	12,6	63	14,17	0,049	3	2,1	0,15	0,33	20x40
RDC	5	12,6	78,75	14,17	0,062	3	2,1	0,15	0,41	20x40

**Tableau 11:** Valeurs des sections pour les poteaux centraux P2 et P3

Mais on prend pour section des poteaux de rive 20 x 30 cm.

## CHAPITRE II: DESCENTE DES CHARGES

### I. But et principe de la descente de charge

La descente de charge nous permet 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.

Il s'agit de calculer les charges permanentes, les surcharges d'exploitations et les surcharges climatiques qui nous emmènent à dimensionner les poteaux ou les appuis et leurs fondations.

### II. Schéma de calcul

Premièrement, faisons l'inventaire et le calcul des charges et surcharges qui s'appliquent sur la superstructure pour chaque niveau, il est à considérer :

- Le poids propre du poteau ;
- La charge du plancher qu'elle supporte ;
- Le poids propre des poutres qui la chargent ;
- Le poids des murs, des couvertures et des autres éléments.

Deuxièmement, calculons la surface du plancher soutenu par chaque poteau.

Et dernièrement, faisons la somme des valeurs trouvées auparavant pour estimer les charges transmises aux fondations.

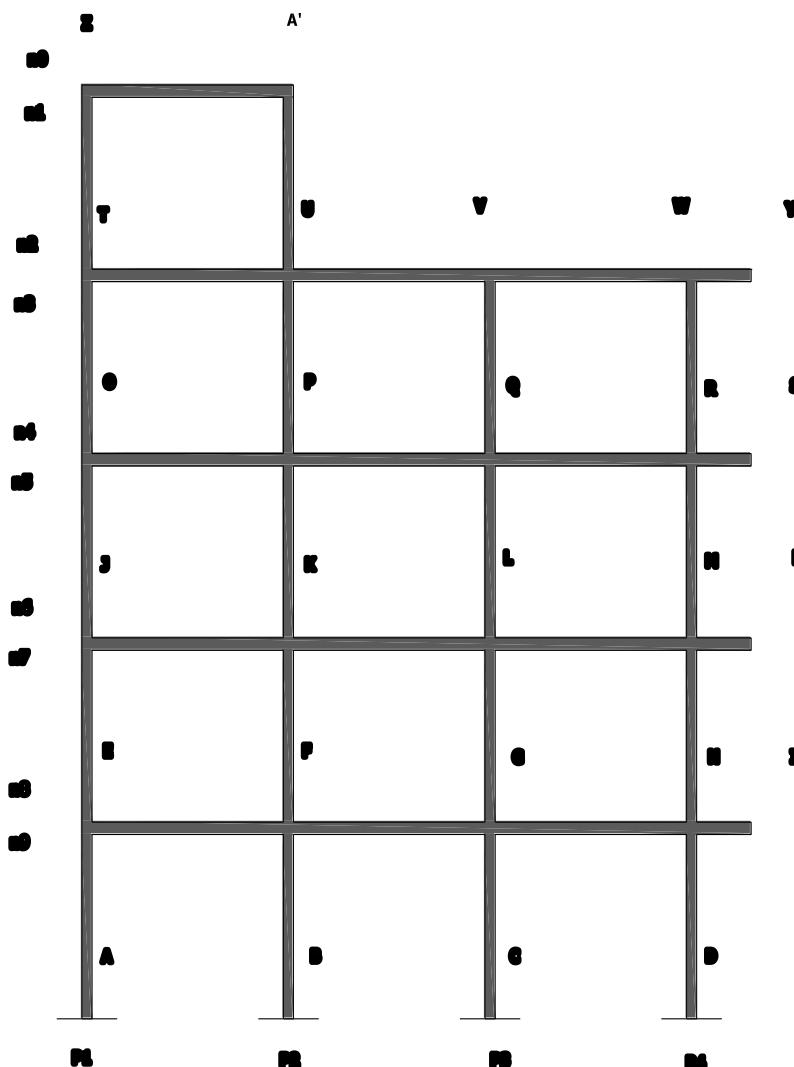


Figure 3 : Schéma de calcul vu en coupe

Avec

ni : le niveau numéro i

Pi : poteau numéro i de la file P

### III. Inventaire des charges

#### 1. Surcharges permanentes

Elles proviennent du poids volumiques des matériaux mis en œuvre, du poids au m<sup>2</sup> et au mètre linéaire des divers éléments.

Elément de structure	Désignations	Charges	Unités
<b>Toiture</b>	Dalle en BA d'épaisseur 14 cm (0,14x2500)	350	
	Etanchéité pour toiture terrasse	12	daN/m <sup>2</sup>
	Forme de pente en béton de gravillon d'épaisseur 5 cm	90	daN/m <sup>2</sup>
	Gravillon pour protection de l'étanchéité d'épaisseur 5 cm	85	daN/m <sup>2</sup> daN/m <sup>2</sup>
	<b>TOTAL</b>	537	
<b>Plancher en béton armé de type lourd</b>	Revêtement en carreau	33	daN/m <sup>2</sup>
	chape en mortier de ciment de 10 mm	20	daN/m <sup>2</sup>
	Dalle pleine de 0,14x 2500	350	daN/m <sup>2</sup>
	<b>TOTAL</b>	403	daN/m <sup>2</sup>
<b>Mur de remplissage (22 cm) et séparation (11 cm)</b>	Brique pleine	1800	daN/m <sup>2</sup>
<b>Poteau en béton armé</b>	Poteau intérieur et extérieur	2500	daN/m <sup>2</sup>
<b>Poutre en béton armé</b>	Poutre longitudinale et transversale	2500	daN/m <sup>2</sup>
<b>Escalier</b>	Paillasse d'épaisseur 12 cm	590	daN/m <sup>2</sup>
	Garde corps	15	daN/m <sup>2</sup>

**Tableau 12:** Poids des matériaux et éléments de construction constituant le Bâtiment

## 2. Surcharges d'exploitation

Elles englobent le poids des éléments de structure d'exploitation envisagée par les maîtres d'ouvrage pour l'ouvrage à construire. Lorsqu'une charge d'exploitation s'applique à une surface

S, les chances sont faibles de voir celle-ci recevoir la totalité de la charge, ce qui nous emmène le risque et nous oblige à prendre un coefficient de minoration pour les grandes surfaces et de majoration pour les petites surfaces.

Type des éléments de structure	désignations	charges	unités
Toiture	Terrasse inaccessible	100	daN/m <sup>2</sup>
	Terrasse accessible	500	daN/m <sup>2</sup>
logement	Salle de réunion	400	daN/m <sup>2</sup>
	Planchers pour chambres individuelles	250	daN/m <sup>2</sup>
	Bureau	250	daN/m <sup>2</sup>
	Bibliothèque	400	daN/m <sup>2</sup>
	Dispensaire	400	daN/m <sup>2</sup>
	Escalier et corridors	400	daN/m <sup>2</sup>
	Balcons	400	daN/m <sup>2</sup>

**Tableau 13: Surcharges d'exploitation pour chaque pièce**

### **3. Descente des charges verticales**

On obtient la descente de charges verticales par détermination du cheminement

Des efforts dans la structure, à partir de leur point d'application jusqu'aux fondations.

En général, les charges se répartissent en fonction des surfaces de planchers munies par chaque élément porteur (mur de refend, poutre, poteau, etc....).on appelle ces surfaces « surfaces d'influences ».

On peut adopter cette surface d'influence comme la charge que les éléments porteurs soutiennent dans les hypothèses suivantes :

- Charges uniformément reparties sur toute la surface susceptible d'être chargée ;
- Appui simple des poutres sur les poteaux, des poutrelles sur les poutres et les dalles sur les poutrelles et poutres ;

- Absence de continuité entre les travées successives des poutres, poutrelles et dalles.

Alors, on doit majorer les charges de :

- 10% pour les poteaux de rive dans le cas des bâtiments comportant au moins 3 travées ;
- 15% pour les poteaux courants de la file centrale d'un bâtiment à 2 travées.

#### a. Surcharges permanentes

Prenons l'exemple du poteau P2 qui est le plus chargé.

Niveaux	Désignations	L(m)	I(m)	H (m)	Charges unitaires (daN/m <sup>2</sup> ,daN/m <sup>3</sup> )	Poids Totals (daN)
n1	toiture-terrasse	4,33	3,33		537	7743
	chainage longitudinale	4,33	0,2	0,4	2500	866
	chainage transversale	1,67	0,2	0,35	2500	292
<b>total</b>						<b>8901</b>
n2	venant de n1					8901
	poteau	0,2	0,4	2,65	2500	530
	<b>total</b>					<b>9431</b>
n3	venant de n2					9431
	dalle en plancher	4,33	3,33		403	5811
	poutre longitudinale	4,33	0,2	0,4	2500	866
	poutre transversale	3,33	0,2	0,35	2500	583
	<b>total</b>					<b>16691</b>

# Mémoire de fin d'étude

Niveaux	Désignations	L(m)	I(m)	H (m)	Charges unitaires (daN/m <sup>2</sup> ,daN/m <sup>3</sup> )	Poids Totals (daN)
n4	venant de n3					16691
	poteau	0,2	0,4	2,65	2500	530
	<b>total</b>					<b>17221</b>
n5	venant de n4					17221
	dalle en plancher	4,33	3,33		403	5811
	poutre longitudinale	4,33	0,2	0,4	2500	866
	<b>total</b>					<b>24480</b>
Niveaux	Désignations	L(m)	I(m)	H (m)	Charges unitaires (daN/m <sup>2</sup> ,daN/m <sup>3</sup> )	Poids Totals
n6	venant de n5					24480
	poteau	0,2	0,4	2,65	2500	530
	<b>total</b>					<b>25010</b>
n7	venant de n6					25010
	dalle en plancher	4,33	3,33		403	5811
	poutre longitudinale	4,33	0,2	0,4	2500	866
	poutre transversale	3,33	0,2	0,35	2500	583
	<b>total</b>					<b>32270</b>
n8	venant de n7					32270
	poteau	0,2	0,4	2,65	2500	530
	<b>total</b>					<b>32800</b>

# Mémoire de fin d'étude

Niveaux	Désignations	L(m)	I(m)	H (m)	Charges unitaires (daN/m <sup>2</sup> ,daN/m <sup>3</sup> )	Poids Totals (daN)
n9	venant de n8					32800
	dalle en plancher	4,33	3,33		403	5811
	poutre longitudinale	4,33	0,2	0,4	2500	866
	poutre transversale	3,33	0,2	0,35	2500	583
	<b>total</b>					<b>40059</b>
n10	venant de n9					40059
	poteau	0,2	0,4	2,65	2500	530
	<b>total</b>					<b>40589</b>
n11	venant de n10					40589
	plancher	4,33	3,33		403	5811
	longrine longitudinale	4,33	0,2	0,4	2500	866
	longrine transversale	3,33	0,2	0,35	2500	583
	<b>total</b>					<b>47849</b>
	<b>TOTAL</b>					<b>47849</b>

**Tableau 14:** Charges permanentes pour poteau P2

Niveaux	poteau P1	poteau P2	poteau P3	poteau P4
n1	10235	8901	-	-
n2	10632	9431	-	-
n3	19240	16691	7251	11035
n4	19637	17221	7781	11433
n5	30012	24480	15040	24236
n6	30410	24633	15570	24633
n7	40793	32270	22830	37436
n8	41190	32800	23360	37833
n9	51574	40059	30620	50636
n10	51971	40589	31150	51033
n11	62355	47849	38409	63836

**Tableau 15: Tableau récapitulatif des charges permanentes (daN)**

**b. Surcharge d'exploitation**

Puisqu'il s'agit d'un bâtiment à usage d'habitation, les surcharges d'exploitation pour l'évaluation des charges correspondantes sur chaque poteau se calcul de façon suivante, en appliquant la loi de dégression :

- on prend la surcharge complète pour la toiture et le quatrième étage ;
- réduire de 10 % la surcharge sur le troisième étage ;
- réduire de 20 % la surcharge sur le deuxième étage ;
- réduire de 30 % la surcharge sur le premier étage.

Niveau	n1-n2	n3-n4	n5-n6	n7-n8	n9-n10
qi	500	325	435	395	355
	P1	P2	P3	P4	
surface	7	14	14	7	
n1-n2	3605	7210			
ajouter	2343	4687	4687	2343	
n3-n4	5948	11897	4687	2343	
ajouter	3136	6273	6273	3136	
n5-n6	9085	18169	10959	5480	
ajouter	2848	5696	5696	2848	
n7-n8	11933	23865	16655	8328	
ajouter	2560	5119	5119	2560	
n9-n10	14492	28984	21774	10887	

**Tableau 16:** Tableau récapitulatif des surcharges d'exploitations (daN)

#### 4. Descentes de charges dues aux vents

Les efforts horizontaux dus au vent vont surcharger les poteaux. En supposant que la direction du vent est horizontale, et que ce dernier va exercer une action sur une des faces d'un élément de paroi et est fixée comme normale à cet élément.

L'action élémentaire unitaire  $p$  exercée par le vent sur une des faces d'un élément de paroi est donnée par la relation :  $p = c \times q_d$

Cette action est fonction de

- la vitesse du vent ;
- type de construction et de ses proportions d'ensemble ;

- l'emplacement de l'élément considéré dans la construction et de son orientation par rapport au vent ;
- dimensions de l'élément considéré ;
- la forme de la paroi à laquelle appartient l'élément considéré.

Avec

$$q_d = q_{10} \times C_h \times C_s \times C_m \times \delta$$

$p$  : action élémentaire unitaire exercée par le vent

$c$  : coefficient de pression

$q_d$  : pression dynamique de base corrigée

$q_{10}$  : pression dynamique de base à 10 m de hauteur

$C_h$  : effet de hauteur

$C_s$  : effet de site

$C_m$  : effet de masque

$\delta$  : Effet de dimension

En prenons comme application numérique, on a :

- $c = 1$
- on a un vent normal alors,  $q_{10} = 87,5 \text{ daN/m}^2$
- $C_h = \frac{q_h}{q_{10}} = 2,5 \times \frac{H+18}{H+60}$

D'où  $H = 1,12$

- $C_s = 1$  car on a un site normale
- $C_m = 1$ , on a une construction non masquée
- $\delta = 0,71$

- Après calcul la valeur de  $q_d$  est égale à  $69,58 \text{ daN/m}^2$

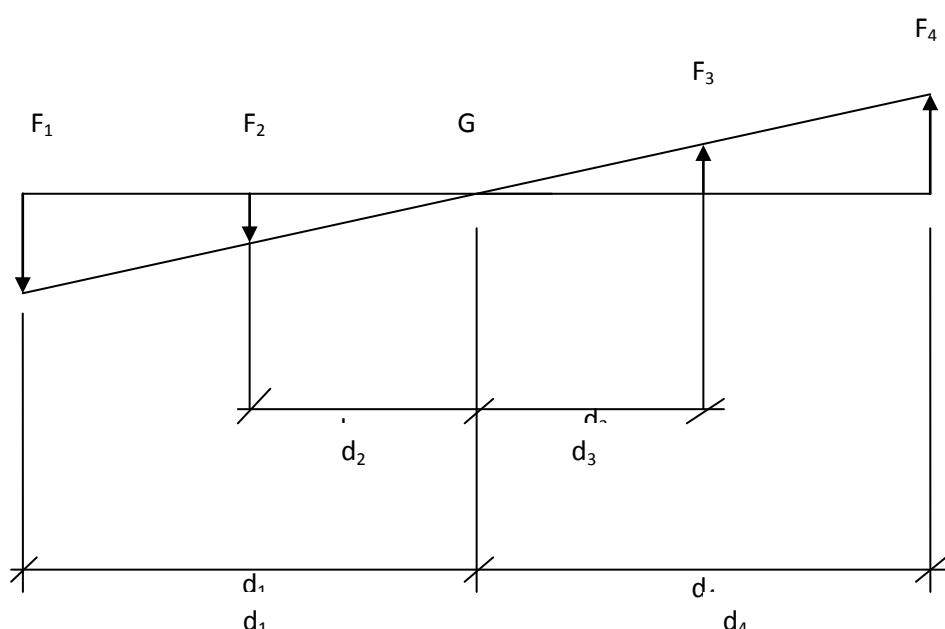
D'où  $p = 69,58 \text{ daN/m}^2$

a. Détermination du centre de gravité de chaque niveau en [m]

On a

$$d_i = \frac{\sum x_i \times S}{\sum S \times i}$$

D'où  $d_1$  pour le niveau  $n_1-n_2$  :  $d_1 = 1,67 \text{ m}$  et pour les autres niveaux  $d_1 = 4,9 \text{ m}$ .



**Figure 4 : Distance de centre de gravité G pour chaque niveau**

Avec

$F_n$  : la charge verticale due au vent au poteau n

$d_n$  : le bras de levier de la charge par rapport au centre de gravité G.

$$d_{2(n_1-n_2)} = 3,33 \text{ m} - d_1$$

$$d_{2(\text{autres étages})} = d_1 (\text{autres étages}) - 3,33 \text{ m}$$

$$d_3 = 3,33 \text{ m} - d_2$$

$$d_4 = 3,32 \text{ m} + d_3$$

Di	d1	d2	d3	d4
n1-n2	1,67	1,67		
n3-n4	4,99	1,66	1,67	4,99
n5-n6	4,99	1,66	1,67	4,99
n7-n8	4,99	1,66	1,67	4,99
n9-n10	4,99	1,66	1,67	4,99

**Tableau 17:** Centre de gravité G pour chaque niveau

b. Détermination du moment d'inertie de chaque niveau en [m<sup>4</sup>]

$$I_g = \sum S_i \times d_i^2$$

	P1	P2	P3	P4	Moment d'inertie
n1-n2	0,06	0,08			0,38
n3-n4	0,06	0,08	0,08	0,06	3,43
n5-n6	0,06	0,08	0,08	0,06	3,43
n7-n8	0,06	0,08	0,08	0,06	3,43
n9-n10	0,06	0,08	0,08	0,06	3,43

**Tableau 18:** Moment d'inertie pour chaque étage

c. Détermination des charges horizontales en [daN]

$$F_i = \frac{\mu \times d_i \times S_i}{I_g}$$

Avec

$\mu$  : le moment équilibré pour chaque niveau

$S_i$  : la section du poteau

	H	$F = qd * h * 4,33$	$\mu = F * (h/2)$	F1	F2	F3	F4
n2-n3	3	904	1.356	407	407	0	0
n4-n5	6	1.808	5.423	473	210	211	472
n6-n7	9	2.712	12.202	1.065	473	474	1.064
n8-n9	12	3.615	21.692	1.894	841	843	1.892

**Tableau 19:** Tableau donnant les charges horizontales

Avec h : la hauteur de chaque étage

#### **Vérification de l'équilibre statique :**

$F_1 + F_2$  doit être égale à  $F_3 + F_4$

Prenons comme exemple le niveau n<sub>8</sub>-n<sub>9</sub> :

$$F_1 + F_2 = 1065 + 473 = 1538$$

$$F_3 + F_4 = 474 + 1064 = 1538$$

D'où le niveau est en équilibre statique.

#### **5. Descentes des charges totales**

Nous prenons les combinaisons d'actions suivantes :

- Pour le dimensionnement, on utilise la combinaison à l'ELU :

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

- Pour la vérification, on utilise la combinaison à l'ELS :

$$G + P + 0,77 W$$

# Mémoire de fin d'étude

Toutes les valeurs des efforts sont récapitulées dans les tableaux ci-dessous :

Niveau	Charge permanente	Surcharge d'exploitation	Vent	0,90 ELU	0,90 ELS
n1	10.235	3.605	407	17.669	12.738
n2	10.632	3.605	407	18.151	13.096
n3	19.240	5.948	407	31.773	22.951
n4	19.637	5.948	473	32.316	23.355
n5	30.012	9.085	473	49.155	35.515
n6	30.410	9.085	1.065	50.170	36.283
n7	40.793	11.933	1.065	66.631	48.191
n8	41.190	11.933	1.894	67.860	49.123
n9	51.574	14.492	1.894	83.931	60.772
n10	51.971	14.492	2.959	85.372	61.868
n11	62.355	14.492	2.959	97.988	71.213

**Tableau 20:** Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P<sub>1</sub>

Niveau	Charge	Surcharge	Vent	1,15ELU	1,15 ELS
n1	10.232	7.210	407	26.725	18.888
n2	10.765	7.210	407	27.547	19.498
n3	18.024	11.897	407	46.902	33.236
n4	18.554	11.897	210	47.498	33.671
n5	25.614	18.169	210	69.589	49.233
n6	26.344	18.169	473	70.129	49.641
n7	33.604	23.865	473	91.810	64.974
n8	34.134	23.865	841	93.056	65.909
n9	41.393	28.984	841	113.157	80.145
n10	41.923	28.984	1.314	114.524	81.173
n11	49.183	28.984	1.314	125.794	89.522

**Tableau 21:** Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P<sub>2</sub>

Niveau	Charge	Surcharge	Vent	1,15ELU	1,15ELS
n1	-	-	-	-	-
n2	-	-	-	-	-
n3	7.251	4.687	211	19.584	13.915
n4	7.781	4.687	211	20.406	14.524
n5	15.040	10.959	211	42.497	30.086
n6	15.570	10.959	474	43.623	30.929
n7	22.830	16.655	474	64.719	45.828
n8	23.360	16.655	843	65.966	46.764
n9	30.620	21.774	843	86.067	60.999
n10	31.150	21.774	1.317	87.435	62.029
n11	38.409	21.774	1.317	98.706	70.377

**Tableau 22:** Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P<sub>3</sub>

Niveau	Charge	Surcharge	Vent	0,90 ELU	0,90 ELS
n1	-	-	-	-	-
n2	-	-	-	-	-
n3	11.035	2.343	473	16.997	12.042
n4	11.433	2.343	473	17.480	12.726
n5	24.236	5.480	473	37.269	27.071
n6	24.633	5.480	1.064	38.284	27.839
n7	37.436	8.328	1.064	57.684	41.924
n8	37.833	8.328	1.892	58.912	42.855
n9	50.636	10.887	1.892	77.922	56.681
n10	51.033	10.887	2.956	79.363	57.776
n11	63.836	10.887	2.956	94.918	69.299

**Tableau 23:** Tableau récapitulatif donnant les charges pour le poteau P<sub>4</sub>

## CHAPITRE III: ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE

### I. Généralités

Il s'agit de dimensionner la fondation.

La fondation c'est la partie sous terrain de la structure, elle transmet au sol les efforts reprises par les éléments porteurs, tels que :

- Les charges permanentes ;
- Les surcharges d'exploitation;
- Les actions climatiques ;
- Les actions accidentielles.

Son rôle principal c'est d'assurer la sécurité des occupants et la stabilité de l'immeuble mais elle protège aussi la construction contre les eaux souterraines et les autres facteurs externes qui peuvent engendrer des destructions à la construction.

Le choix du type de fondation dépend d'une part de la nature du terrain, de la charge à supporter et des facteurs qui peuvent affecter la résistance du sol ou de la fondation et d'autre part d'adopter une solution économique.

Généralement, on distingue :

- Les fondations superficielles qui sont les semelles filantes et semelles isolées, les semelles en rigoles, les radiers;
- Les fondations semi-profondes par exemple les fondations par puits ;
- Les fondations profondes telles que les fondations par pieux.

### II. 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 et des 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).

### **III. Choix du type de fondation**

Par le calcul de descente des charges nous avons évalué les surcharges qu'elle transmettra au sol .L'essai géotechnique permettra d'évaluer la contrainte et la déformation que le sol pourra supporter .Dans notre cas, nous n'avons pas fait de prélèvement au laboratoire mais, selon le DTU 13-12, pour le sol non cohérent, nous pouvons prendre 0,4 (MPa) comme contrainte admissible.

On a adopté des semelles isolées sous poteau de section rectangulaire en béton armé dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> car on a trouvé la profondeur du bon sol au dessus de 5 m. Celles-ci reposent sur un béton de propreté dosé à 200 kg/m<sup>3</sup> sur une épaisseur de 5 cm pour protéger le fond de la fondation contre les intempéries.

### **IV. Dimensionnement de la fondation**

- **Eléments connus**

Nous allons étudier en détail le poteau P<sub>2</sub> qui est le plus chargé.

- Contrainte admise du sol :  $\bar{\sigma}_{sol} = 0,36 \text{ MPa}$
- Charge appliquée au niveau supérieure de la semelle :  
 $N_{SER} = G + Q = 89522 \text{ daN}$  : charge à l'ELS appliquée sur la semelle.
- Section du poteau : 20 x 40 m<sup>2</sup>

- **Eléments inconnus**

- Dimension de la semelle : A = B.h
- Poids propre de la semelle

### 1. Calcul de l'aire approché $S_1$

$$S_1 = \frac{N_{SER}}{\sigma_{sol}} = \frac{Q + G}{\sigma_{sol}}$$

D'après le calcul, on trouve  $S_1 = 29841 \text{ cm}^2$

### 2. Cote de la semelle A et B

$$A_1 = B_1 = \sqrt{\frac{S_1}{b} a}$$

Avec  $a \neq b$

On trouve

$$A_1 = \sqrt{29841 \times \left(\frac{0,20}{0,40}\right)} = 1,22 \text{ m}$$

$$B_1 = \sqrt{29841 \times \left(\frac{0,40}{0,20}\right)} = 2,44 \text{ m}$$

Or  $A \geq A_1$  et  $B \geq B_1$

Nous prenons ainsi : **A = 1,50 m et B = 2,50 m**

### 3. Hauteur h

Elle est donnée par la condition de rigidité de la semelle ci-dessous :

$$\frac{A-a}{4} < d < A - a \Leftrightarrow 0,325 \text{ m} < d < 1,3 \text{ m}$$

$$\frac{B-a}{4} < d < B - a \Leftrightarrow 0,525 \text{ m} < d < 2,1 \text{ m}$$

Nous fixons alors  $d = 0,55 \text{ m}$

Admettant un enrobage de 5 cm (cas de fondation)

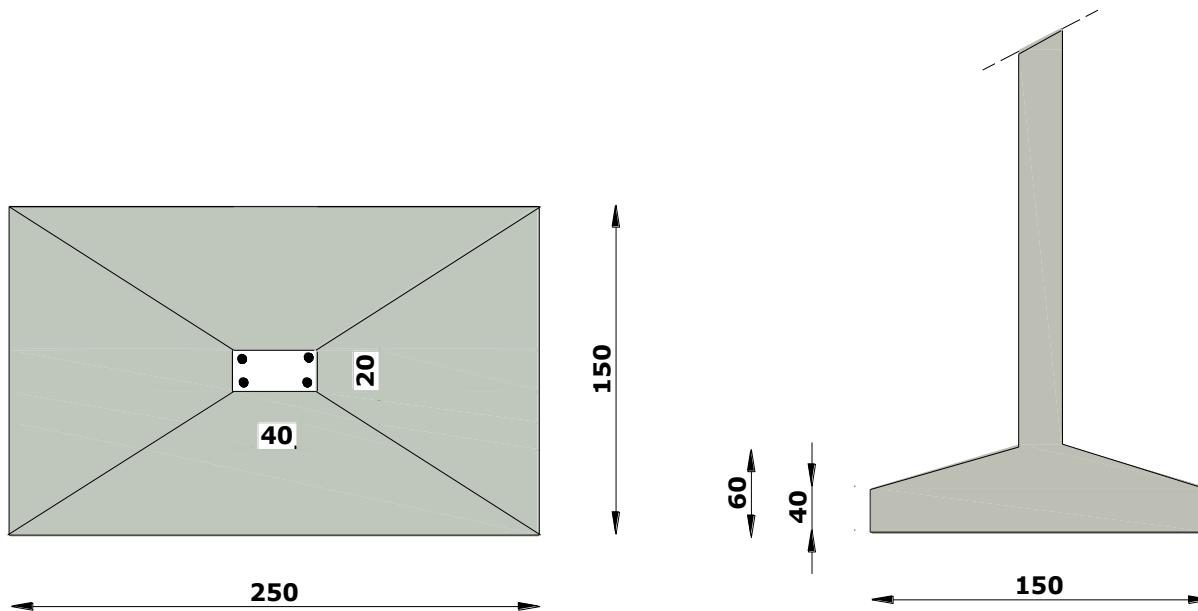
On trouve  $h = 0,60 \text{ m}$

Par ailleurs  $h = a' + b'$  avec  $a' \geq 6 \text{ cm} + 6\emptyset$

Avec  $\emptyset$  : le diamètre des aciers principaux de traction  $\emptyset = 20 \text{ mm}$

Nous avons donc  $a' \geq 18 \text{ cm}$

Prenons alors  $a' = 40 \text{ cm}$  et  $b' = 20 \text{ cm}$ .



**Figure 5 : Semelle isolée**

## V. Vérification de la contrainte du sol

Pour que l'immeuble soit en équilibre, il faut que la capacité portante du sol puisse supporter les charges que transmette l'ouvrage sur le sol. Cela va expliquer par la formule ci-dessous :

$$\sigma_{\text{sol}} \leq \overline{\sigma}_{\text{sol}}$$

Avec

$\overline{\sigma}_{\text{sol}}$  : la contrainte admissible sur le sol qui est égale à 0,36 Mpa

$\sigma_{\text{sol}}$  : la contrainte du sol et est donnée par l'expression suivante :

$$\sigma_{\text{sol}} = \frac{N_{\text{ser}} + \text{poids propre de la semelle}}{A \times B}$$

A.N

$$\sigma_{\text{sol}} = \frac{89522 + (1,50 \times 2,50 \times 0,60 \times 25)}{1,50 \times 2,50}$$

D'où  $\sigma_{sol} = 23887,53 \text{ daN/m}^2$

$$\sigma_{sol} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$\text{D'où } \sigma_{sol} \leq \overline{\sigma_{sol}}$$

On peut donc conclure que la semelle est en équilibre.

## **VI. Calcul des armatures**

Prenons le cas du poteau P<sub>2</sub> qui est le plus chargé. Soit P<sub>U</sub> la charge transmise aux pieds du poteau à l'ELU.

Pour notre semelle qui est le cas d'une semelle rigide, il pourra y avoir de la fissuration de la semelle à la partie basse, alors pour envisager ce problème on doit calculer ses armatures par la méthode des bielles. Par cette méthode, on obtient les formules suivantes :

$$A_a = \frac{P_U(A-a)}{8 \times d_a \times \sigma_s} \text{ et } A_b = \frac{P_U(B-b)}{8 \times d_a \times \sigma_s}$$

Avec

A<sub>a</sub> : section des armatures transversales

A<sub>b</sub> : section des armatures longitudinales

$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s}$  : contrainte de traction de l'acier

On utilise des aciers Fe400 ( $f_e = 400 \text{ MPa}$ ) et  $\gamma_s = 1,15$  (combinaison fondamentale)

$$\text{D'où } \sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

A.N

$$A_a = \frac{89522 \times (1,50 - 0,20)}{8 \times 0,60 \times 3480} = 6,98 \text{ cm}^2$$

$$A_b = \frac{89522 \times (2,50 - 0,40)}{8 \times 0,60 \times 3480} = 11,25 \text{ cm}^2$$

Ainsi : A<sub>a</sub> : **10T10** et A<sub>b</sub> : **10T12**

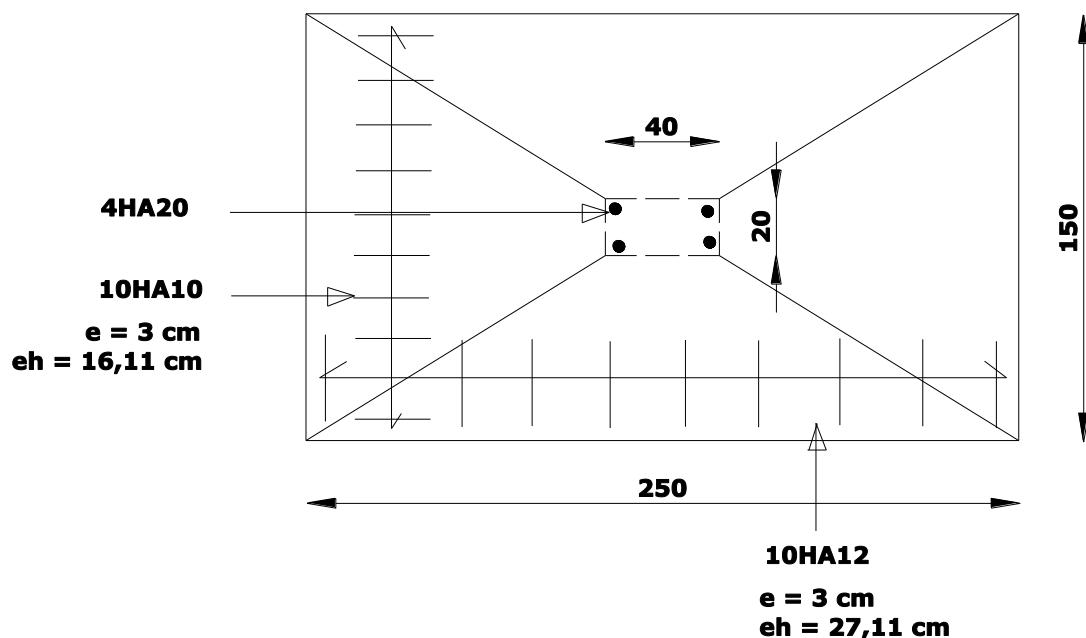


Figure 6 : Coupe transversale de la semelle  $S_2$

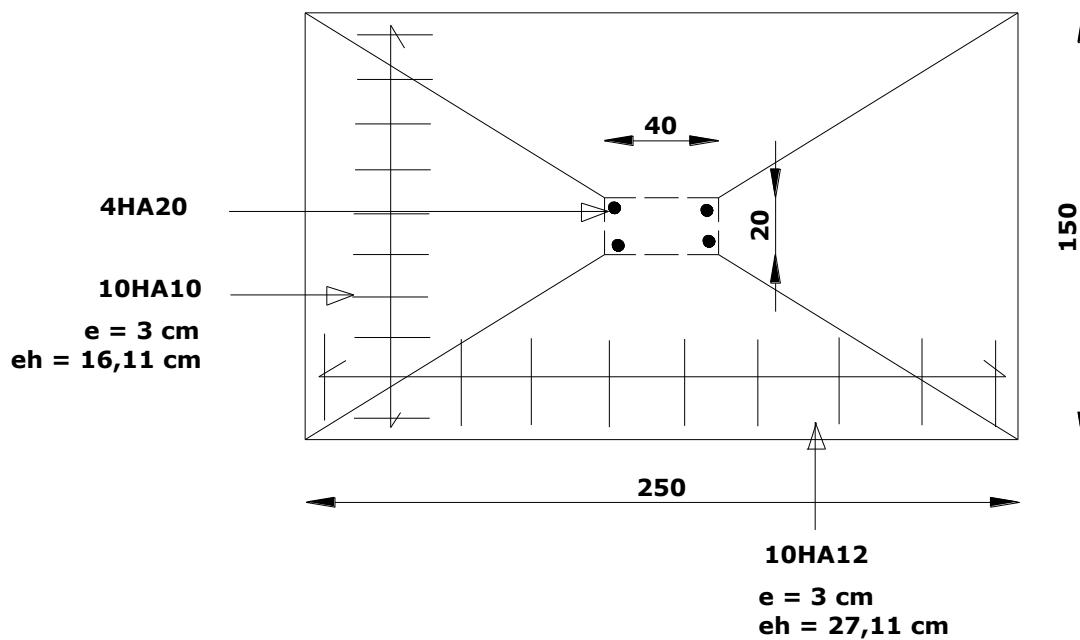


Figure 7 : Vue en plan de la semelle  $S_3$

## CHAPITRE IV: ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE

### I. Notion du béton arme aux états limites

#### 1. Notion de la règle de béton armé aux états limites

Les règles BAEL91 modifiées 99 sont applicables à tous les ouvrages en béton armé, dont le béton est constitué de granulats naturels normaux, avec un dosage en ciment au moins égal à 300 kg par  $m^3$  de béton mis en œuvre.

##### a. Définition

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.

##### b. Etats limites de calcul à retenir

Les contraintes de calculs des matériaux fixées par le BAEL99 permettent d'éviter toute la phase de vérification. Nous allons limiter le calcul selon l'état de fissuration comme indiqué ci-dessous.

Fissuration	Fissuration peu préjudiciable	Fissuration préjudiciable	Fissuration très préjudiciable
Calcul	ELU	ELS	ELS

**Tableau 24: Etat limite de calcul à retenir**

## c. Caractéristiques d'exposition

Par ailleurs les caractéristiques d'exposition d'une construction par rapport à son environnement ainsi que la situation d'un élément de construction par rapport à l'enveloppe de celle-ci permettent de définir les 3 degrés de nocivité des ouvertures de fissures.

- Cas de fissuration très préjudiciable.

La fissuration est considérée comme très préjudiciable lorsque les éléments en œuvre sont exposés à un milieu agressif (eau de mer, atmosphère marine telle que embruns et brouillards salins, eau très pure, gaz ou sols particulièrement corrosifs) ou bien doivent assurer une étanchéité.

- Cas de fissuration préjudiciable.

La fissuration est considérée comme préjudiciable lorsque les éléments en cause sont exposés aux intempéries ou à des condensations ou peuvent être alternativement noyés et émergés en eau douce.

- Cas de fissuration peu préjudiciable.

La fissuration est considérée comme peu préjudiciable dans les autres cas (pour les pièces se situant à l'intérieur d'un bâtiment.)

## d. Caractéristiques des matériaux

Le béton de ciment présente des résistances à la compression assez élevées, de l'ordre de 25 à 40 MPa, 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 400 MPa, 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.

- Le diamètre des armatures le plus proche des parois est supérieur à 6 mm

## II. Les poteaux

### 1. Généralités

Pour notre cas, les poteaux sont fabriqués en béton armé .Ces charges sont reçues en têtes des poteaux par l'intermédiaire des poutres.

Ils ont pour rôle de :

- Constituer les éléments porteurs de systèmes plancher poutre par point d'appui isolé ;
- Supporter les charges verticales qui sont les charges permanentes et les surcharges d'exploitation ;
- Assurer la stabilité transversale par le système poteau-poutre pour résister aux efforts horizontaux ;
- Servir de chainages horizontaux.

### 2. Hypothèse de calcul

Les poteaux sont sollicités à la fois par des efforts normal de compression N donnée par la descente des charges et par un moment fléchissant M calculés par la méthode de la flexion composée.

D'après la descente de charge, on a trouvé que le poteau P<sub>2</sub> est le plus chargé.

Notre étude est basée sur la détermination des armatures convenables à ce poteau en considérant ces hypothèses.

Puisque notre bâtiment se trouve dans des locaux couverts et clos et non exposé à la condensation alors on admet que la fissuration est peu préjudiciable, le calcul sera à l'ELU.

Selon Jean PERCHAT et Jean ROUX dans la pratique du BAEL 91 modifié 99, la combinaison à considérer dans le cas de notre bâtiment en phase d'exploitation est la suivante :

$$1.35 G_{\max} + 1.5 Q_1 + 0.77 W$$

Avec

$G_{\max}$  = G : la charge permanente ;

$Q_1$  : la surcharge d'exploitation ;

W : l'effet du vent

On a pris pour le béton une résistance caractéristique à la compression à 28 d'âge ( $f_{c28}$ ) une valeur de 25 MPa selon le résultat au laboratoire de l'essai de résistance à la compression du béton.

Pour avoir une bonne adhérence du béton, on a choisi les aciers en HA de nuance Fe E 400.

### **3. Section et dimension**

Un poteau est une poutre droite verticale soumise uniquement à une compression centrée dite compression simple ( $N>0$  et  $M_z=0$ ).

L'effort de compression peut engendrer une flexion et donner lieu à un phénomène de flambement très dangereux.

Le béton résiste bien à la compression, il serait théoriquement inutile de placer des armatures. Mais les charges transmises au poteau ne sont jamais parfaitement centrées (imperfections d'exécution, moments transmis par les poutres, dissymétrie du chargement).

Alors pour ces raisons, on introduit des armatures longitudinales calculées de façon forfaitaire car les moments sont difficiles à estimer). Le risque de flambement des armatures longitudinales nous permet de placer des armatures transversales (cadres, étriers ou épingle).

Pour qu'un poteau soit justifiable d'un calcul en compression simple il faut que son élancement

$$\lambda = \frac{l_f}{i} < 50$$

Où

$l_f$  : longueur de flambement qui dépend des liaisons à chacune des extrémités

$l_f = 0,7l_0$  car le poteau est encastré à chaque extrémité avec  $l_0 = 3$  m

$i$  : rayon de giration avec  $i = \sqrt{\frac{I_{xx}}{B}}$

$I_{xx}$  : moment quadratique minimal de la section

B : section de béton proprement dite

Avec :

$$I = \frac{a \cdot b^3}{12} \text{ pour une section rectangulaire et } B = a \cdot b$$

$$\text{D'où : } \lambda = \frac{0,7 \times 3}{\sqrt{\frac{40 \times 20^3}{20 \times 40 \times 12}}} = 36,37 \text{ cm}$$

$$\lambda = 36,37 \text{ cm}$$

$$\lambda \leq 50$$

Le coefficient réducteur fonction de l'élancement est :

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

D'où

$$\beta = 1,22$$

$$\alpha = 0,70$$

### a. Armature longitudinale

$$A \geq \frac{\left[ \beta \times N_u \right] - \left[ B_r \times \frac{f_{bc}}{0,9} \right]}{0,85 \times \frac{f_e}{\gamma_s}}$$

$N_u$  : effort normal ultime

$B_r$  : section réduite de béton, qui est égale à  $B_r = (a-2) (b-2)$

$$B_r = (20-2) (40-2) = 684 \text{ cm}^2 = 0,0684 \text{ m}^2$$

Niveau	Poteaux	Section	Section (m <sup>2</sup> )	N <sub>SER</sub> (daN)	N <sub>u</sub> (daN)
n1-n2	P3	20 x 40	0,08	18944	27208
n3-n4	P3	20 x 40	0,08	32987	46753
n5-n6	P3	20 x 40	0,08	48680	69969
n7-n8	P3	20 x 40	0,08	64244	91926
n9-n10	P3	20 x 40	0,08	79305	113336

**Tableau 25:** Valeurs de sollicitation du poteau pour chaque niveau

$$f_{bc} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b} : \text{Contrainte du béton}$$

Avec :

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

$f_{c28} = 25MPa$  : Résistance caractéristique du béton en compression à 28 jours d'âge ;

$\gamma_b = 1,5$  : Combinaison fondamental.

**A.N :**

$$A \geq \frac{1,22 \times 1,13 - 0,0684 \times \frac{0,85 \times 25}{0,9 \times 1 \times 1,5}}{0,85 \times \frac{400}{1,15}} = 10,35cm^2$$

On prend

**4HA20: 12,57 cm<sup>2</sup>**

### Vérification

$$A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$$

$$A_{\max} = \frac{5B}{100}$$

$$A_{\min} = \max\left(\frac{0,2B}{100}; 4u\right)$$

u : périmètre du contour extérieur

A.N :

$$4u = 4,8 \text{ cm}^2$$

$$\frac{0,2B}{100} = 1,6 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} = 40 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 4,8 \text{ cm}^2$$

D'où  $A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$ ,

Donc, la condition est vérifiée.

### b. Armature transversale

#### ◆ Choix du diamètre

Elles se calculent par de règles forfaitaires ci-dessous :

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3}$$

$\phi_l$  : diamètre des aciers longitudinaux

$\phi_t$  : diamètre des aciers transversaux

$\phi_l$ [mm]	12 à 20	25	32	40
$\phi_t$ [mm]	6 (ou 8)	8 (ou 10)	10 (ou 12)	12

Dans notre cas, on a :  $\phi_l = 20 \text{ mm}$

D'où,  $\phi_t = 8 \text{ mm}$

◆ Emplacement des armatures transversales

• Zone courante

$$s_t \leq \min \{15\phi_{l_{\min}}; 40cm; a + 10cm\}$$

D'où  $s_t = 30cm$

• Zone de recouvrement

La longueur de recouvrement des filants verticaux doit être au moins égale à :

$$l_r \geq 0,6l_d \text{ avec } l_d = 40\phi$$

Puisque notre acier est en haute adhérence c'est-à-dire Fe E 400, alors  $l_r \geq 24\phi$

$l_d$  : longueur de scellement droit

$l_r \geq 24 \times 2 = 48cm$  Soit  $l_r = 50cm$

On a :

$$s_{t(r)} = \frac{l_r - 4\phi}{x - 1}$$

x : nombre de nappe, dans notre cas, prenons x=4.

$$s_{t(r)} = 14cm \text{ soit } s_{t(r)} = 15cm$$

Niveau	Section	Armature	Armature transversale	Section d'acier ( $cm^2$ )	Espacement des zones courantes (cm)	Espacement des zones de recouvrements (cm)
n1-n2	20x400	4HA20	HA8	12,57	30	15
n3-n4	20x40	4HA20	HA8	12,57	30	15
n5-n6	20x40	4HA20	HA8	12,57	30	15
n7-n8	20x40	4HA20	HA8	12,57	30	15
n9-n10	20x40	4HA20	HA8	12,57	30	15

Tableau 26: Récapitulation des armatures du poteau P2

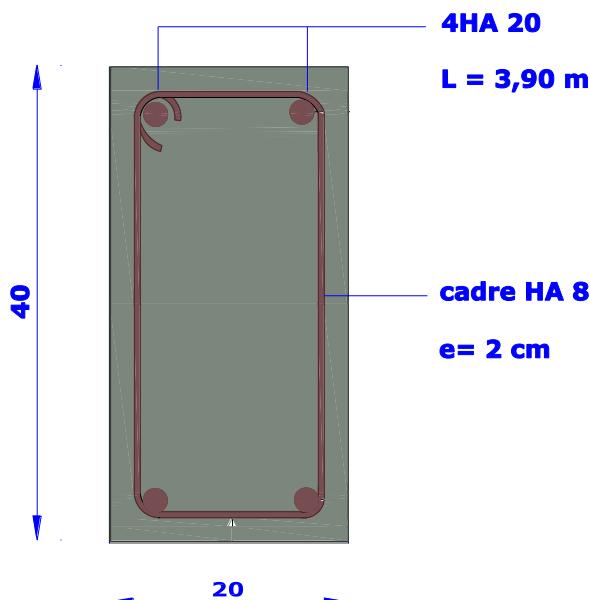


Figure 8 : Armature du poteau

### III. Les poutres

#### 1. Généralités

Les poutres sont des éléments horizontaux porteurs destinés en général à supporter les différentes charges sous l'effet du mur, des planchers, et les surcharges dynamiques.

Les éléments d'une structure soumis à de la flexion simple sont principalement les poutres, qu'elles soient isostatiques ou continues.

Un élément est soumis à la flexion simple si les sollicitations se redisent à un moment fléchissant  $M_z$  et un effort tranchant  $V_y$ .

Les sollicitations appliquées sont essentiellement le moment de flexion en travée ou sur appui et l'effort tranchant.

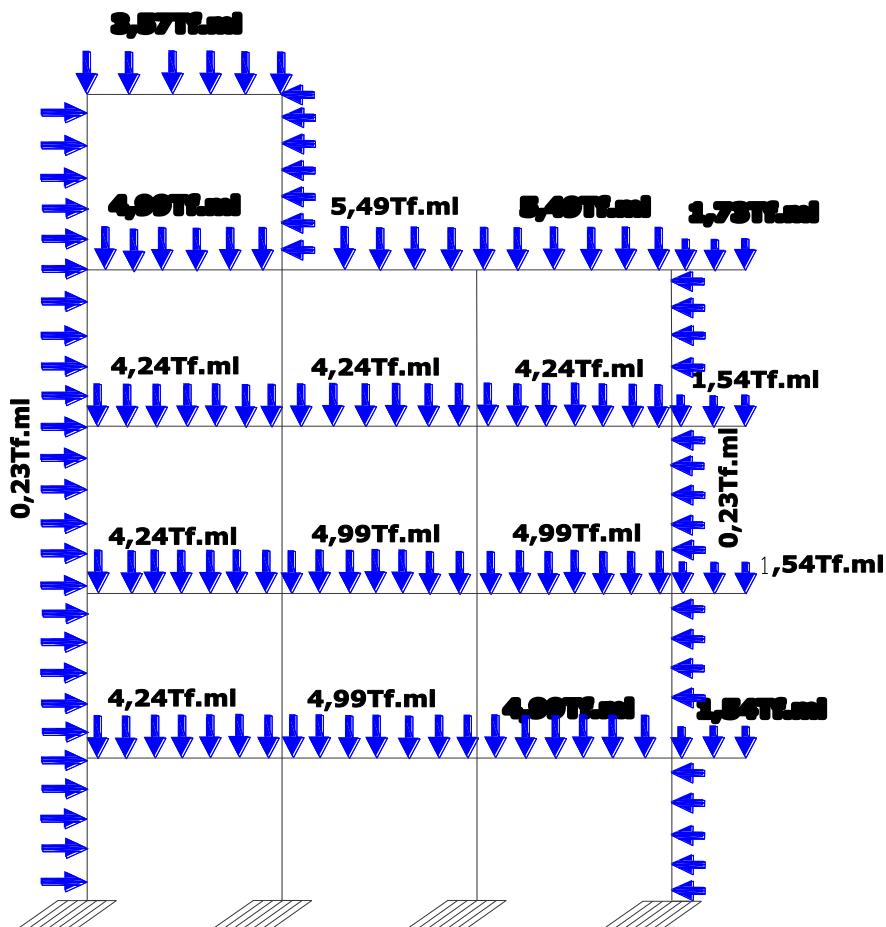


Figure 9 : Modélisation des forces appliquées sur le bâtiment

## 2. Détermination des charges sollicitant les portiques par mètre linéaire

### a. Largeur de la poutre

Portiques	largeur considérée
P1P2	3,33 m
P2P3	3,33 m
P3P4	3,33 m
poutre console	1,27 m

Tableau 27: Largeur de la poutre pour chaque portique

b. Charges par mètre linéaire pour chaque travée (daN/ml)

TRAVEE	ZA'
Total toiture	2096
Poutre transversale	175
Exploitation	333
q intéressée par le portique	3566

Tableau 28: *Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n1*

TRAVEE	TU	UV	VW	WY
Plancher en BA	1046	1046	1046	399
mur de remplissage	994	994	994	0
poutre transversale	175	175	175	175
Exploitation	1665	1665	1665	635
q intéressée par le portique	5487	5487	5487	1727

Tableau 29: *Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n3*

TRAVEE	OP	PQ	QR	RS
Plancher en BA	1046	1046	1046	399
mur de remplissage	994	994	994	0
poutre transversale	175	175	175	175
Exploitation	833	833	833	508
q intéressée par le portique	4238	4238	4238	1537

Tableau 30: *Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n5*

TRAVEE	JK	KL	LM	NM
Plancher en BA	1046	1046	1046	399
mur de remplissage	994	994	994	0
Poutre transversale	175	175	175	175
Exploitation	833	1332	1332	508
q intéressée par le portique	4238	4988	4988	1537

**Tableau 31:** Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n7

TRAVEE	EF	FG	GH	HI
Plancher en BA	1046	1046	1046	399
mur de remplissage	994	994	994	0
poutre transversale	175	175	175	175
Exploitation	1332	1332	1332	508
q intéressée par le portique	4988	4988	4988	1537

**Tableau 32:** Charges par mètre linéaire pour chaque travée du niveau n9

### 3. Calcul des sollicitations dues aux charges verticales

Nous utiliserons la méthode de cross pour le calcul des sollicitations.

Le calcul des armatures sont effectués suivant les règles BAEL 91 modifié 99.

Ces courbes enveloppes sont obtenues en considérant les différents cas de charge en tenant compte des Etats-Limites possibles, ensuite en calculant les moments en travée et en appuis, qui nous permettant de tracer celle-ci.

Nous utilisons les résultats des courbes enveloppes pour les valeurs des sollicitations.

Nous allons étudier la poutre transversale de la File T du quatrième étage.

Le moment dans le portique est obtenu par la superposition des moments dus aux charges directement appliquées sur celle-ci et aux moments dus aux déplacements et/ou déformations de ces éléments.

Soit  $M = M' + \sum M_i k_i$

Avec  $M'$  = moment dû au charge directement appliqué

$M_i$ = moments dû aux déplacements indépendantes des poutres

$k_i$ = coefficient

Les récapitulations et la courbe enveloppe sont données en annexe.

## a. Hypothèses de calculs

Combinaison d'actions :

1,35G+1,5Q.

### ◆ Aacier

Nous considèrerons les fissurations comme peu préjudiciable et on effectuera les calculs à l'ELU.

Notre calcul sera fait pour des aciers de type 1, il correspond aux armatures à haute adhérence de nuance FeE400, par laminage à chaux des aciers naturellement durs.

L'acier travail à  $f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s}$  avec :

$f_{ed}$ : Contrainte limite des aciers tendus ;

$f_e = 400$  MPa : limite d'élasticité pour l'acier FeE400 ;

$\gamma_s = 1,15$  : coefficient de sécurité pour la combinaison fondamentale.

### ◆ Béton

Nous choisirons le ciment Portland artificiel de classe 45 ou CEM II 42,5 qui sont les couramment utilisés pour les travaux de superstructure. On peut admettre dans les calculs pour un chantier courant dans le cas d'un dosage à  $350 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Nous donnerons ci-dessous :

- **les résistances caractéristiques à 28 jours d'âges :**

$f_{c28} = 25MPa$  : résistance caractéristique en compression ;

$f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{c28}$  : résistance caractéristique en traction

$f_{t28} = 2,1MPa$

- **Les coefficients de sécurité :**

$\theta = 1$  : durée d'application de la combinaison d'action supérieure à 24 heures;

$\gamma_b = 1,5$  : pour la combinaison fondamentale.

- **La contrainte de calcul du béton :**

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

Avec :

$f_{bc} = f_{bu}$  : Contrainte du béton en compression à l'ELU.

Selon Jean PERCHAT et Jean ROUX dans la pratique du BAEL 91, les combinaisons à considérer dans le cas de bâtiment en phase d'exploitation sont à l'ELU (cas de fissuration peu préjudiciable).

## b. Détermination des armatures longitudinales

### ◆ Choix de la poutre à étudier

Nous allons étudier la poutre OP du deuxième étage qui est la plus sollicitée d'après la courbe enveloppe en Annexe.

### ◆ Calcul des armatures longitudinales

La section des armatures longitudinales sont déterminées à partir de l'organigramme de calcul à L'ELU qui sera détaillé en annexe.

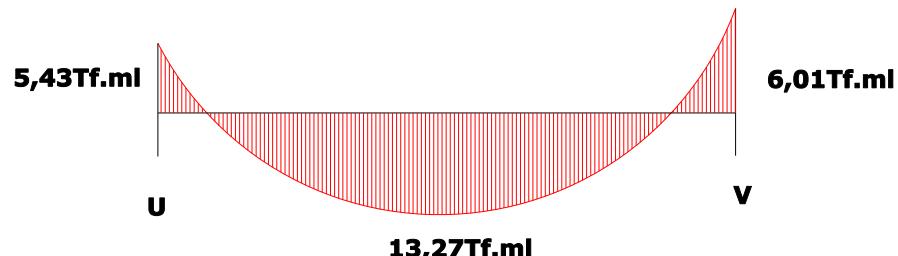


Figure 10 : Moment fléchissant

➤ Armatures aux appuis

- **Appui TU**

$$Mu = 0,0127 \text{ MN.m}$$

$$\mu_{bu} = \frac{Mu}{b_0 \times d^2 \times f_{bu}}$$

$$\mu_{bu} = 0,045$$

On a  $\mu_{bu} < \mu_{lu}$ , donc on a une section à simple armature car la disposition des aciers comprimés n'est pas nécessaires.

Comme  $\mu_{bu} < 0,30 \Rightarrow$  calcul simplifié

$$z_b = d(1 - 0,6\mu)$$

$$z_b = 0,31m$$

$$A_u = \frac{M_u}{z_b \times f_{ed}}$$

$$A_s = 0,000156 \text{m}^2 = 1,56 \text{cm}^2$$

Condition de non fragilité A>Amin

Avec :  $A_{\min} = \max \left\{ \frac{b_0 \times h}{1000}; 0,23b_0 \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} \right\}$

$$A_{\min} = 0,0000761 \text{m}^2$$

$$A_u > A_{\min}$$

$$A = A_u = 1,56 \text{cm}^2$$

Soit A → 4HA8=2,01 cm<sup>2</sup>

La disposition de ces armatures sera fait en deux nappes.

- Appuis UV

$$Mu = 0,0542 \text{ MN.m}$$

$$\mu_{bu} = \frac{Mu}{b_0 \times d^2 \times f_{bu}}$$

$$\mu_{bu} = 0,193$$

On a  $\mu_{bu} < \mu_{lu}$ , donc on a une section à simple armature.

Comme  $\mu_{bu} < 0,30 \Rightarrow$  calcul simplifié

$$z_b = d(1 - 0,6\mu)$$

$$z_b = 0,28 \text{m}$$

$$A_u = \frac{M_u}{z_b \times f_{ed}}$$

$$A_u = 0,000730 \text{m}^2 = 7,30 \text{cm}^2$$

Condition de non fragilité A > Amin

$$\text{Avec : } A_{\min} = \max \left\{ \frac{b_0 \times h}{1000}; 0,23b_0 \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} \right\}$$

$$A_{\min} = 0,0000761 \text{ m}^2$$

$$A_u > A_{\min}$$

$$A = A_u = 7,30 \text{ cm}^2$$

$$\text{Soit } A \rightarrow 4\text{HA16} = 8,04 \text{ cm}^2$$

Ces armatures seront disposées en deux nappes.

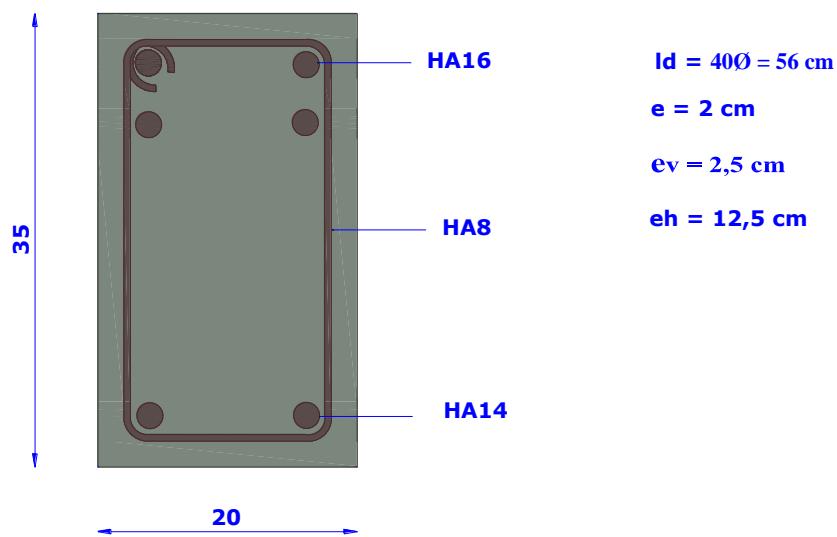


Figure 11 : Armature de poutre aux appuis UV

Appui	M (MN.m)	A (cm <sup>2</sup> )	A définitive	Section définitive (cm <sup>2</sup> )
T	0,0127	1,56	4HA8	2,01
U	0,0590	15,34	4HA16 4HA16	16,07
V	0,0601	17,14	4HA20 4HA20	13,36
W	0,0046	0,56	4HA6	0,79

Tableau 33: Armatures pour chaque appui

➤ Armatures en travée

- **Travée UV**

$$Mu = 0,133 \text{ MN.m}$$

$$\mu_{bu} = \frac{Mu}{b_0 \times d^2 \times f_{bu}}$$

$$\mu_{bu} = 0,472$$

On a  $\mu_{bu} > \mu_{lu}$ , donc on a une section à double armature.

Comme  $\mu_{bu} > 0,30$ , alors la procédure de calcul nous conduira à déterminer les sections de la partie tendue A et l'autre partie comprimée A' de la pièce .

$$\left\{ \begin{array}{l} A = A_1 + A_2 \\ A' = \frac{M_u - M_{lu}}{(d - d') \sigma_{sc}} \end{array} \right.$$

Calcul de A:

$$\text{Or } A = A_1 + A_2$$

$$\text{Avec } A_1 = \frac{M_{lu}}{Z_{bl} \times f_{ed}}$$

$$A_2 = \frac{M_u - M_{lu}}{(d - d') f_{ed}}$$

$$\alpha l = 1,25(1 - \sqrt{1 - \mu_{lu}}), \alpha l = 0,67$$

$$z_{bl} = d(1 - 0,4\alpha l), z_{bl} = 0,23 \text{ m}$$

$$M_{lu} = \mu_{lu} \cdot b_0 \cdot d^2 \cdot f_{bu}, M_{lu} = 0,11 \text{ MN.m}$$

$$f_{ed} = 266,67 \text{ bMPa}$$

$$d = 0,9h, d = 0,32 \text{ m}$$

$$d' = \frac{h}{9}, d' = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{D'où } A_1 = 17,914 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 3,012 \text{ cm}^2$$

$$A = 20,926 \text{ cm}^2$$

Calcul de A':

$$A' = \frac{M_u - M_{lu}}{(d - d')\sigma_{sc}}$$

$$\sigma_{sc} = \frac{15(\bar{y}_1 - d')}{\bar{y}_1} \sigma_{bc}$$

$$\bar{y}_1 = \bar{\alpha}_1 \cdot d$$

$$\bar{\alpha}_1 = \frac{15 \times \bar{\sigma}_{bc}}{15 \times \bar{\sigma}_{bc} + \bar{\sigma}_s}$$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = 201,6 \text{ MPa}$$

$$\bar{\alpha}_1 = 0,527$$

$$\bar{y}_1 = 0,166 \text{ m}$$

$$\sigma_{sc} = 177,6 \text{ MPa}$$

$$\text{D'où } A' = 4,62 \text{ cm}^2$$

$$\text{Soit } A \rightarrow 6\text{HA}25 = 29,45 \text{ cm}^2$$

$$A' \rightarrow 2\text{HA}20 = 6,28 \text{ cm}^2$$

La disposition des armatures de la partie tendue sera faite en trois nappes et l'autre partie comprimée en une seule nappe.

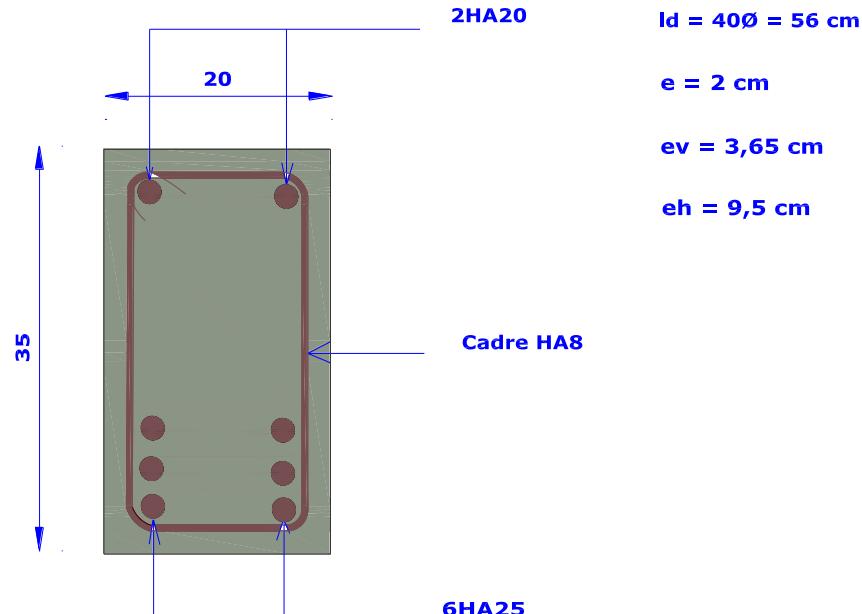


Figure 12 : Armature de poutre à la travée UV

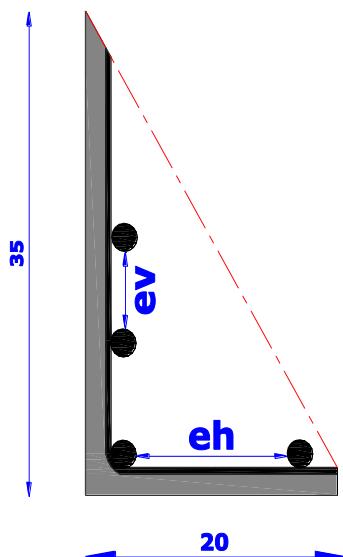
Travée	M (T.m)	A ( $\text{cm}^2$ )	A définitive	Section définitive ( $\text{cm}^2$ )
TU	0,098	14,78	6HA20	18,85
UV (double armature)	0,133	20,93	6HA25	29,45
		4,52	3HA14	4,62
VW	0,102	15,44	4HA20	18,85

Tableau 34: Armatures pour chaque travée

➤ Technique de disposition des armatures selon la coupe :

Ces conditions doivent être respectées lors de la mise en œuvre.

- $e_v \geq \text{Max} (\emptyset; 2,5 \text{ cm})$
- $e_h \geq \text{Max} (\emptyset; 4 \text{ cm})$



**Figure 13 : Règle de disposition des armatures**

#### Calcul de $e_h$ :

Pour la poutre UV en travée , on a d'après le calcul

$$e_h = 9,4 \text{ cm}$$

$e_h \geq 4 \text{ cm}$  , c'est vérifiée

#### Calcul de $e_v$ :

$$e_v = 3,65 \text{ cm}$$

$e_v \geq 2,5 \text{ cm}$  , c'est vérifiée

#### ➤ Ancrage

La longueur d'ancrage est déterminée par :

$$l_a = 0,4l_d \text{ Pour les aciers hautes adhérence.}$$

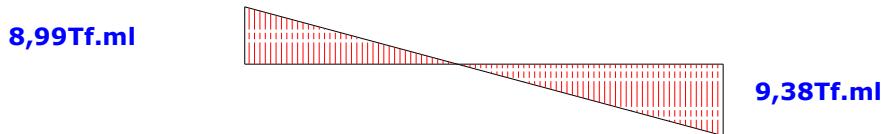
Pour simplifier quelque fois, on utilise des valeurs forfaitaires pour  $l_d$  tel que :

$$l_d = 40\phi : \text{pour HA Fe E400.}$$

On peut prendre pour le cas fréquent en crochet à 45° en acier à haute adhérence:

$$l_a = 16\phi$$

c. Vérification du cisaillement du béton



**Figure 14 : Effort tranchant**

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

Il faut que :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \times d} \leq \tau_{u\lim} = \min \left\{ 0,20 \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 5 MPa \right\}$$

Travée	$\tau_u$ (Cas défavorable)	$\tau_u < \tau_{u\max}$	
TU	9838	1,6	Vérifié
UV	9375	1,5	Vérifié
VW	11008	1,7	Vérifié

**Tableau 35: Vérification du cisaillement du béton**

Comme  $\tau_U \leq \tau_{U\lim}$ , Alors le cisaillement du béton n'est pas à craindre.

d. Armatures transversales

◆ Diamètre

Le diamètre des armatures transversales est obtenu en respectant la relation suivante :

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

$$\phi_t \leq \min \left\{ \frac{350}{35}; \frac{200}{10}; 20 \right\}$$

D'où  $\emptyset_t \leq 10 \text{ mm}$

Avec  $\emptyset_t$  la diamètre des armatures transversales, prenons  $\emptyset_t = 8 \text{ mm}$

Travée	$h/35$	$bo/10$	$\phi l/3$	$\phi t[\text{mm}]$	$A_t[\text{cm}^2]$
TU	10,00	20,0	6,67	8	3,01 (6HA8)
UV	10,00	20,0	2,67	8	3,01 (6HA8)
VW	10,00	20,0	8,33	8	3,01 (6HA8)

**Tableau 36: Dimension des armatures transversales**

◆ **Espacement des armatures transversales**

Il faut que :

$$S_t \leq S_{tmax}$$

L'écartement maximal est déterminé par la condition ci-après :

$$S_{tmax} = \min (0,9d ; 40 \text{ cm})$$

$$S_{tmax} = \min (28 ; 40 \text{ m})$$

D'où  $S_{tmax} = 28 \text{ cm}$

Alors

$$S_t \leq 28 \text{ cm}$$

◆ **Répartition des armatures d'âme**

Cette répartition sera étudiée sur la distance  $l_0$  là où l'effort tranchant s'annule.

- L'écartement initial est :

$$s_{t0} = 10 \text{ cm} \text{ pour le travée UV.}$$

- Le nombre de répétition de  $s_{t0}$  est donné par la formule ci-dessous :

$$n \geq \frac{1}{6} \left( \frac{5h}{s_{t0}} - 3 \right)$$

D'où n = 3

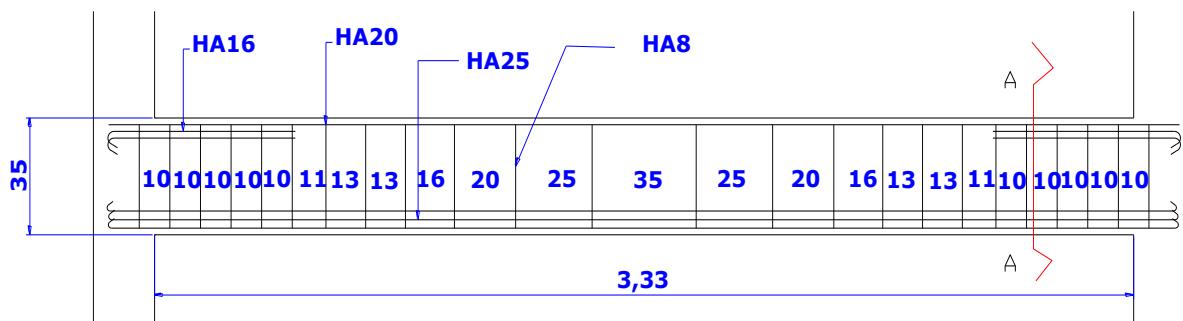
- La longueur de répartition initiale est :

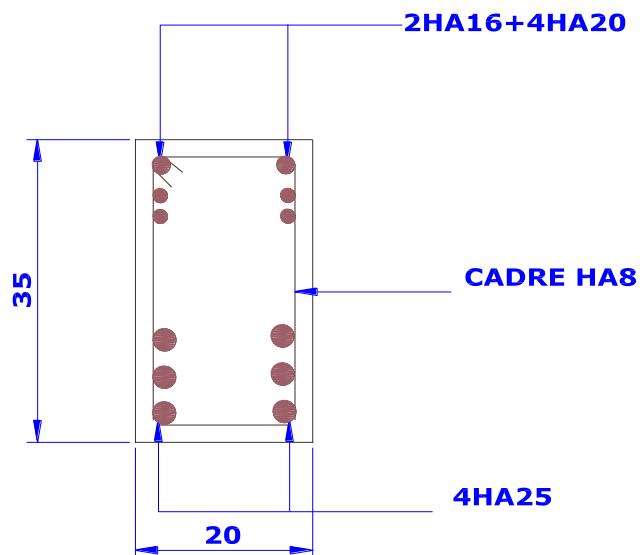
$$l'_0 = \left( l_0 - \frac{5h}{6} \right) \left( 1 - \frac{0,3 \cdot f_{t28}}{\tau_{u0}} \right)$$

nombre de répétition	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Nombre cumulé	1,2	2,4	3,6	4,9	6,1	7,3	8,5	9,7	10,9	12,1	13,3
nombre arrondi	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13
nombre pratique	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2

Répartition	5	10	10	10	10	11	13	13	16	20	25	35
/ cumulé	5	15	25	35	45	56	69	82	98	118	143	178

Tableau 37: Répartition des armatures d'âme de la poutre UV





**COUPE A-A**

**Figure 15 : Armature de la poutre UV**

# PARTIE III : TECHNOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE ET EVALUATION FINANCIERE

## **CHAPITRE I: PROVENANCE, QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX**

### **I. Dispositions générales**

Les matériaux doivent conformes aux spécifications dans le cahier des prescriptions communes, aux normes du recueil des prescriptions techniques applicable aux travaux de bâtiment à Madagascar, complétées le cas échéant par les prescriptions du REFF des Normes Française et DTU. Avant toute commande des matériaux, le titulaire doit fournir obligatoirement tous renseignements a propos des matériaux et matériels que l'Agent chargé du contrôle jugera nécessaires. Les marques éventuellement stipulées dans le devis descriptif ne sont pas impératives mais sont données à titre de référence de qualité et de garantie .L'acceptation de l'Agent chargé du contrôle quant à la qualité de matériaux livrés aux chantiers ne diminuera en rien la responsabilité du titulaire sur les conséquences néfastes que peuvent causer ces matériaux dans les ouvrages .Il est entendu que l'acceptation d'un échantillon ne signifie pas l'acceptation de l'ensemble des matériaux provenant de la même source.

Si au cours des opérations, la qualité des matériaux devient douteuse et ne correspond pas à celle de l'échantillon qui a été accepté, l'Agent chargé du contrôle peut suspendre l'emploi de ces matériaux et demander l'analyse du nouvel échantillon, et ceux, aux frais du Titulaire .Si le résultat est défavorable, ces matériaux sont refusés et le Titulaire doit s'approvisionner ailleurs. Des essais complémentaires sur la qualité des matériaux peuvent être demandés par l'Agent chargé du contrôle, les frais y afférent sont imputables soit au Titulaire si les résultats confirment les doutes de l'Agent chargé du contrôle, soit à ce dernier dans le cas contraires.

### **II. Description des matériaux :**

#### **1. Lieu d'extraction**

L'entreprise a le droit au bon choix de la provenance de matériaux qu'on la qualifiera à utiliser pendant la réalisation des travaux mais sous réserve de l'agrément du contrôle ; cet agrément n'atténuant en rien la responsabilité de l'entreprise.

## 2. Qualité des terres pour remblais

Elles devront satisfaire aux spécifications en vigueur et ne devront contenir un pourcentage élevé de sable et d'argile, exempts de matières organiques.

## 3. Sable pour mortier et bétons

Le sable pour mortier et béton est du sable non micacé doivent être venant de la rivière, propre, exempt de matières organiques ou végétales. Il ne doit pas contenir en poids dépassant 5% des grains fins traversant les tamis de 900 mailles par cm<sup>2</sup>. Il ne doit pas non plus contenir de grains dont la plus grande dimension dépasse les limites ci-après :

Sable pour maçonnerie, enduit et râgrément : 2.5 mm;

Sable pour béton armé : 5 mm;

Sable pour béton non armé : 10 mm.

- sable pour béton ordinaire : 10mm

Pour la composition granulométrique, on admettra une contenance en poids de 20% à 35% de grains ayant toutes leurs dimensions inférieures à demi-millimètre et de 50 à 70% de grains ayant toutes leurs dimensions supérieures à la moitié de la dimension maximum.

L'emploi de sable de concassage et de broyage est formellement interdit.

## 4. Gros granulats pour le béton

Ce sont des minéraux qui composent les mortiers et les bétons. Ils peuvent être présentés sous deux catégories : les granulats naturels et les granulats artificiels.

Ceux de la première catégorie proviennent de la désagrégation naturelle des roches sous l'effet de l'eau, du vent, du gel. Ils sont extraits directement des rivières, des gisements, des dunes.

Et ceux de la seconde catégorie, ils sont obtenus par concassage et criblage en carrière et par fabrication de granulats dits légers.

Dans notre cas, les gravillons et pierrailles pour la confection des bétons proviennent de concassage de pierre saine, extraite de carrières proposée par l'entreprise et agréée par le contrôle.

Ils sont constitués d'éléments denses, stables et exempts de toute trace de terre ou de débris végétaux. Dans le cas contraire, ils doivent être nettoyés par lavage. La grosseur de gravillon destiné à la confection de béton armé est comprise entre 5 et 25mm.

## 5. Eau de gâchage

L'eau de gâchage est fourni par l'entreprise, et doit être conforme aux prescriptions des normes en vigueur (NFP 18-303).

L'eau de gâchage doit être provenant d'une source d'eau propre (rivière, eau de JIRAMA,..) et doit remplir la quantité d'eau utile pendant la réalisation du chantier.

L'eau destinée à la fabrication des bétons doit être claire, non limoneuse et ne doit contenir ni matières organiques ni substances chimiques susceptibles de nuire à la qualité du béton. En particulier, la présence de chlorure, de sels de sodium ou magnésium ne sera soutenue dans une proportion supérieure à celle qui sera reçue pour une eau potable, et la teneur en sel dissout ne peut excéder plus de 2g/litre.

## 6. Ciment

Le ciment est un liant hydraulique sous forme de poudre minérale, ayant la propriété de durcir au contact de l'eau et qui, après durcissement, conservent leur résistance et leur stabilité même sous l'eau, fabriqué dans des usines et obtenu par transformation chimique de ses différents composants.

Les ciments à utiliser devront être de la classe CEM II 32.5 et CEM I 42.5 c'est-à-dire que la résistance minimale garantie à la compression à vingt huit (28) jours d'âge sera respectivement de 325 bars (32.5 MPA) et de 425 bars (42.5 MPA).

Il est à livrer en sacs d'origine de 50 kilogrammes portant la définition de la norme de liant. L'utilisation de ciment ré-ensaché est interdite.

Le stockage de ciment devra être dans un endroit bien aéré, à l'abri des intempéries c'est-à-dire qu'il devra être parfaitement protégés contre le soleil et l'humidité afin d'éviter leurs dégradations avant leurs utilisations, et à proximité du chantier avec une quantité suffisante pour échapper au retard de ravitaillement de celui-ci à cause d'une livraison défectueuse.

Il y a cinq types selon sa nature et la proportion des constituants (voir annexes).

## 7. Aciers pour armatures

Les aciers à utiliser doivent être aussi provenant de la fabrication industrielles mais pas manuels qui ne sont pas conformes à ses utilisations.

Ils devront avoir les qualifications suivantes, garanties par les fournisseurs :

- nuances FeE24 de limite d'élasticité au moins égale à 2400 kilogramme- forces par centimètre carré, pour les ronds lisses ;
- FeE40 de limite d'élasticité E supérieur ou égale à 4000 kilogramme- forces par centimètre carré pour les barres de diamètre supérieur à 20 mm et 4200 kg pour les barres de diamètre inférieur à 20mm, pour les aciers à haute adhérence.
- Coefficient de fissuration au moins égal à 1,6
- Coefficient de scellement au moins égal à racine de 2
- Toute barre ayant un défaut d'homogénéité apparent sera refusée
- La soudure des barres est interdite
- Les traces de rouille doivent être enlevées à la brosse métallique, avant utilisation
- Il est défendu d'utiliser des barres ayant des traces de graisse, de peinture, d'hydrocarbure, ou autres,...

## 8. Briques en terre cuites

Elles doivent correspondre aux normes Malgache « TBM NM 2-B1 et 2-B2 », les essais seront effectués suivant les prescriptions du recueil des Prescriptions Techniques applicables aux Travaux de Bâtiment à Madagascar.

Il est interdit d'employer des briques présentant de trace de fissures dues à une cuisson mal faite, des épaufrures, les arêtes devront être bien vives.

Les briques doivent être bien cuites, dures, non friables, sonores, sans fêlures et sans parties siliceuses ou calcaires.

Celles pour parements seront exemptes de fissure au moins sur deux faces pouvant rester apparentes.

## **9. Pièces en béton armé**

Le béton pour pièce en béton armé sera dosé, sauf dérogation autorisée par le contrôle à 350 kg de ciment CEM I 32.5 pour 1  $m^3$  de béton mis en œuvre.

Toutes les précautions devront être prises pendant toute la réalisation du bétonnage afin d'éviter qu'elles ne soient ni épauprées ni fissurées. Toutes pièces en mauvais état seront refusées aussi bien au stockage qu'après leur mise en œuvre.

## **10. Evacuation des eaux pluviales**

Les descentes d'eaux pluviales seront en PVC de diamètre 100 fixées avec des colliers à deux boulons en fer galvanisé scellé au ciment.

Pour les cuvettes d'écoulement des chêneaux, prévoir à chaque descente d'eau pluviale une platine en cuivre plombé de 3 mm pour recevoir l'étanchéité. Pour l'évacuation des eaux en cas d'engorgement de chaque descente, un dispositif de trop plein est prévu.

Chaque cuvette sera raccordée à la descente par un moignon de 30 cm, y compris coude cintrés à la demande et soudures.

Prévoir la fourniture d'une crapaudine à chaque cuvette. Celle-ci devant s'emboîter dans le moignon de cuvette : prévoir emboîture à épaulement à cet effet.

Les canalisations enterrées recevant les tuyaux de la descente pour évacuer les eaux pluviales seront en buse de ciment comprimé ou en PVC suivant les plans d'exécution.

Lorsque le travail sera achevé, il sera procédé aux frais du titulaire un contrôle d'étanchéité ; les canalisations seront obstruées au tampon hermétique situé au branchement d'égout et seront remplies d'eau.

On passe ensuite en revue tout le parcours et on examinera les joints. Tous les joints qui suinteront seront refaits.

### **11. Bois**

Les bois utilisés devront être secs et trempés d'un produit de type de « xylophène » ayant une efficacité fongicide et insecticide de longue durée ou d'un produit afin d'éviter toutes les attaques d'insectes. Ce produit devra toutefois, après séchage, permettre l'application des peintures.

Avant toute confection et mise en œuvre, les bois pourront faire l'objet d'un essai d'humidité aux frais de l'entreprise si le contrôle le juge utile. Les bois doivent être sains, exempts de toute trace de pourriture ou d'échauffures, de nœuds vicieux, de nœuds de pourris, de flaches, de gélivure, de piqûres, de fente, de roulure d champignons et autres attaques d'insectes.

Il est à spécifier que les bois mis en œuvre doivent être préalablement étuvés et à l'état de « bois sec à l'air », c'est-à-dire présentés un degré d'humidité variant de 13 à 17%.

### **12. Objet de quincaillerie, serrurerie et ferronnerie**

Tous les objets de quincaillerie, serrurerie et ferrage doivent correspondre aux nécessités de travail à exécuter. Les articles de quincaillerie devront être de première qualité et seront conformes aux normes du TBM, les pattes à scellement recevront une couche d'antirouille avant la pose.

- Les serrures et verrous de toutes les portes seront du type « VACHETTE » ou équivalent ;
- Les portes de placards de rangement bas seront équipées de serrure du type « encastrée à simple poignée » ;
- Les portes et volets extérieurs seront équipés des bonhommes d'accroche et d'arrêt avec scellement en béton ;
- Les portes intérieures seront équipées de butoirs vissés sur sol ;
- Les portes métalliques seront équipées de verrous boulonnés.
- Les ferronneries pour portes métalliques seront en TPN de 15/10è et devront recevoir une couche de peinture antirouille avant la pose ;
- Les ferronneries pour les grilles de protection seront des tubes serruriers.

L'entreprise proposera au contrôle ou Maître de l'ouvrage un échantillon pour chaque type d'objet à adopter. Le contrôle dispose d'un délai de trois (3) jours pour donner son avis. Passé ce délai, le contrôle est censé avoir accepté.

## **13. Carrelage et revêtement – Matériaux céramiques**

Ces matériaux seront conformes aux normes malgaches TBM NM 24. Un échantillon de chaque variété (faïence, grès cérame, granito).

Avant ses utilisations, ses qualités doivent être agréées par un contrôle..

## **14. Plomberie – Sanitaire**

Les canalisations d'alimentation des appareils sanitaires seront réalisées soit en tuyaux galvanisés de 20/27 soit en tube techtube gainé bleus ou rouge muni de toutes les pièces accessoires nécessaires au bon fonctionnement des appareils.

Avant l'emploi de ces matériaux, l'entreprise s'assurera que les tuyaux utilisés bénéficient de la marque nationale de qualité « PF » ou de caractéristiques identiques (ISO...) ; Les tuyaux devant comporter obligatoirement :

- Le numéro d'admission à la marque nationale de qualité ;
- Le monogramme de la marque de qualité ;
- Le symbole de la matière qui les constitue : PVC...

Les tuyaux galvanisés doivent porter des marques lisibles et indélébiles permettant d'identifier le fabricant et l'usine productrice.

Toutes les pièces d'assemblage et de raccordement à la tuyauterie devront être conformes à la norme NFE 29.029 et pourront être galvanisés ou noirs. Les alimentations en eau auront des sections proportionnelles aux débits nécessaires par le nombre d'appareil afin que ceux-ci aient un fonctionnement parfait. Tous les appareils seront en céramique et doivent avoir l'agrément du contrôle avant pose.

## **15. Fournitures pour le réseau électrique**

Toutes les fournitures pour le réseau électrique doivent être neuves et correspondre exactement aux obligations du maître d'œuvre pour le travail à exécuter.

Leurs caractéristiques et leurs qualités seront conformes aux normes TBM complétées le cas échéant par les normes CEI, REEF.

L'entreprise aura l'entièr responsabilité de la fourniture du matériel, que ce soit au niveau de ses caractéristiques, de sa bonne adaptation aux ouvrages, des délais de livraison.

Tous les appareils et équipements (interrupteurs, prises, coffret de répartition, réglette) devront être de type LEGRAND ou équivalent, et devront être agréés par le contrôle avant la pose.

Tous les éléments des installations électriques devront avoir les qualifications suivantes :

- Neufs et en parfait état ;
- Avoir une estampille de qualité ou un certificat délivré par un organisme officiel, chaque fois qu'une telle qualification existe ;
- Etre garanties par leur constructeur pour l'utilisation envisagée ;
- Etre agréés par les Services Publics ou par les Sociétés Concessionnaires lorsque ces organismes ; ont un droit de contrôle sur les installations du titulaire ;
- Etre livrés sur chantier dans leurs emballages d'origine ; être munis de leurs étiquettes d'origine.

L'entreprise devra effectuer sous sa responsabilité et à ses frais, les vérifications techniques auxquelles il est tenu pour ses propres prestations. A titre indicatif, la définition de ces essais figure dans le supplément spécial n°82-51 bis du Moniteur des Travaux Publics et Bâtiment n°51 du décembre 1982, Document COPREC n°1 et 2. L'exécution de ces essais et vérifications ne dispense pas l'entreprise d'effectuer les autres essais et vérifications qui peuvent lui incomber, en application des textes en vigueur ou des clauses du marché.

L'entreprise est tenue de présenter une attestation de conformité de l'installation aux règlements et normes en vigueur, établie par un organisme agréé. Les frais d'établissement de ce rapport sont à la charge du bureau d'étude. Toutefois, les visites complémentaires du contrôleur technique pour lever des réserves éventuelles sont à la charge de l'entreprise.

## **16. Peinture**

Les matières employées seront toujours de première qualité et répondant aux normes AFNOR.

Tous les composants de la peinture seront de bonnes qualités :

- Le blanc de zinc sera pur et sans mélange ;
- Les huiles seront fraîches et bien épurées ;
- L'essence sera pure et grasseuse.

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

Le minium employé pour l'impression des parties métalliques sera obligatoirement du minium de plomb. A défaut de minium, l'entreprise pourra employer une peinture antirouille du commerce à la seule condition que ces matériaux soient agréés.

Toutes les teintes seront parfaitement broyées et incorporées avec diluants. Un temps correct sera prévu à l'application de chaque couche de peinture.

Tous les travaux préparatoires tels que égrenages, rebouchages, calfeutrement, masticages à la colle ou à l'huile, bande à l'eau sont implicitement compris dans le marché.

Le ponçage sera de façon à ne laisser aucun grain sur les enduits et aucune échaude ou trace d'outils sur le bois.

## **17. Vitrerie**

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

## CHAPITRE II: TECHNOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE

### 1. Installation de chantier

L'entrepreneur a le libre choix des installations et matériels nécessaire à l'exécution des travaux, sous réserve d'en soumettre les caractéristiques générales à l'agrément du maître de l'ouvrage sauf dispositions contraires portées par les documents particuliers du marché.

L'aménagement des installations du chantier doit être à la disposition, et à propre frais de l'entreprise titulaire des travaux.

Il devra coordonner des mesures de sécurité et de protection générale par tous les moyens appropriés de son choix de manière à interdire tout accès et éviter tout risque d'accident, de détérioration ou perte de matériaux sur les emplacements placés sous sa seule responsabilité. Il devra en assurer le gardiennage, l'entretien et le clos jusqu'à la réception provisoire.

Le chantier doit avoir le plan d'installation avec indication comme ceci :

- Des voiries et réseaux de chantier,
- Des zones de stockage des matériaux ;
- Des installations fixes de chantier (bureaux, vestiaires, sanitaires) ;
- Des emplacements des matériels (grues, bétonnières, silo à ciment, agrégats, ferrailages) ;
- Prévoir les dispositifs de sécurité et de protection de la santé sur le chantier ;
- Des emplacements de stationnement (personnel de chantier, des entreprises...) et cheminement pour accès aux différents ouvrages.

### 2. Piquetage générale

Le piquetage général sera exécuté aux frais de l'Entreprise titulaire et fera l'objet d'une notification contradictoire qui sera notifié au titulaire. Le niveau de référence et le point de départ de l'implantation seront matérialisés sur le terrain par les soins de l'Entreprise avec des repères fixes et stables qui seront conservés aussi longtemps qu'il sera utile.

### 3. Terrassement

Les travaux de terrassement ont pour objet de la création des plateformes sur lesquelles sont édifiées les constructions, la préparation des excavations de grandes dimensions nécessaires sous-sols des bâtiments, des excavations de petite et moyenne dimension pour l'exécution des fouilles, semelles, ainsi que les tranchées dans lesquelles sont posées les diverses canalisations et fosse septique, les côtes d'enfoncement .

En général, ils entraînent une modification du relief du terrain, soit en abaissant son niveau par enlèvement de terre ou terrassement en déblai, soit en rehaussant son niveau par apport de terre ou terrassement en remblai.

Le coulage de béton en pleine fouille sans coffrage est strictement défendu.

Ces fouilles seront exécutées de manière à assurer à tout moment la sécurité des travailleurs. Elles auront les dimensions nécessaires pour pouvoir coiffer toutes pièces de béton ou de béton armé.

#### a. La tranchée de fondation

C'est une tranchée de fondation qui va reprendre les charges du bâtiment. Son point le plus bas doit être au moins à la mise hors gel. La largeur et la profondeur dépendent de l'importance de la construction mais aussi du type de fondation. Les tranchées ont des dimensions dépendant de l'importance du bâtiment. Si les semelles sont trop larges, il sera nécessaire d'armer le béton.

#### b. Les fouilles

Les fouilles correspondent à des travaux de terrassement, de profondeurs plus ou moins grandes.

Elles sont creusées pour loger différents éléments du bâtiment et des diverses appareils nécessaires au chauffage et à l'égouttage du bâtiment. Il faut donc savoir à l'avance les dimensions de ceux-ci et peuvent avoir plusieurs types :

- Les fouilles en pleine masse : elles sont exécutées sur la totalité de l'emprise des ouvrages afin d'en atteindre le niveau le plus bas, elles sont destinées à recevoir des sous-sols ;
- Les fouilles ou excavations superficielles : ce sont des fouilles dont sa profondeur n'excède pas la moitié de la largeur de l'ouvrage ;
- Les fouilles en rigole : ce sont des fouilles de petites dimensions dont sa largeur est comprise entre 0,40m et 2m pour une profondeur n'excédant pas 1m, elles reçoivent des canalisations de faible profondeur ;
- Les fouilles en puits : elles sont de section de 1 à 4 m<sup>2</sup> et de profondeur maximal de 10m, leur emploi est réservé aux fondations ponctuels des bâtiments ainsi qu'au captage des eaux ou au rejet d'eaux non polluées en milieu naturel ;
- Les fouilles en galerie : elles sont exécutées sous terre, de grande section qui nécessitent la pose d'étalement et de blindage ; elles permettent le passage de canalisations sous des voiries ;
- Les forages : ce sont des fouilles cylindriques de diamètre de 0,10 à 0,50 m avec une profondeur qui peut atteindre plusieurs dizaine de mètre, elles sont utilisées pour recevoir des fondations en pieux ou pour le pompage des eaux alimentant les réseaux de distribution.

### c. Remblai

Les terres nécessaires pour combler les vides autour des ouvrages proviendront en priorité si leurs qualités le permettent, des déblais en pleine masse issus des fouilles et du déblayage.

En cas d'insuffisance, les matériaux seront complétés par des remblais agréés.

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

## 4. Semelle isolé

C'est un socle de fondation peu profonde en béton armé qui compose l'assise d'un mur. La semelle est toujours plus large que l'ouvrage qui y prend appui et, idéalement, les charges sont centrées sur celle-ci. Une armature métallique n'est pas toujours nécessaire.

On vient réaliser des tranchées d'une certaine dimension, suivant la résistance à la pression à obtenir, à la main (pelle, bêche, pioche) ou à la machine (pelleteuse, bobcat). L'alignement des tranchées a été repéré identiquement au plan avec l'aide d'un théodolite. La profondeur des fondations doit reposer à un minimum de 80 cm qui est la mise hors gel.

La semelle isolée est toujours coulée sur place avec une armature si nécessaire. Il faut que la surface soit autant que possible plane sur la face supérieure.

Généralement, pour une habitation individuelle, l'empattement peut être limité à 10 cm et la hauteur de la semelle à 30 cm.

## 5. Maçonnerie de briques

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

Les briques utilisés sont des briques pleines de 10 x 10 x 20 cm façon artisanale hourdées au mortier de ciment dosé à 300 kg CEM II 42,5.

Elles devront être immergées pendant un bon moment avant leur utilisation et seront hourdées au mortier de ciment. Les briques ne doivent pas présenter des fissures, des épaufures dues à une cuisson mal faite ou à des chocs lors des manutentions. Les arêtes devront être bien vives.

Pour l'exécution, l'entreprise doit prévoir les piges pour marquer le niveau de chaque assise. Les emplacements et dimensions des murs, poteaux, ouvertures, etc., seront clairement marqués pour les ouvriers, et seront strictement selon les plans. Si rien d'autre n'est indiqué dans le plan, les murs en briques seront en appareillage de boutisse et panneresse alternées.

Les joints seront remplis complètement de mortier dosé à  $300 \text{ kg/m}^3$ . Les murs seront exécutés d'aplomb et bien plans.

Par temps chauds, les maçonneries fraîches sont arrosées fréquemment mais légèrement pour qu'elles ne dessèchent pas.

Par temps de pluie, à la fin de chaque journée de travail, la partie supérieure des maçonneries est couverte sur une hauteur d'au moins 60 cm comptée à partir du sommet.

Pour la mise en charge des murs, on suppose qu'une résistance suffisante est atteinte 16 heures après l'érection des murs. Pour une charge concentrée, il faudra attendre 24 heures supplémentaires.

## **6. Hérissonnage**

Le hérissonnage est composé de tout venant 0/40 compacté et réglé d'une épaisseur de 15cm. Le dessus est fini par des pierres plus petites empêchant le béton de pénétrer. Ce hérissonnage doit être débarrassé de toutes impuretés terreuses qui faciliteraient la remontée capillaire des eaux.

## **7. Béton**

Tous les éléments en béton et en béton armé seront obligatoirement vibrés lors du coulage. Cette vibration pourra se faire par piquage.

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

**Tableau 38: Composition du béton**

Ces quantités seront vérifiées à l'aide des caisses doseuses calculées pour le gâchage d'un sac entier de ciment.

## a. Dallage

La dalle de sol est composée de béton armé et d'une série d'étanchéités pour empêcher l'humidité de remonter.

La dalle de sol peut être réalisée en même temps que les fondations, après les fondations et sur celles-ci ou encore entre les murs après le montage de la maçonnerie. Il faut assurer l'étanchéité principalement en évitant les remontées capillaires. L'alignement de la dalle à été repéré identiquement au plan avec l'aide d'un théodolite.

Les règles de calcul de béton armé sont celles fixées par le B.A.E.L 91 et ses modificatifs. Le béton pour béton armé sera dosé à 350 kg de ciment par mètre cube ( $m^3$ ).

Les résistances à la compression et à la traction (rupture) devront être au moins celles figurant au tableau ci-après :

Sollicitations	7 jours	28 jours
Compression	160 kg/cm <sup>3</sup>	270 kg/cm <sup>3</sup>
Traction	17 kg/cm <sup>3</sup>	24 kg/cm <sup>3</sup>

**Tableau 39: Résistance du béton**

## b. Eau de gâchage

L'eau utilisée à la fabrication des mortiers et du béton devra être propre, pratiquement exempte de matières organiques, de produits chimiques notamment de sulfate et de chlorure.

## c. Mise en œuvre du béton:

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

Les bétons seront gâchés à la main. Dans ce cas, l'opération se fera sur une plate-forme bétonnée de sorte que les matériaux constituant le béton ne soient jamais en contact avec le sol.

Lors de la mise en œuvre des bétons dans les coffrages, on évitera soigneusement de les verser en masse trop importante formant cône ou de laisser tomber d'une hauteur trop grande pour éviter les ségrégations qui risquent de se produire.

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

On réduira le plus possible les interruptions des travaux pendant le bétonnage. Les surfaces de reprise que la marche normale permet de prévoir devront conserver une rugosité maximum et recevoir une des armatures de couture.

Le coulage de poutre ne sera jamais interrompu. Les bétons coulés seront protégés du soleil par des moyens appropriés et pour régulariser la prise ils seront bien arrosés.

Pour les reprises accidentielles, on s'efforcera de disposer la surface de raccord dans les parties d'ouvrage et suivant les directions pour lesquelles les efforts de tractions seront minimaux. A chaque reprise, on nettoiera à vif la surface de l'ancien béton, on fera des repiquages et on mouillera très longuement et très abondamment afin que le béton ancien soit imbibé avant d'être mis en contact avec le béton frais.

## d. Vibration

Tous les éléments en béton et béton armé seront obligatoirement vibrés lors du coulage. La vibration se fera par pervibration ou vibration interne. Il ne sera pas admis de vibration par les coffrages.

Dans le cas de vibration par aiguille. Celle-ci ne doit pas servir pour étaler le béton, elle doit être enfoncee verticalement dans la masse du béton en place à intervalles réguliers espacés de vingt (20) centimètres à vingt cinq (25) centimètres avec une vitesse d'enfoncement constante voisine de dix (10) centimètres par seconde.

Le compactage du béton type Fibré par règle vibrante peut s'avérer nécessaire, afin d'assurer un bon serrage du béton.

Le personnel chargé de la pervibration devra être un personnel initié et spécialisé.

## 8. Armature

### a. Façonnage

Les barres seront coupées à la longueur voulue à la cisaille. Le cintrage se fera, soit manuellement, soit mécaniquement à froid du premier coup selon les dimensions,

conformément aux plans d'exécutions. Les rayons de cintrage ne devront pas être inférieurs à quatre (4) fois le diamètre.

## b. Assemblage

L'assemblage des barres se fera par ligature. Il sera interdit d'employer des armatures de nuances différentes dans un même élément. Le soudage des barres est interdit.

Toute armature déformée par manipulation devra être remplacée et non redressée.

## c. Mise en œuvre

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

## 9. Coffrages et décoffrage

Le bois employé n'aura pas de flaches, ni de pièces voilées ou échauffées qui ne résisteraient pas à la poussée du béton. Les planches utilisées ne pourront avoir moins de 25 mm d'épaisseur. A moins que l'on utilise du contre-plaquée de revêtement, elles seront obligatoirement rabotées pour les parements vus et pour d'autres parties des ouvrages. Les alignements donnés par les chaises d'implantation seront à respecter.

Les coffrages doivent être solides et hermétiques de façon à prévenir les fuites du mortier ou lait de ciment. Les liaisons doivent être construites pour permettre facilement le déplacement et la fermeture des éléments du coffrage.

Les coffrages devront présenter une rigidité suffisante et maintenus en place, de telle sorte qu'ils ne subissent aucune déformation ou déplacement durant les opérations de mise en place, de pervibration et de durcissement du béton.

Tous les joints de raccordement entre les panneaux de coffrage devront être horizontaux ou verticaux. Les joints de coffrage seront conçus de manière à être étanches pour éviter toute perte de laitance du mortier durant la pervibration.

Sur les parements vus, l'emploi de fils torsadés pour la fixation des coffrages est interdit. Les coffrages pour les parements vus seront façonnés de manières à obtenir une surface de béton régulière et sans discontinuité de ligne, texture ou aspect.

Avant emploi, les coffrages seront nettoyés et débarrassés de toutes traces de laitance, puis recevront une application d'huile décoffrant pour éviter toute adhérence avec le béton.

Toutes les précautions seront prises durant la mise en place des coffrages pour ne pas déplacer les ferraillages.

La distance entre les armatures et les parements extérieurs des ouvrages sera au moins égale à 4 cm mesuré à partir de la génératrice extérieure des aciers les plus près des parements.

Si on fait usage de coffrage d'arrêt dans certaines zones, on prendra toute disposition pour qu'au décoffrage, les surfaces présentent un aspect rugueux et qu'elles soient débarrassées de laitance, la mosaïque du béton étant bien apparente.

Dans le cas où la surface de reprise est inapte à recevoir du nouveau béton, il sera exigé un repiquage soigné de la partie incriminée. Les coffrages d'arrêt ainsi que les coffrages des trous de réservation devront être conçus de manière à pouvoir les enlever facilement sans tordre les armatures éventuelles.

Les décoffrages des colonnes, côtés des poutres, dalles, poutrelles et de toutes autres parties ne portant pas le poids du béton, devront être enlevé aussitôt que possible pour procéder sans délai à la cure et à la réparation des imperfections superficielles.

Les coffrages qui supportent le poids du béton ne pourront être enlevés avant que le béton ait atteint une résistance suffisante soit (28) vingt et huit jours au moins.

Les coffrages devront être enlevés de manière à ne pas affecter la sécurité de l'ouvrage et à ne pas endommager le béton. Dans tous les cas, aucun décoffrage ne pourra avoir lieu sans l'autorisation préalable de l'autorité chargé de contrôle. Cette autorisation ne dégagera en rien le titulaire de ses responsabilités concernant la stabilité et la tenue des ouvrages. Notamment, au cas où les parties en béton en parement se trouveraient arrachées au moment du décoffrage, l'autorité chargée de contrôle aura seule la qualité pour juger si la

nature ou l'importance de la dégradation exige la démolition ou la réfection des parties défectueuses ; les éléments ébranlés et fissurés aux décoffrages seront abattus

## **10. Mortier**

Le malaxage est fait mécaniquement. Si exceptionnellement et avec l'autorisation du chargé de contrôle, il n'est pas fait usage d'un malaxeur, le mélange est opéré à sec sur une aire plane et de niveau, en tôles planes ou en béton, jusqu'à une parfaite homogénéité. L'eau est ajoutée progressivement. La trituration continue ensuite jusqu'à ce que le mortier soit parfaitement homogène et bien liant.

Le mortier doit être gâché assez ferme pour que, à la main, il forme une boule légèrement humide, mais ne coulant pas entre les doigts. Pour certains mortiers, tels que mortiers pour reprises, mortiers à projeter, mortiers à mater, l'autorité chargée de contrôle peut accepter une autre consistance.

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

Désignation	Eau	Sable	Ciment Réf.	Quantité	Utilisation
<b>Mortier n°4</b>	200 L	1000 L	150/250	300 kg	Pose des maçonneries
<b>Mortier n°5</b>	200 L	1000 L	250/325	350 kg	Enduits intérieur et extérieur
<b>Mortier n°6</b>	200 L	1000 L	250/325	450 kg	Chape, socle et scellement

**Tableau 40: Dosage des mortiers**

### a. Enduits :

Le mortier pour enduit sera dosé à 350 kg de CEM II 42,5 par  $m^3$ .

Pour les enduits appliqués à la truelle, le mortier gâché serré est projeté avec force à la truelle, refoulé à la taloche et dressé régulièrement. Avant que la première couche ne soit complètement sèche, elle est recouverte par la suivante, la dernière couche est talochée. Lorsque le mortier a rejetée son eau et pris une certaine consistance, le lissage est renouvelé à plusieurs reprises, sans mouiller la surface. Après l'achèvement, l'enduit doit être homogène d'aspect régulier sans gerçures ni soufflures.

Ces enduits devront être rigoureusement étanches sous une projection d'eau à cinquante centimètres (50 cm) de distance de mur pendant une durée de deux (2) heures. Il sera prévu deux (2) couches :

- Une première couche simplement projetée (crépissage accompagné d'un dressage sommaire sur toute la surface à enduire).
- Une deuxième couche dressé et talochée, puis lissée.

**b. Chape**

La chape sera lissée ou bouchardée et teintée uniformément.

Le mortier sera fortement refoulé et lissé à la grande truelle jusqu'à ce qu'il soit devenu bien compact, résistant. La chape aura une épaisseur minimale de 2 cm.

Le support ayant été préalablement nettoyé, lavé et piqué s'il y a lieu, de manière à ne comporter aucune partie lisse, les chapes sont constitués d'une couche de mortier de 2 cm d'épaisseur, comprimée fortement, talochée et lissée à plusieurs reprises pour éviter les gerçures.

Sauf par temps humide, pour les ouvrages en surface, la chape est recouverte et arrosée.

### **11. Menuiserie bois**

L'exécution sera selon les dessins détaillés et les pièces seront préfabriquées dans un atelier approuvé au préalable par le Bureau d'Etude et de Contrôle.

Tous les assemblages seront bien ajustés et d'une haute qualité de finition. Chaque pièce mobile doit fonctionner efficacement avec des pièces de quincaillerie bien fixées. Tous les clous, vis, etc., seront couverts ; tous joints et fissures seront obturés avec un composé

bouche-pores d'une couleur compatible avec le bois. Toutes surfaces exposées de la menuiserie doivent être travaillées. Toutes les arêtes seront arrondies et toutes les moulures exactement corroyées.

Avant l'application de la peinture, toutes les surfaces à peindre doivent être bien poncées.

## **12. Menuiserie métallique**

On utilisera de la soudure électrique pour l'assemblage de tous les éléments métalliques. L'exécution doit être faite avec soin sans masse de soudure.

Pour les coupages des matériaux, on utilisera des scies à métaux ou cisailles. Le chalumeau coupeur ne devrait être utilisé que dans le cas où c'est vraiment indispensable et approuvé par le Bureau d'Etude et de Contrôle. Les extérieurs de toutes pièces métalliques en fer noir nouvellement installés seront finis avec de la peinture antirouille.

Les garde-corps métalliques seront utilisés pour les rampes d'accès.

## **13. Quincaillerie – Serrurerie**

Toutes les quincailleries seront mise en place avec le plus grand soin. Les entailles nécessaires auront la profondeur voulue pour ne pas altérer la farce des bois.

Pour la fixation des quincailleries, il sera interdit l'emploi des clous. Dans tous les cas, le titulaire doit se référer au descriptif des travaux pour les quincailleries et serrureries à mettre en œuvre.

## **14. Les conduits**

### **a. Les différents types d'eaux à évacuer**

#### **◆ Eaux usées**

Les eaux usées sont les eaux rejetées par les installations domestiques de salles d'eau, buanderies, cuisines et lavages divers. Les conduits partent de chaque descente d'appareil domestique, passent en travers de la maison. Une chambre de visite est située à l'extérieur de la maison ainsi qu'un dégraisseur. Celui-ci sert à garder les impuretés avant de relâcher l'eau à l'égout public.

## ◆ Eaux de pluie

Ce sont les eaux des chutes atmosphériques de pluie; ces eaux, tombant sur les toitures, les terrasses, les cours ou la voirie, sont collectées et dirigées en général vers le milieu naturel. Les conduits partent de chaque descente de toit, passent en faisant le tour extérieur de la maison par des chambres de visite. Celles-ci servent à accéder aux tuyaux en cas de problème.

## ◆ Eau vanne

Ce sont des liquides chargés ou non de matières solides provenant des cuvettes des W.C. et des urinoirs, qui nécessitent un traitement d'épuration avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Les conduits partent de chaque descente de W.C., passent en travers de la maison. Une chambre de visite scellée est située à l'extérieur de la maison ainsi qu'une fosse septique. Celle-ci sert à décanter les matières fécales avant de relâcher l'eau à l'égout public.

### b. Mise en œuvre

On réalise à la main (pelle, bêche, pioche) ou à la machine (pelleteuse, bobcat) les tranchées reliant les différentes descentes d'eaux aux chambres de visites. La liaison se fait avec une série de coudes dont l'angle dépend de l'inclinaison qu'ont les tuyaux.

Les tuyaux sont posés avec une légère pente pour laisser couler l'eau vers la chambre de visite. Le côté mâle se place au-dessus de la pente et le côté femelle en-dessous. Les tuyaux sont rendus hermétiques entre eux grâce à du mastic.

## ◆ Tuyaux et descente d'eaux pluviales

Tuyaux du commerce ronds en PVC de diamètre 125 mm de couleur grise claire comprenant éléments droits, coudes cintrés le cas échéant.

Compris coupes, adaptations, raccordement aux naissances des gouttières.

Assemblages entre pièces mâles et femelles par collage.

Fixation par (collier lyre/ collier bride), avec simple bague.

Colliers fixés par scellement ou autre mode de fixation en fonction de la nature de la paroi support.

Mise en œuvre de l'ensemble selon prescription du fabricant (Nicoll ou équivalent). Avec s'il y a lieu, mamelon mixte de raccordement.

### ◆ **Tuyaux dits « Dauphin » en PVC en pieds de descentes d'eaux pluviales**

Tuyaux PVC de 1 m de longueurs dit dauphin. Fixation par 2 colliers de type à bride.

Couleurs identiques à celle des tuyaux de descente.

- Parcours :

Les parcours de tuyaux de descente seront une ligne rigoureusement verticale.

- Essais :

Un tuyau muni de son emboîtement et rempli d'eau est mis en charge sous une pression de cinq (5) mètres d'eau maintenue pendant dix (10) minutes. Il ne doit présenter ni suintement, ni bouillonnement, ni à plus forte raison un petit jet.

## **15. Assainissement**

### a. **Etendue et consistance des travaux :**

Les travaux d'assainissement à la charge de l'entreprise comprendront :

- La fourniture et la pose des canalisations comprenant tuyaux, pièces de raccords, autres éléments de réseaux ou spéciaux ;
- L'exécution de tous les joints de tous types nécessaires, compris toutes fournitures et prestations ;
- La construction de tous ouvrages accessoires en maçonnerie et autres nécessaires ;
- La construction des regards, bouches d'égout, boîtes de branchement, siphons, réservoir de chasse, etc. ;
- Les raccordements aux ouvrages et aux canalisations existants ;
- Les épreuves et les essais ;
- Et tous autres travaux complémentaires compris fourniture et prestation nécessaires pour livrer le réseau d'assainissement en complet et parfait état de fonctionnement ;

- L'exécution des branchements sera à la charge de l'entreprise ;

En ce qui concerne les travaux de terrassement pour tranchées des canalisations et autres, il est précisé que tous les travaux de terrassement pour la pose des canalisations d'assainissement sont à la charge de l'entreprise.

Les travaux de terrassement comprendront :

- Les fouilles pour tranchées ;
- Le remblai de toutes les fouilles ;
- L'enlèvement hors du chantier des terres en excédents ;
- L'apport de matériau pour remblai, si nécessaire ;
- Le piquetage du tracé des canalisations.

## b. Définition et limite des travaux de l'entreprise :

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

- EP à évacuer :
  - les EP du bâtiment ;
  - les eaux de ruissellement superficielles des aménagements extérieurs traités en sol imperméables sans installations de traitement.

L'ensemble de ces EP sera à rejeter par épandage superficiel ou guidé par des cunettes en pavés.

- EU – EV à évacuer :
  - les EU – EV du bâtiment ;
  - depuis les sorties des chutes intérieures, amenées en attente à environ 0,50 à 1 mètre à l'extérieur des murs périphériques, sans installations de traitement.

L'ensemble de ces EU – EV sera à amener jusqu'à l'installation d'épuration autonome.

## ◆ Fosse de relevage

Fosse de relevage à réaliser en place comprenant :

- Fouille en terrain de toute nature, compris sortie et enlèvement de terres ;
- Radier et parois en béton au dosage de 350kg de CPA45, avec addition de produit hydrofuge ;
- Feuillure au dessus, avec fer cornière en acier galvanisé ;
- Chape au fond et enduit sur les parois au mortier de ciment additionné de produit hydrofuge, avec gorge dans tous les angles ;
- Epaisseur du radier et des parois en fonction des dimensions de la fosse, avec armature si nécessaire.

Sur le dessus, fermeture par un couvercle métallique en tôle sur cadre en profilé avec charnière et serrure, livrer avec couche primaire et 2 couches de peinture.

### ◆ Regards d'évacuation maçonnés

Les regards en maçonnerie de briques ou d'agglos sont interdits par le fascicule n°70 du CCTG, sauf cas particuliers. Les regards, boîtes de branchement, etc. seront de type préfabriqué.

Dans le cas de réalisation en place, ils seront coulés en béton comprenant :

- Fouille en terrain de toute nature, sortie et enlèvement des terres ;
- Radier en béton au dosage de 300 kg de CEM II 42,5;
- Paroi en béton de même dosage ;
- Couronnement en béton avec feuillure pour tampon ;
- Chape ciment lissée sur le fond, avec façon de cunette sauf dans le regard sec, et enduit lissé sur les parois avec gorges dans les angles.

Les fouilles ne pourront être remblayées qu'après accord du contrôle ; cette prescription est valable pour toutes les canalisations enterrées.

## 16. Plomberie – Sanitaire

Les travaux de plomberie comprennent les appareils et accessoires sanitaires ainsi que les conduites d'alimentation.

L'alimentation en eau de ces bâtiments doit être exécutée avec l'accord du Bureau d'Etude et de Contrôle. L'emplacement de chaque type d'appareil sanitaire est défini dans les plans.

Les réseaux d'alimentation en eau et d'évacuation d'eau seront équipés de toute la plomberie nécessaire : robinets, vannes d'arrêts, coudes, raccord unions, tés, mamelons, etc. Tous les équipements et installations doivent être neufs, durables et de bonne qualité. Chaque appareil doit marcher efficacement, sans fuite ni bruit. Tous les robinets doivent fermer complètement. Le coudage des tuyaux est strictement interdit. L'Entrepreneur doit toujours utiliser les accessoires d'assemblage comme les coudes, raccord union, etc.

Si rien d'autre n'est précisé, à chaque arrivée, il y aura une vanne primaire de fermeture en galva à l'intérieur du bâtiment.

Les tuyaux d'alimentation seront en acier galvanisé ou en PPR (tuyau PVC à pression) et dimensionnés comme suit :

Diamètre 15/21 tuyaux d'utilisation mineure

- Diamètre 20/27, 33/42 tuyau et raccords principaux.
- Tout tuyau encastré sera posé avant d'enduire les murs.

Les appareils sanitaires, les robinetteries et les accessoires seront ceux fournis ou recommandés par le fabricant de l'appareil. Il y aura un robinet d'eau froide au dessus de chaque bac plus la connexion d'eau froide à toutes les douches, bains et toilettes. Les appareils alimentés d'eau chaude seront munis de robinet mélangeur ou mitigeur. Tous les appareils sanitaires, sans exception, quel que soit leur nature (inox, porcelaine, béton armé, etc.) doivent être munis de siphon d'évacuation à leur base suivant leur fabricant d'origine ou d'un équivalent approuvé par le Bureau d'Etude et de Contrôle. Les appareils sanitaires, si rien d'autre n'est indiqué ailleurs seront de fabrication aux normes européenne ou des équivalents approuvés par le Bureau d'Etude et de Contrôle.

## a. Réglementation

Les cahiers de charges pour les travaux de canalisation sont les suivants :

- DTU 60.31 de décembre 1965 – eau froide avec pression
- DTU 60.32 de décembre 1965 – descente d'eau pluviale
- DTU 60.33 de décembre 1965 – évacuation d'eau usée
- DTU 60.1 du mois d'octobre 1959 : cahier de charges applicable aux travaux de plomberie sanitaire.

- DTU 60.1 additif : mise en œuvre des canalisations, traversées des planchers, murs et cloisons.
- DTU 60.1 de mars 1970, additif n°3 : installation et distribution d'eau en tube d'acier à l'intérieur des bâtiments.
- La norme NF 41.201 : code des conditions minimales des travaux de plomberie et installations sanitaires urbaines.
- La norme NFT 54.002 : éléments de canalisation en matière plastique (définition et dimension).
- La norme NFT 54.016 : tube en polychlorure de vinyle non plastifié, spécification générale.
- La norme NFT 54.017 : tube en polychlorure de vinyle non plastifié pour installation sanitaire (spécification).
- La norme NFT 54.029 : raccords moulés en polychlorure de vinyle non plastifié série pression.
- La norme NFT 54.030 : raccords moulés en polychlorure de vinyle non plastifié série écoulement (spécification)
- La norme T 54.031 : élément de canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié, assemblages simples à joints préformés pour canalisations d'écoulement, caractéristiques dimensionnelles
- La norme T 54.032 : éléments de canalisation en polychlorure de vinyle non plastifié, assemblages coulissants à joints préformés pour canalisations d'écoulement, caractéristiques dimensionnelles
- La norme T 54.037 : éléments de canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié, assemblages à joint préformés pour canalisations d'écoulement, aptitude à l'emploi (spécification).

## b. Branchements

Des vannes de sectionnement et d'arrêt devront être posées pour un ou plusieurs appareils

## c. Coupe

La coupe des tuyaux peut être exécutée par sciage, tronçonnage ou au moyen d'une coupe tuyau à molette ou à couteau. Le chalumeau oxycoupeur n'est autorisé que pour des

diamètres supérieurs à 180 mm et à condition que le revêtement de zinc intérieur et extérieur soit constitué après coupe par métallisation après brossage.

## d. Filetage

Le filetage intérieur ou taraudage des tuyaux est interdit.

## e. Cintrage

Le cintrage doit être effectué mécaniquement et uniquement à froid.

## f. Assemblage des tuyaux

Les tuyaux seront assemblés au moyen de pièces de raccords en fonte malléable galvanisée ou cadmiée, ou des pièces de raccords en bronze. Les manchons filetés en acier peuvent être utilisés à condition qu'ils soient galvanisés intérieurement et extérieurement.

## g. Canalisation d'évacuation intérieures enterrées en tuyau PVC

L'exécution du réseau d'évacuation enterrée des eaux de toute nature comprend :

### ◆ Terrassement

Exécution de la tranchée en terrain de toute nature compris démolition de tous les éléments durs éventuellement rencontrés, le fond de fouille dressé et pente à la pente voulue.

Mise en place d'un lit de sable de 10 cm d'épaisseur minimale, dressé selon la pente et compacté.

Après pose des tuyaux, remblaiement en sable jusqu'à 10 cm au dessus de la génératrice supérieure des collets de la canalisation et compactage.

Remblaiement de la tranchée jusqu'au niveau voulu en terre en provenance de la fouille ou en matériau d'apport à fournir si nécessaire et compacter.

Sortie et enlèvement hors du chantier des terres en excès.

### ◆ Canalisations

Si nécessaire en fonction des conditions particulières rencontrées, calage des joints sur une assise en béton maigre.

## ◆ Nature des canalisations

Tuyaux de canalisations de diamètre : 100 mm et raccords en PVC, de type pour « évacuation des eaux » série non allégée, de fabrication répondant au règlement particulier NF 650, aux normes NF T 54-017 et 54-030, et certification n°01.29.

Joint à emmanchement avec bague de joint et pâte lubrifiante, conformément à la prescription du fabricant.

L'emploi des raccords PVC moulés par injection des séries « pression » et des séries « écoulement » est obligatoire. Il est interdit d'employer des pièces façonnées sur le chantier. Ces raccords doivent être titulaires des marques nationales de qualité « PF » ou similaire et doivent comporter obligatoirement les indications suivantes :

- La marque du fabricant ou un signe permettant de l'identifier (N° d'admission à la marque nationale de qualité) ;
- Le symbole de la matière qui les constitue : PVC.

## h. Impératifs techniques

### ◆ Assemblages

L'assemblage des tuyaux et des raccords PVC peut être effectué par collage à l'aide d'un adhésif qui assure également l'étanchéité.

### ◆ Adhésif

Pour assurer une parfaite étanchéité, seuls les adhésif à solvant fort doivent être utilisés quel que soit le type de raccord.

### ◆ Collage

Chanfreiner les extrémités des tuyaux lorsqu'ils sont sciés sur le chantier et dépolir sur les surfaces destinées à être en contact à l'aide de toile émeri ou de papier de verre, puis les essayer soigneusement et les dégraisser avec un solvant très volatile.

Appliquer l'adhésif à l'aide d'un pinceau sans excès (une couche mince) à l'entrée de l'emboîture de l'élément femelle puis sur l'élément mâle.

L'emboîtement doit se réaliser sans mouvement de torsion par joint avec anneau d'étanchéité.

### ◆ Dilatation et retrait

Pour les descentes d'eaux pluviales, on doit impérativement utiliser des assemblages coulissants permettant le libre jeu de dilatation et de retrait. Il pourra être utilisé des manchons de dilatation à « joint lièvre ». Afin de permettre le libre mouvement de dilatation du tube, celui-ci ne sera pas emboîté à fond dans le joint de dilatation, il sera ménagé un jeu d'environ 2 cm.

### ◆ Fixation

Les colliers de fixation ne doivent pas être serrés à fond afin de permettre un léger glissement de la canalisation qu'ils doivent supporter mais non bloqués, sauf dans le cas d'exécution de points.

## 17. Carrelage

Ces matériaux sont conformes aux normes Malgaches NM 24 et 6A tome IV du TBM. Leur qualité et teinte doivent être soumis à l'agrément de l'Architecte/Ingénieur avant utilisation.

Les revêtements en carreaux seront posés à bain de mortier dosé à 450kg de CPA. Avant la pose du revêtement, l'Entrepreneur devra s'assurer que tous les éléments de construction prévus, enrobés ou scellés sont à leur place : tubes, fourreaux, etc.

Il devra également nettoyer, brosser et au besoin laver ou repiquer la surface du support et débarrasser de toute trace de mortier, plâtre, etc.

## 18. Peinture

### a. Egrenage

Cette opération consiste à débarrasser la surface à peindre de tous grains ou petites aspérités au moyen d'un grattoir triangulaire ou de tout autre approprié.

Elle sera exécutée obligatoirement avant toute peinture d'enduit ou de ragréage au mortier de ciment.

## b. Epoussetage

L'enlèvement des poussières par époussetage sera obligatoirement assuré avant l'exécution d'enduit et l'application de toute couche de peinture ou de vernis.

## c. Brossage

L'enlèvement à la brosse dure des tâches de mortier sur boiserie, de la couche légère de rouille sur les fers, fontes, tôle sera toujours exécuté.

## d. Dressage des fers, fontes et aciers neufs

Les fers, fontes, aciers venant d'usine seront soigneusement dégraissés.

## e. Rebouchage

Cette opération consistera à dissimiler par un masticage soigneusement effectué les défauts, petites cavités, fentes, fissures, irrégularités, crevasses, joints, nœuds de menuiseries, etc. Lorsque l'ensemble du travail comportera une couche d'impression générale, le rebouchage sera exécuté après application de celle-ci.

Le travail de rebouchage comportera obligatoirement le calfeutrement des moulures, champs, plinthes, etc... ainsi que l'enduit de toutes pièces de ferrures entaillées ; ces parties métalliques ayant reçues au préalable une couche primaire d'antirouille.

## f. Ponçage à sec

Il s'exécutera au papier verre de telle façon qu'il ne devra laisser subsister sur la surface rebouchée, enduite ou peinte, aucun grain, pépin ou aspérité.

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

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

Les maçonneries enduites intérieures, béton brut ou r agrée feront l'objet de :

- Egrenage ;

- Rebouchage ;
- Application d'une d'impression ;
- Deux couches de peinture plastique liquide vinyle ou peinture à l'huile.

## **19. Vitrerie**

Les vitres seront posées sous pare close bois, en assurant une meilleure pose et parfaite étanchéité. Les vitres seront d'une épaisseur de 4 mm.

## CHAPITRE III: EVALUATION DU COUT DU PROJET

### I. Devis descriptifs

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.

#### 1. Installation de chantier.

- ◆ Transport des matériels et personnels sur le site ;
- ◆ Disposition des différentes installations (logement des personnels, magasin de stockage des matériaux et matériels, bureau de chantier,.....)
- ◆ Clôture de chantier en matériaux locaux légers ;
- ◆ Branchement provisoires ;
- ◆ Repli de chantier.

#### 2. Démolition

Démolition des infrastructures existant sur le site pour fonder le nouveau projet.

#### 3. Terrassement

##### a. Nivellement

- ◆ Nettoyage du site ;
- ◆ Nivellement général du terrain où l'on installe le projet;
- ◆ Transport et mis en dépôt des matériels de nettoyage dans un lieu agréé par le maître
- ◆ d'œuvre.

##### b. Fouille en rigole

Fouille en rigole ou en tranchée sur terre franche avec jet sur berge, compris dressement des parois et des fonds destinées à recevoir les Semelles de fondation et les différents accessoires d'assainissement (canalisation, regard,...)

## c. Fouille en excavation

Fouille en excavation ou en tranchée sur terre franche avec jet sur berge, compris dressement des parois et des fonds pour l'emplacement des accessoires d'assainissement comme les fosse-septiques et puisard.

## d. Remblais de terre

Pour le comblement des fouilles autour des ouvrages, il faut faire des remblayages de terre avec reprise, épandage, régâlage par couche de 20 cm à compacter avec arrosage, y compris toutes sujétions.

## e. Evacuation de terre excédentaire

Concernant les excès de terres inutiles pour la construction, il faut les évacuer hors de l'emprise du chantier dans un endroit agréé par le maître d'œuvre quelque soit la distance.

## 4. Ouvrage en infrastructure

### a. Béton dose à 150kg de ciment

Les bétons dosés à 150 kg de ciment sont employés pour fabriquer des bétons de formes et bétons de propriétés sous semelles de fondations, sous longrines, sous départs escaliers, sous fosses septiques, sous regards, etc...et sont coulés directement en contact avec le sol.

### b. Béton dosé à 300 et 350 kg de ciment

Les Bétons armés dosé à 350 Kg de ciment sont destinés pour fabriquer des bétons pour les semelles, longrines, poteaux, poutres,

Des coffrages sont nécessaires pour y couler les bétons puis suivi d'une pervibration.

### c. Armature en acier rond

Les armatures pour les ouvrages de béton en acier doivent suivre les critères suivantes : rond, lisse ou à haute adhérence, doux, tore, et doivent être conformes à l'article INF.3, tous diamètres, compris façons, cintrages, mise en place et ligature en fil de fer recuit.

### d. Coffrage en bois

Coffrage en bois dur du pays, y compris étalement, buttage et toutes sujétions de mise en œuvre pour les ouvrages concernés à l'article INF 3.

e. Dallage

- ◆ Fourniture et mise en œuvre d'un hérissonnage en pierres sèches d'épaisseur 20 cm en tout venant, y compris les travaux complémentaires qui sont le compactage, le réglage et toutes sujétions ;
- ◆ Fourniture et mise en œuvre d'une couche de forme en sable de 5 cm d'épaisseur, y compris compactage, réglage et toutes sujétions ;
- ◆ Fourniture et mise en œuvre du béton de forme dosé à 300 kg de ciment CEMII de 8 cm d'épaisseur, coulé directement sur le sol, y compris pilonnage, dressage de la surface horizontale et toutes sujétions.

Ce type de travaux concerne toute la surface du bâtiment de même type.

5. Ouvrage en superstructure

a. Béton armé dose à 350kg de ciment

Béton de gravillon dosé à 350 kg de ciment CEMI 42,5 pour béton armé, y compris pervibration et toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : chainages, linteaux, poteaux, dalle, auvents, poutres, appuis de baies, paillasses, escaliers, dalle (plancher)

b. Armature en acier ronds

Armature de béton en acier rond, lisse ou tore à tous types de diamètres, y compris coupes, façons, cintrages, mise en place et ligatures au fil recuit et toutes sujétions.

Concerne : - les ouvrages concernés à l'article SUP.1

c. Coffrage en bois

Coffrage en bois dur du pays, y compris étalement, buttage et toutes sujétions de mise en œuvre pour les ouvrages concernés à l'article INF 3.

Concerne : les ouvrages en béton armé.

d. Coffrage en polystyrène

Coffrage en polystyrène de 2 cm d'épaisseur, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : - joints de rupture

## 6. Maçonnerie

Maçonnerie de briques pleines en terres cuites de 11 cm d'épaisseur fabriquées de façon artisanales hourdée au mortier dosé à 350 kg de ciment avec toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : Murs de remplissage et mur de séparation

## 7. Toiture terrasse

### a. Dallage de 14 cm d'épaisseur

- ◆ Etanchéité pour toiture terrasse accessible et inaccessible d'épaisseur 20 mm
- ◆ Forme de pente en béton de gravillon d'épaisseur 5 cm
- ◆ Gravillon pour protection de l'étanchéité d'épaisseur 5 cm

### b. Tuyau de descente

Tuyau de descente d'eau en PVC 100, posé en élévation par colliers, à contre- partie boulonnées, en fourniture et pose, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : évacuation des eaux pluviales

### c. Crapaudine

Crapaudine en fils de fer galvanisé pour tuyau 100 mm de diamètre, en fourniture et pose, y compris toutes sujétions.

Concerne : évacuation des eaux pluviales

## 8. Enduit et chape en béton ordinaire dosé à 400 kg de ciment

Enduit au mortier dosé à 350 kg de ciment de CEM II 42,5, dresse sur repères et finement taloche, exécute en 2 couches 0,015 a 0,020 m d'épaisseur, compris toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : - maçonneries intérieures et extérieures non revêtues, et plafonds

## 9. Assainissement

### a. Canalisation en tube PVC évacuation DN 100

Canalisation en tube PVC d'évacuation DN 100, pose en élévation dans les gaines techniques par des colliers scelles dans maçonnerie, y compris toutes sujétions de coupe et raccordement aux regards.

Concerne : canalisations d'évacuation eaux usées, eaux vannes, eaux pluviales, en aval du premier regard jusqu'à l'égout public

### b. Regard de raccordement

Regard de visite en béton armé d'épaisseur 0,10 m, dose à 350 kg de ciment, reposant sur un radier en béton dosé à 250 kg de ciment de 0,08 m d'épaisseur, les parois verticales et le fond enduit au mortier dosé à 450 kg de ciment avec gorges aux angles ; dalle de couverture en béton armé de 0,08 m d'épaisseur (pouvant supporter le passage d'un véhicule), posée en feuillure, avec anneau de levage de 0,06 m de diamètre scelle au coulage.

Les enduits des regards du réseau seront hydrofugés, leurs fonds seront ancrés de façon à éviter la stagnation des eaux.

Concerne : les regards de drainage et d'assainissement.

### c. Fosse septique de 20 personnes

Fosse septique en béton armé conforme aux règlements sanitaires comprenant : chute, décantation, filtre, avec système de distribution en plaques perforées de béton armé, le système d'évacuation et d'aération.

Concerne : - fosses septiques pour 20 personnes

## 10. Carrelage de revêtement

### a. Grès cérame 20 x 20 antidérapant

Carreaux de grès cérame, pose à bain soufflant de mortier dose à 350 kg, y compris garnissage des joints par coulis de ciment pur, nettoyage à la sciure, enlèvement de graviers, en fourniture et toutes sujétions de pose.

Concerne : tous les locaux autres que les salles de bain et toilettes

b. Faïence 15 x 15

Revêtement en carreaux de faïence blanche ou ivoire de 0,15 x 0,20 pose à bain soufflant de mortier dose à 450 kg de ciment, compris garnissage de joints au ciment, nettoyage parfait à la sciure et enlèvement de gravois

Concerne : au droit des lavabos (2 carreaux en montant), dessus, fronts, pieds et bouts des paillasses, pourtour des douches, toilettes, salles d'eau (1.40 m de hauteur).

c. Plinthe en grès cérame

Fourniture et pose de plinthe en carreaux de grés cérame de 0,10 m de hauteur, compris tous travaux préparatoires et toutes sujétions de mise en œuvre

Concerne : - pourtours des locaux revêtus en grés cérame

**11. Menuiserie**

- ◆ Porte pleine à un vantail de dimension 80 x 210

Concerne : toilettes

- ◆ Porte pleine à un vantail de dimension 90 x 210

Concerne : cuisine, bibliothèques, bureau, dispensaire, chambre

- ◆ Porte pleine à un vantail de dimension 110 x 210

Concerne : trano vata-paty

- ◆ Porte pleine à deux vantaux de dimension 160 x 210

Concerne : salles de réunion, grandes salles

- ◆ Placard sous paillasse

Concerne : cuisine

- ◆ Châssis vitré coulissante 150 x 60

Concerne : toilettes

- ◆ Châssis vitré coulissante 150 x 110

Concerne : toilettes

- ◆ Fenêtre nacos 150 x 110

Concerne : tous les locaux outre que les douches et toilettes

## **12. Plomberie sanitaire**

Les prestations comprennent pour chaque article : fourniture et pose et toutes sujétions de mise en œuvre.

### **a. Siege W.C à l'anglaise**

Siège W-C à l'anglaise comprenant :

- ◆ Une cuvette en céramique à chasse d'eau à siphon caché ;
- ◆ Un abattant double en matière plastique
- ◆ Un réservoir de chasse d'eau dorsale en céramique et équipé de tous ses accessoires avec robinet d'arrêt, toute visserie chromée

Concerne : Les toilettes

### **b. Evier double bacs avec égouttoir**

Evier double bacs avec égouttoir, en acier inoxydable comprenant :

- ◆ Un mitigeur monotrou, bec orientable avec douchette extractible à 2 positions (jet ou pluie)
- ◆ Un siphon en polypropylène avec bonde à panier, vidage automatique.

Concerne : cuisine

### **c. Lavabo autoportant**

Lavabo en porcelaine émaillée comprenant :

- ◆ une colonne avec fixation au sol par pied fixe
- ◆ un robinet chromé à bec tube orientable, avec vidage et tirette
- ◆ un siphon en plastique avec bonde à grille et joints d'étanchéité

Concerne : - Toilette

**d. Tablette en céramique**

Tablette en céramique vissée sur taquet scellé dans maçonnerie, en fourniture et pose, y compris toutes sujétions.

Concerne : au dessus des lavabos

**e. Glace dessus lavabo**

Glace biseautée avec dos vernis spécial contre l'humidité, posé sur agrafes en laiton chromé, en fourniture et pose, y compris toutes sujétions.

Concerne : au dessus des lavabos

**f. Porte-savon liquide**

Porte-savon liquide

Concerne : à côté des lavabos.

**g. Distributeur papier hygiénique**

Distributeur papier hygiénique en laiton chromé, en fourniture et pose, y compris toutes sujétions. Concerne : A côté des WC.

**h. Canalisations d'alimentation et distribution en eau froide**

Canalisation en tuyaux cuivre de différents diamètres, compris manchons, raccords, pièces spéciales, joints et accessoires avec toutes sujétions de mise en œuvre

Concerne : alimentation et distribution en eau froide pour l'ensemble.

**i. Canalisations d'alimentation et distribution en eau chaude**

Canalisation en cuivre de différents diamètres, compris pièces spéciales, joints et accessoires avec toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : alimentation et distribution en eau chaude pour l'ensemble.

**j. Canalisations d'évacuation en PVC**

Canalisation d'évacuation en PVC de différents diamètres, y compris tous les accessoires de raccordement et toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : ensemble des canalisations d'évacuation EU, EV de l'appareil sanitaire jusqu'au premier regard ou fosse septique.

## 13. Electricité

### a. Tableau secondaire

Installation de tableau secondaire de protection et de distribution comprenant : 1 départ point lumineux, 1 départ prise de courant, 1 dispositif de coupure et de sécurité, 1 coffret de répartition et toutes sujétions de mise en œuvre

Concerne : départs électricité du RDC, et de chaque étage

### b. Installation des points limoneux

Installation des tubes fluorescents, y compris toutes sujétions des mis en œuvre

Concerne : toutes les pièces

### c. Circuit de mis à la terre

Fourniture et pose de prise de terre, joint de contrôle et circuit de terre, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : tous niveaux

### d. Prise électrique bipolaire

Fourniture et pose de prise de courant lumière 2P+T10/16A, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : cuisine

### e. Prise électrique avec prise terre

Fourniture et pose de prise de courant lumière 2P+T10/16A, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

Concerne : tous les locaux

### f. Réseaux de distribution et accessoires divers

Câblage d'alimentation électrique, informatique et téléphonique, y compris chemins de câbles, boîtes de dérivation, accessoires et toutes sujétions.

Concerne : - Réseaux de toutes les installations électriques, informatiques et téléphoniques.

## **14. Equipements spéciaux**

### **a. Climatiseur**

Fourniture et pose de climatiseur y compris toutes sujétions de mise en œuvre

Concerne : tous les locaux

### **b. Extincteur**

Fourniture et pose d'Extincteur CO<sub>2</sub> 5 kg DIOXYDE DE CARBONE, y compris tous les accessoires de fixation et toutes sujétions

Concerne : chaque aile et chaque niveau.

## **15. Peinture**

### **a. Chaux grasse**

Badigeonnage à la chaux grasse alunée à 2 couches avant la peinture définitive, y compris toutes sujétions.

Concerne : Toutes les surfaces enduites intérieures du bâtiment sauf celles revêtues en carreaux de faïence.

### **b. Peinture vinylique pour extérieur**

Peinture pour extérieur, appliquée en deux couches croisées sur couche d'impression, compris égrenage et rebouchage

Concerne : surfaces des murs.

### **c. Peinture vinylique pour intérieur**

Peinture pour intérieur, appliquée en deux couches croisées sur couche d'impression, compris égrenage et rebouchage

Concerne : surfaces des murs et cloisons à l'intérieur, sauf soubassement, local personnel et cuisine

### **d. Peinture vinylique à l'huile pour mur**

Peinture à l'huile, en deux couches sur impression, y compris travaux préparatoires et toutes sujétions.

Concerne : Soubassement sur une hauteur de 1,50 m des murs intérieurs ; murs des local personnel et cuisine, sauf ceux revêtus en faïence.

## **II. Sous détails des prix(SDP)**

L'objectif des sous détail de prix est de déterminer les prix unitaires serviront à établir le devis estimatif

Pour l'élaborer, il faudrait connaître :

- les prix unitaires des matériaux ;
- les rendements des manœuvres et ouvriers ainsi que des matériels employés ;
- le coût horaire de matériel en location ;
- le coefficient de débourser sec K

Dans notre exemple, nous supposerons que K=1,25.

L'évaluation des sous détails des prix dépend du rendement selon le type de tâche à réaliser.

Les tableaux ci-dessous vont nous montrer quelques sous détails de prix que nous utiliserons pour les calculs de devis estimatifs.

Désignation		Fouille en rigole		
Unité		$M^3$		
Poste	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
<b><u>MATERIEL</u></b>				
Outillage	Fft	1	600,00	600,00
<b><u>PERSONNEL</u></b>				
Chef de chantier	H.J	1	10 000,00	10 000,00
Manœuvre	H.J	8	3 000,00	24 000,00
Rendement : R	14,5	Total déboursé		<b>34 600,00</b>
Coefficient : K	1,25	Prix règlement PU = (K*D)/R		<b>2 982,76</b>
		Arrondi à		<b>3 000,00</b>

**Tableau 41:** *Sous details de prix pour la fouille en rigole*

# Mémoire de fin d'étude

Désignation	Remblai de terre compacté par couche de 0.10m			
Unité	$\text{M}^3$			
Poste	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
<b>MATERIEL</b>				
Outilage	Fft	1	1 500,00	1 500,00
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	H.J	1	10 000,00	10 000,00
Mancœuvre	H.J	6	3 000,00	18 000,00
Rendement : R	17	Total déboursé		29 500,00
Coefficient : K	1,25	Prix règlement PU = $(K*D)/R$		2 169,12
		Arrondi à		2 200,00

**Tableau 42:** *Sous détails de prix du remblai pour comblement de fouille*

Désignation	Béton de propreté dosé à 150 kg/m <sup>3</sup>			
Unité	$\text{M}^3$			
Poste	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
<b>MATERIEL</b>				
Outilage de base	Fft	1	500,00	500,00
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	H.J	1	10 000,00	10 000,00
Ouvrier spécialisé	H.J	2	8 000,00	16 000,00
Mancœuvre	H.J	3	3 000,00	9 000,00
<b>MATERIAUX</b>				-
Ciment	T	0,15	135 000,00	20 250,00
Sable	$\text{m}^3$	0,4	100 000,00	40 000,00
Gravillon	$\text{m}^3$	0,8	180 000,00	144 000,00
Rendement : R	1,24	Total déboursé		239 750,00
Coefficient : K	1,25	Prix règlement PU = $(K*D)/R$		241 683,47
		Arrondi à		241 700,00

**Tableau 43:** *Sous détails de prix du béton de propreté dosé à 150 kg/m<sup>3</sup>*

# Mémoire de fin d'étude

Désignation		Béton dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>		
Unité		M <sup>3</sup>		
Poste	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
<b><u>MATERIEL</u></b>				
Outilage de base	Fft	1	500,00	500,00
<b><u>PERSONNEL</u></b>				
Chef de chantier	H.J	1	10 000,00	10 000,00
Ouvrier spécialisé	H.J	2	8 000,00	16 000,00
Mancœuvre	H.J	3	3 000,00	9 000,00
<b><u>MATERIAUX</u></b>				
Ciment	T	0,35	25 000,00	8 750,00
Sable	m <sup>3</sup>	0,4	100 000,00	40 000,00
Gravillon	m <sup>3</sup>	0,8	180 000,00	144 000,00
Rendement : R	1,24	<b>Total déboursé</b>		<b>228 250,00</b>
Coefficient : K	1,25	<b>Prix règlement PU = (K*D)/R</b>		<b>230 090,73</b>
		<b>Arrondi à</b>		<b>230 100,00</b>

**Tableau 44:** *Sous détails de prix du béton dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>*

# Mémoire de fin d'étude

Désignation		Coffrage en bois ordinaire		
Unité		$m^2$		
Poste	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
<b><u>MATERIEL</u></b>				
Outilage de base	Fft	1	500,00	500,00
<b><u>PERSONNEL</u></b>				
Chef de chantier	H.J	1	10 000,00	10 000,00
Ouvrier spécialisé	H.J	2	8 000,00	16 000,00
Mancœuvre	H.J	4	3 000,00	12 000,00
<b><u>MATERIAUX</u></b>				
Planche de coffrage	U	40	2 000,00	80 000,00
Bois carré	ml/ $m^2$	15,4	2 000,00	30 800,00
Pointe	kg	5	3 000,00	15 000,00
Rendement : R	25	<b>Total déboursé</b>		<b>164 300,00</b>
Coefficient : K	1,25	<b>Prix règlement PU = (K*D)/R</b>		<b>8 215,00</b>
		<b>Arrondi à</b>		<b>8 300,00</b>

**Tableau 45:** Sous détails de prix du coffrage en bois ordinaire

Désignation	BRIQUE 22			
Unité	M <sup>2</sup>			
Poste	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
<b><u>MATERIEL</u></b>				
Outilage de base	Fft	1	250,00	250,00
<b><u>PERSONNEL</u></b>				
Chef de chantier	H.J	1	10 000,00	10 000,00
Ouvrier spécialisé	H.J	1	10 000,00	10 000,00
Mancœuvre	H.J	2	3 000,00	6 000,00
<b><u>MATERIAUX</u></b>				
Brique	m <sup>2</sup>	180	65,00	11 700,00
Rendement : R	1,5	<b>Total déboursé</b>		<b>37 950,00</b>
Coefficient : K	1,25	<b>Prix règlement PU = (K*D)/R</b>		<b>31 625,00</b>
		<b>Arrondi à</b>		<b>31.700,00</b>

**Tableau 46:** *Sous détails de prix de la maçonnerie de brique d'épaisseur 22*

### III. Devis et estimatif

Le quantitatif est le classement rationnel et récapitulatif des quantités d'ouvrage de même nature et de même qualité, celle-ci étant définie par l'avant-métré.

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

# Mémoire de fin d'étude

N°	DESIGNATIONS DES OUVRAGES	U	QTE	P.U	MONTANT
<b>I. INSTALLATION DE CHANTIER</b>					
<b>1</b>	Installation de chantier	fft	1	7.000.000,00	7.000.000,00
<b>Total installation du chantier</b>					<b>7.000.000,00</b>
<b>II.TERRASSEMENTS GENERAUX</b>					
<b>101</b>	Terrassements généraux de la plateforme et démolition	fft	1	10.000.000,00	10.000.000,00
<b>102</b>	Fouille en rigole y compris dressement des parois et des fonds	m <sup>3</sup>	110	3.000,00	330.000,00
<b>Total terrassement généraux</b>					<b>10.330.000,00</b>
<b>III. BETON ET MAÇONNERIE EN INFRASTRUCTURE</b>					
<b>301</b>	Béton de propreté dosé à 150Kg de 0,05 d'épaisseur	m <sup>3</sup>	5	72.000,00	360.000,00
<b>302</b>	Béton dosé à 300Kg	m <sup>3</sup>	24	162.000,00	3.888.000,00
<b>303</b>	Béton dosé à 350Kg	m <sup>3</sup>	30	189.000,00	5.670.000,00
<b>304</b>	Acier pour béton	Kg	4.304	6.800,00	29.267.200,00
<b>305</b>	Coffrage en bois ordinaire	m <sup>2</sup>	478	8.300,00	3.969.392,00
<b>306</b>	Hérissonage en pierres sèches	m <sup>3</sup>	24	47.700,00	1.138.361,00
<b>307</b>	Film polyane 120µm	ml	230	4.200,00	966.000,00
<b>Total béton et maçonnerie en infrastructure</b>					<b>45.258.953,00</b>
<b>IV. BETON ET MAÇONNERIE EN SUPERSTRUCTURE</b>					
<b>401</b>	Béton dosé à 350Kg	m <sup>3</sup>	269	189.000,00	50.841.000,00
<b>402</b>	Acier pour béton	Kg	24178	6.800,00	164.407.680,00
<b>403</b>	Coffrage en bois ordinaire	m <sup>2</sup>	4 298	8.300,00	35.675.392,00
<b>404</b>	Maçonnerie de brique mur 11	m <sup>2</sup>	264	21.000,00	5.540.445,00
<b>405</b>	Maçonnerie de brique mur 22	m <sup>2</sup>	1 089	31.700,00	34.517.052,00
<b>Total béton et maçonnerie en superstructure</b>					<b>290.981.569,00</b>

# Mémoire de fin d'étude

N°	DESIGNATIONS DES OUVRAGES	U	QTE	P.U	MONTANT
<b>V. CHARPENTE ET COUVERTURE</b>					
501	Etanchéité pour toiture terrasse inaccessible	m <sup>2</sup>	92	66.700,00	6.153.075,00
502	Etanchéité pour toiture terrasse accessible	m <sup>2</sup>	135	71.200,00	9.636.920,00
503	Crapaudine en fil de fer galvanisé	U	4	10.000,00	40.000,00
504	Descente d'eau pluviale en PVC 100	ml	58	9.200,00	529.000,00
<b>Total charpente et couverture</b>					<b>16.358.995,00</b>
<b>VI. MENUISERIE BOIS</b>					
601	Porte pleine à un vantail de dim: 80x210	m <sup>2</sup>	30	180.000,00	5.443.200,00
602	Porte pleine à un vantail de dim: 90x210	m <sup>2</sup>	40	200.000,00	7.938.000,00
603	Porte pleine à un vantail de dim: 110x210	m <sup>2</sup>	2	225.000,00	519.750,00
604	Porte pleine à deux vantaux de dim: 160x210	m <sup>2</sup>	30	375.000,00	11.340.000,00
605	Châssis vitré 150x60	m <sup>2</sup>	7	300.000,00	1.980.000,00
606	Châssis vitré 150x110	m <sup>2</sup>	101	325.000,00	32.890.000,00
607	Placard sous paillasse	ml	16	175.000,00	2.815.750,00
<b>Total menuiserie bois</b>					<b>62.926.700,00</b>
<b>VII. MENUISERIE ALUMINIUM</b>					
	Fenêtre nacos 60x60	U	12	15.000,00	180.000,00
<b>Total menuiserie aluminium</b>					<b>180.000,00</b>
<b>VIII.ENDUIT- CHAPE – REVETEMENT</b>					
801	Enduit maçonnerie	m <sup>2</sup>	4 159	4.000,00	16.637.459,00
802	Chape dosée à 400Kg	m <sup>2</sup>	920	3.900,00	3.588.000,00
803	Revêtement en carreaux de	m <sup>2</sup>	214	39.900,00	8.536.881,00

# Mémoire de fin d'étude

N°	DESIGNATIONS DES OUVRAGES	U	QTE	P.U	MONTANT
804	Revêtement sol en carreaux de grès cérame 20x20	m <sup>2</sup>	865	43.000,00	37.191.948,00
805	Plinthe de 10cm de hauteur	ml	498	21.500,00	10.706.914,00
<b>Total enduit - chape - revêtement</b>					<b>76.661.203,00</b>
<b>IX. PLOMBERIE SANITAIRE</b>					
901	Canalisations d'alimentation principale	ml	75	50.000,00	3.750.000,00
902	Canalisation d'évacuation en PVC 40	ml	146	4.800,00	700.800,00
903	WC à l'anglaise complète en céramique	U	10	240.000,00	2.400.000,00
904	Receveur de douche en céramique de dim: 80x80	U	2	250.000,00	500.000,00
905	Fourniture et pose de porte serviette	U	2	50.000,00	100.000,00
906	Fourniture et pose de porte papier hygiénique	U	10	44.000,00	440.000,00
<b>Total plomberie sanitaire</b>					<b>7.890.800,00</b>
<b>X. ELECTRICITE</b>					
1001	Mise à la terre	U	1	500.000,00	500.000,00
1002	Tableau général	U	1	600.000,00	600.000,00
1003	Canalisation principale en fils conducteurs U 1000 VGV et U1000V	ml	1 120	5.000,00	5.600.000,00
1004	Un point lumineux SA	U	26	15.000,00	390.000,00
1005	Un point lumineux VAV	U	15	30.000,00	450.000,00
1006	Bouton poussoir	U	5	30.000,00	150.000,00
1007	Réglette plafonnier de 1,20 m	U	69	25.000,00	1.725.000,00
1008	Hublot étanche avec grille	U	21	9.000,00	189.000,00
1009	Hublot Salle de Bain	U	2	25.000,00	50.000,00

# Mémoire de fin d'étude

N°	DESIGNATIONS DES OUVRAGES	U	QTE	P.U	MONTANT
1010	Prise lumière	U	63	15.000,00	945.000,00
	<b>Total électricité</b>				<b>10.599.000,00</b>
	<b>XI. PEINTURE - VITRERIE</b>				
1101	Peinture plastique extérieure sur couche d'impression	m <sup>2</sup>	1 030	4.200,00	4.326.840,00
1102	Peinture liquide vinylique pour intérieur	m <sup>2</sup>	2 205	3.800,00	8.379.000,00
1103	Peinture à l'huile	m <sup>2</sup>	421	7.700,00	3.238.312,00
1104	Vitre en verre d'épaisseur 4mm	U	48	9.000,00	432.000,00
1105	Fourniture et pose de miroir à glace	U	9	6.000,00	54.000,00
	<b>Total peinture – vitrerie</b>				<b>16.430.152,00</b>
	<b>XII. ASSAINISSEMENT</b>				
1201	Fouilles pour réseaux d'assainissement	m <sup>3</sup>	23	3.000,00	67.500,00
1202	Canalisation en tube PVC évacuation DN 100	ml	30	9.200,00	276.000,00
1203	Regard de raccordement	U	12	15.000,00	180.000,00
1204	Fosse septique pour 20 personnes	fft	1	4.000.000,00	4.000.000,00
	<b>Total assainissement</b>				<b>4.523.500,00</b>

**RECAPITULATION**

	<b>O. INSTALLATION DE CHANTIER</b>	<b>7.000.000,00</b>
	<b>I. TERRASSEMENTS GENERAUX</b>	<b>10.330.000,00</b>
	<b>III. BETON ET MACONNERIE EN INFRASTRUCTURE</b>	<b>45.258.953,00</b>
	<b>IV. BETON ET MACONNERIE EN SUPERSTRUCTURE</b>	<b>290.981.569,00</b>
	<b>V. CHARPENTE ET COUVERTURE</b>	<b>16.358.995,00</b>
	<b>VI. MENUISERIE EN BOIS</b>	<b>62.926.700,00</b>
	<b>VII MENUISERIE ALUMINIUM</b>	<b>180.000,00</b>
	<b>VIII.ENDUIT - CHAPE – REVETEMENT</b>	<b>76 661 203</b>
	<b>IX. PLOMBERIE SANITAIRE</b>	<b>7.890.800,00</b>
	<b>X.ELECTRICITE</b>	<b>10.599.000,00</b>
	<b>XI. PEINTURE - VITRERIE</b>	<b>16.430.152,00</b>
	<b>XII. ASSAINISSEMENT</b>	<b>4.523.500,00</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>549.140.872,00</b>

# Mémoire de fin d'étude

<b>MONTANT PAR m<sup>2</sup> DE SURAFCE BATIS</b>	Ar	<b>600.000,00</b>
<b>MONTANT TOTAL HORS TAXE</b>	Ar	<b>549.140.872,00</b>
<b>T.V.A 20%</b>	Ar	<b>109.828.174,00</b>
<b>ARRETE A LA SOMME DE</b>	Ar	<b>658.969 046,00</b>

Arrêté le présent devis à la somme de « **SIX CENT CINQUANTE HUIT MILLIONS NEUF CENT SOIXANTE NEUF MILLE QUARANTE SIX ARIARY** » y compris le taxe sur la valeur ajoutée d'une montant de « **CENT NEUF MILLIONS HUIT CENT VINGT HUIT MILLE CENT SOIXANTE QUATORZE ARIARY** ».

Le prix du mètre carré du bâtiment s'élève à « **SEPT CENT MILLE ARIARY** ».

## CONCLUSION

Au terme de ces études, qui se rapportent à la construction de cet immeuble à usage multiple, une réalité s'impose et mérite d'être considérée : « construire un bâtiment nécessite une connaissance préalable des règles en vigueur qui régissent la construction proprement dite, l'urbanisme,... ».

Nous avons pu voir, dans la première partie, que du point de vue architecturale, notre étude est basée sur le confort dans le bâtiment. C'est ce qui nous a guidés dans l'élaboration du plan.

Dans la deuxième partie, on a pu examiner, au cours de l'étude technique, les phases essentielles de la réalisation des bâtiments. Les points suivants ont été particulièrement relevés : le calcul de l'infrastructure, celui de la superstructure.

Dans la dernière partie, la technique de mise en œuvre et l'évaluation du projet, nous avons traité les devis descriptifs et estimatifs.

Ainsi, nous pourrions dire que l'étude d'un édifice demande la maîtrise de plusieurs techniques, puisque mauvaise conception et/ou étude insuffisante, défectueuse, coûteraient des pertes matérielles, voir la vie de nombreuses victimes. Toutefois, l'expérience n'est pas à négliger, surtout dans la mise en œuvre.

Concernant le domaine du bâtiment en général, nous confirmons la nécessité du travail en équipe, tant sur le plan d'études et de conception que sur le plan de réalisations ; et la contribution à l'étude de ce bâtiment a été très instructive du point de vue structurale qu'architecturale.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Henri RENAUD, **Choisir et réaliser les fondations**, Edition Eyrolles, 2<sup>e</sup> édition, 2001 ;
- [2] Jean PERCHAT et Jean ROUX, **Pratique du BAEL 91**, Edition Eyrolles, 3<sup>e</sup> édition 1999, deuxième tirage 1999 ;
- [3] Jean Pierre MOUGIN, **Béton armé BAEL 91 modifié 99 et DTU associés**, Edition Eyrolles, 2<sup>e</sup> édition, 2004 ;
- [4] Ernest NEUFERT, **Les éléments de construction**, Edition DUNOD, 8<sup>e</sup> édition, mai 2004 ;
- [5] Michel Creusé, **Construction des Bâtiments Gros Œuvre**, Edition DELAGRAVE, 1997 ;
- [6] Pierre AUGUSTE, **Bricolez mieux devenez un bon maçon**, Edition Eyrolles, 7<sup>e</sup> édition nouveau tirage, 1986 ;
- [7] Gérard KARSENTY, **Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs**, édition Eyrolles;
- [8] Henry THONIER, **Conception et calcul des Structures de Bâtiment**, Tome 1, 1992 ;
- [9] Henry THONIER, **Le Projet de Béton Armé**, 5<sup>ème</sup> édition, 2005 ;
- [10], **Fotodalana sy Fitsipiky ny FJKM**, édition Antso, 2009;
- [11] Victor RAZAFINJATO, **Cours de résistance des matériaux et calcul de structure** ;
- [12] Lalatiana RAVAOHARISOA, **Cours de béton armé** ;
- [13] Moïse RALAIARISON, **Management de construction** ;

## **LISTE DES ANNEXES**

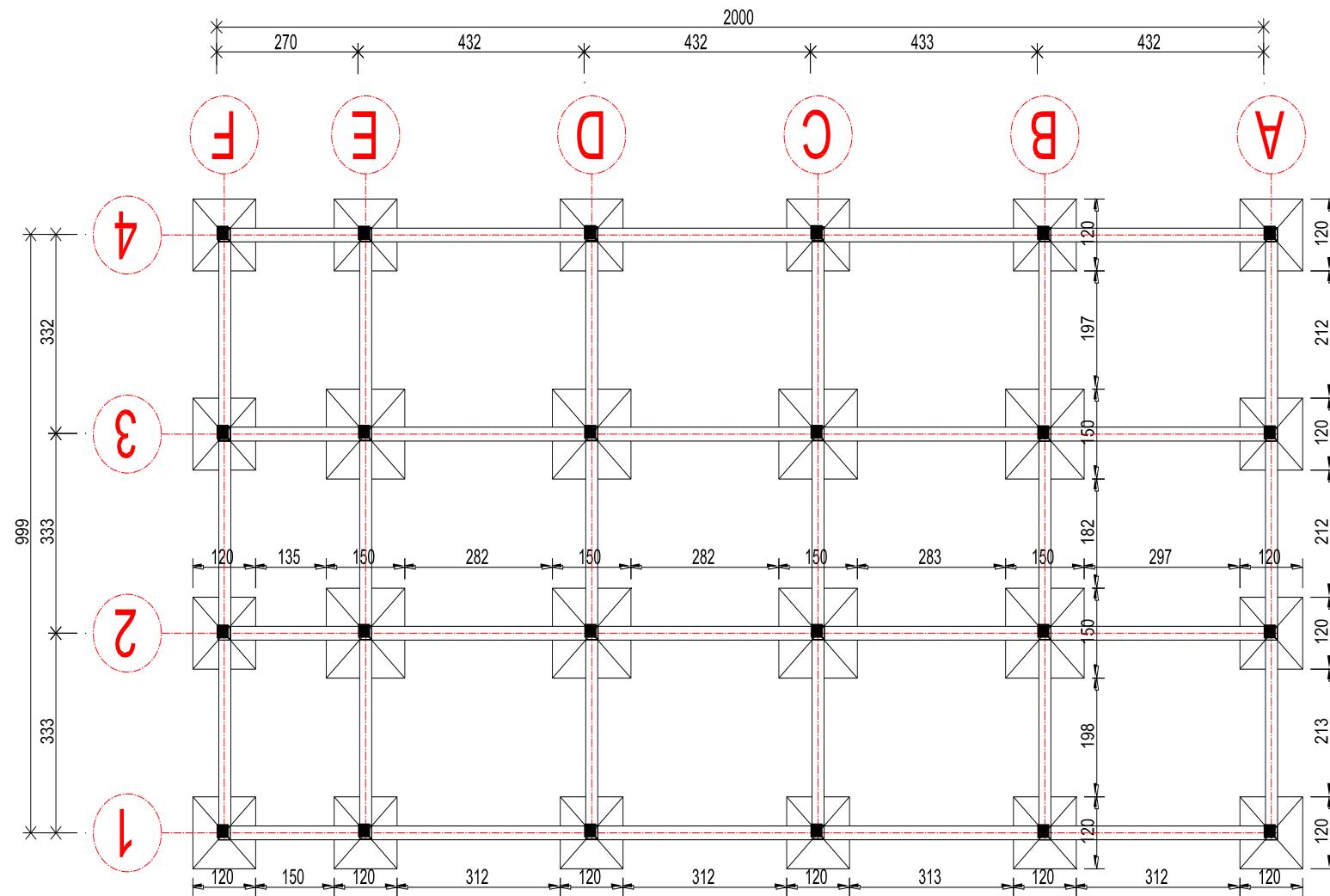
**ANNEXE A:** Plans architecturaux

**ANNEXE B:** Règles de calculs en béton armé

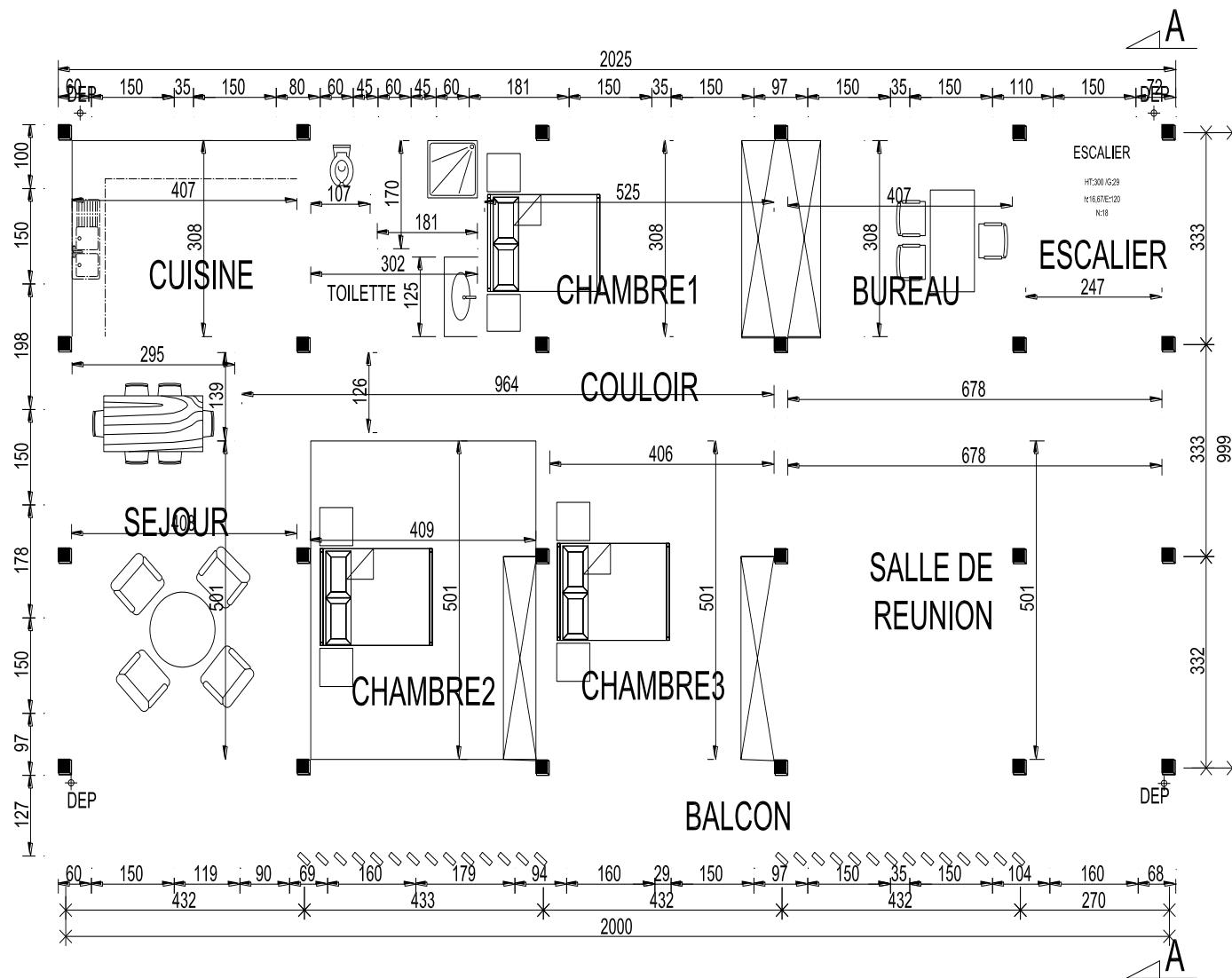
**ANNEXE C:** Calculs de structures

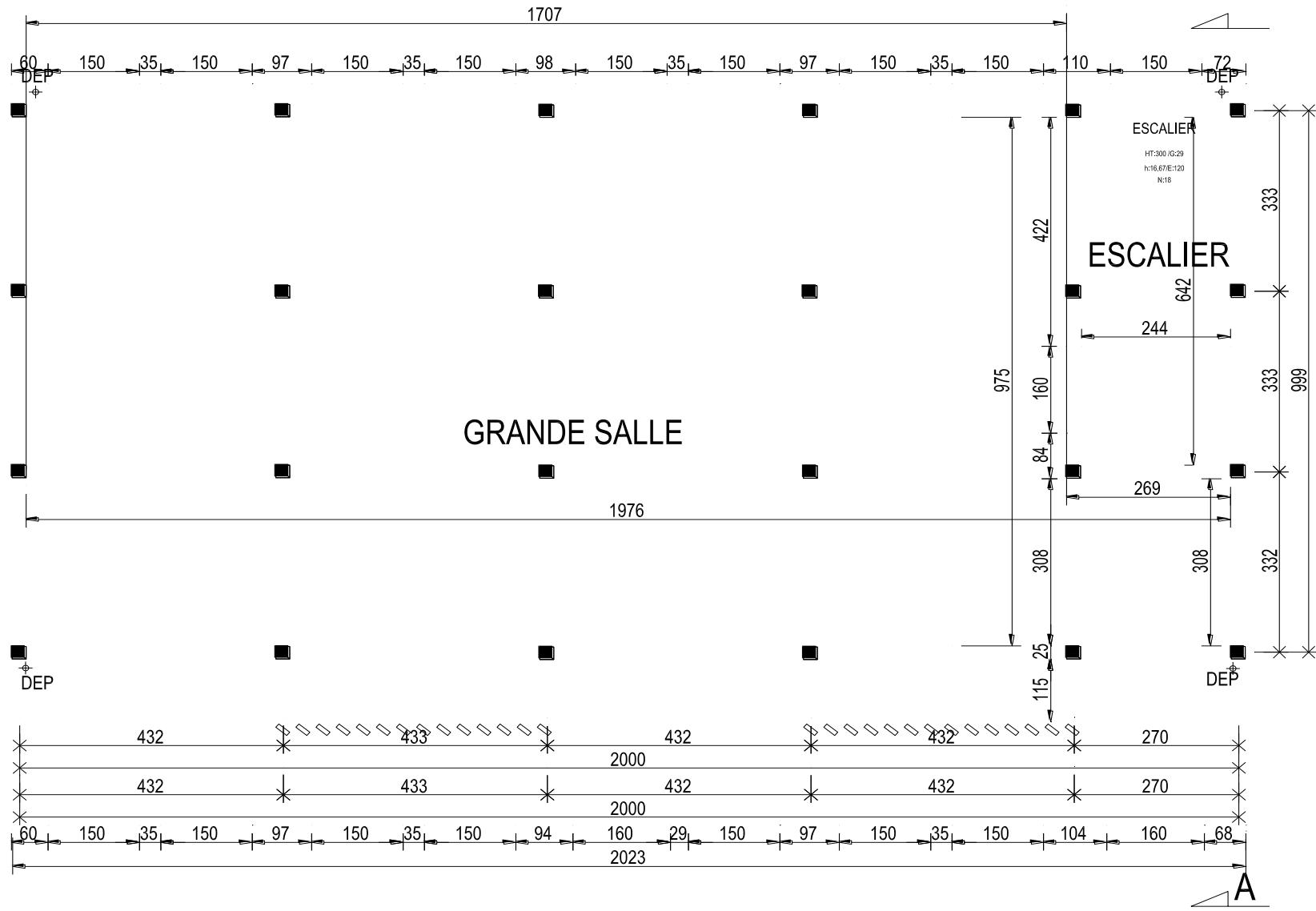
**ANNEXE D:** Courbes enveloppe

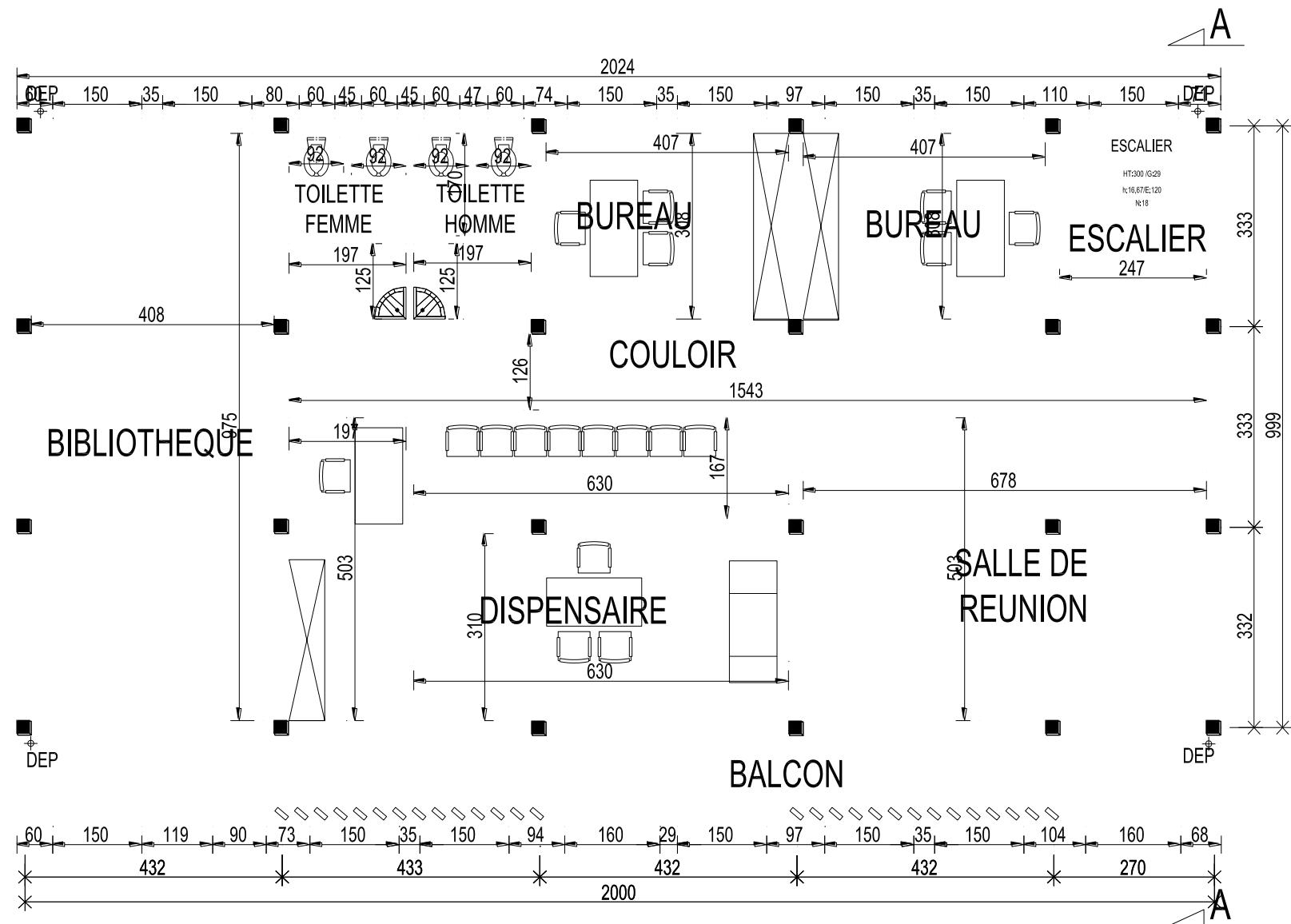
## **ANNEXE A : PLANS ARCHITECTURAUX**



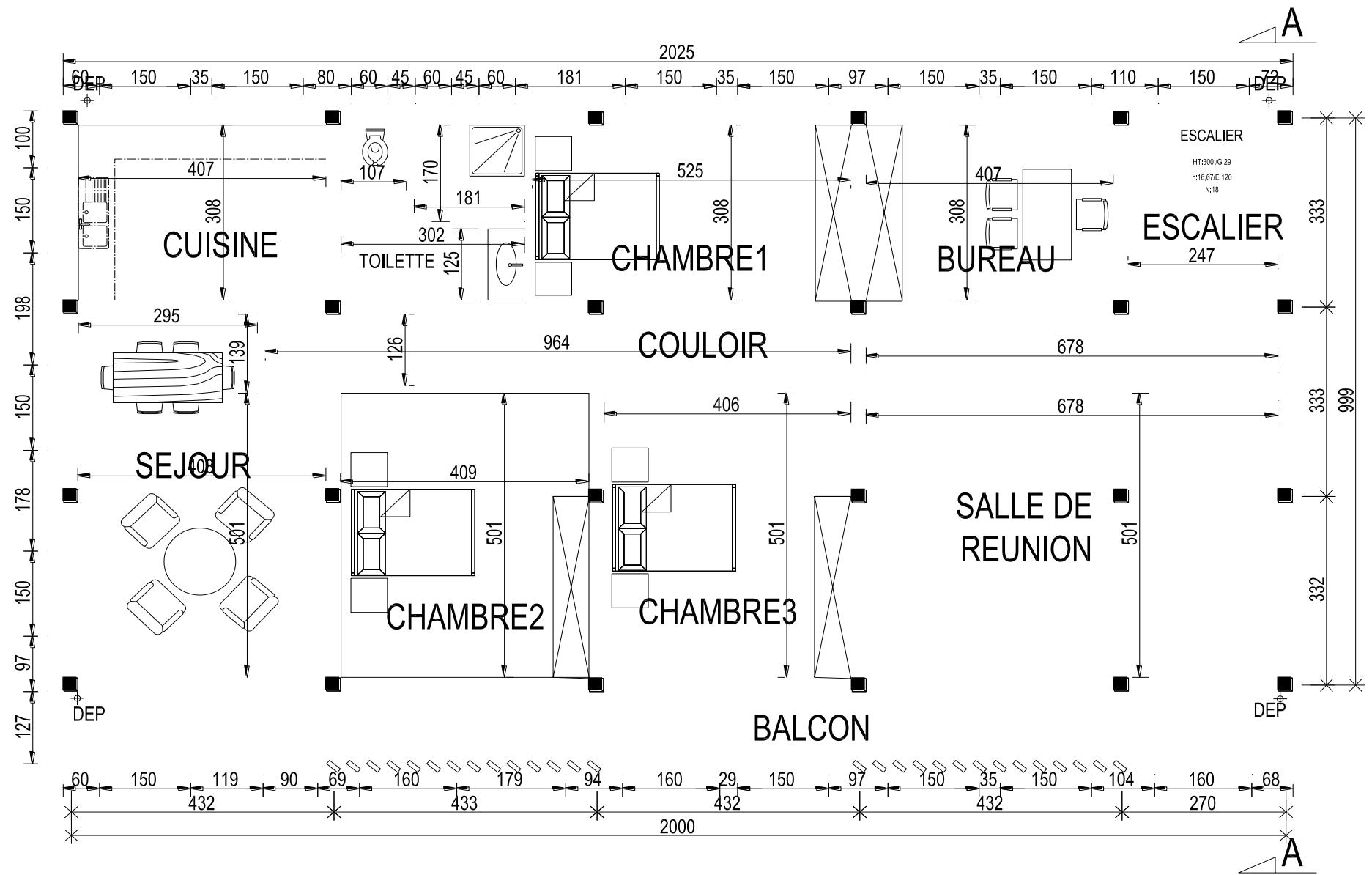
Plan de fondation

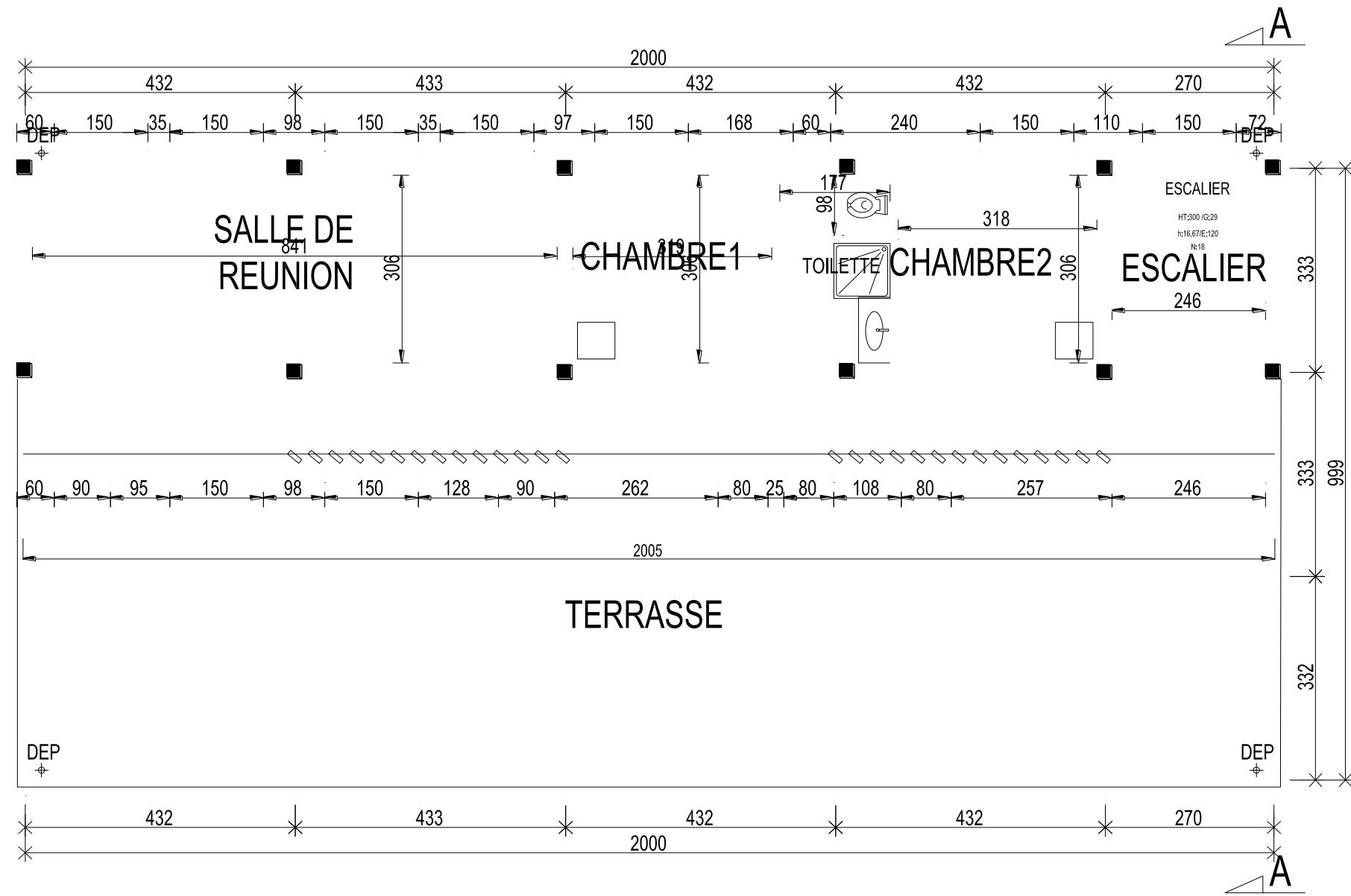






## **Plan du deuxième étage**





## Plan du quatrième étage

DEP

DEP

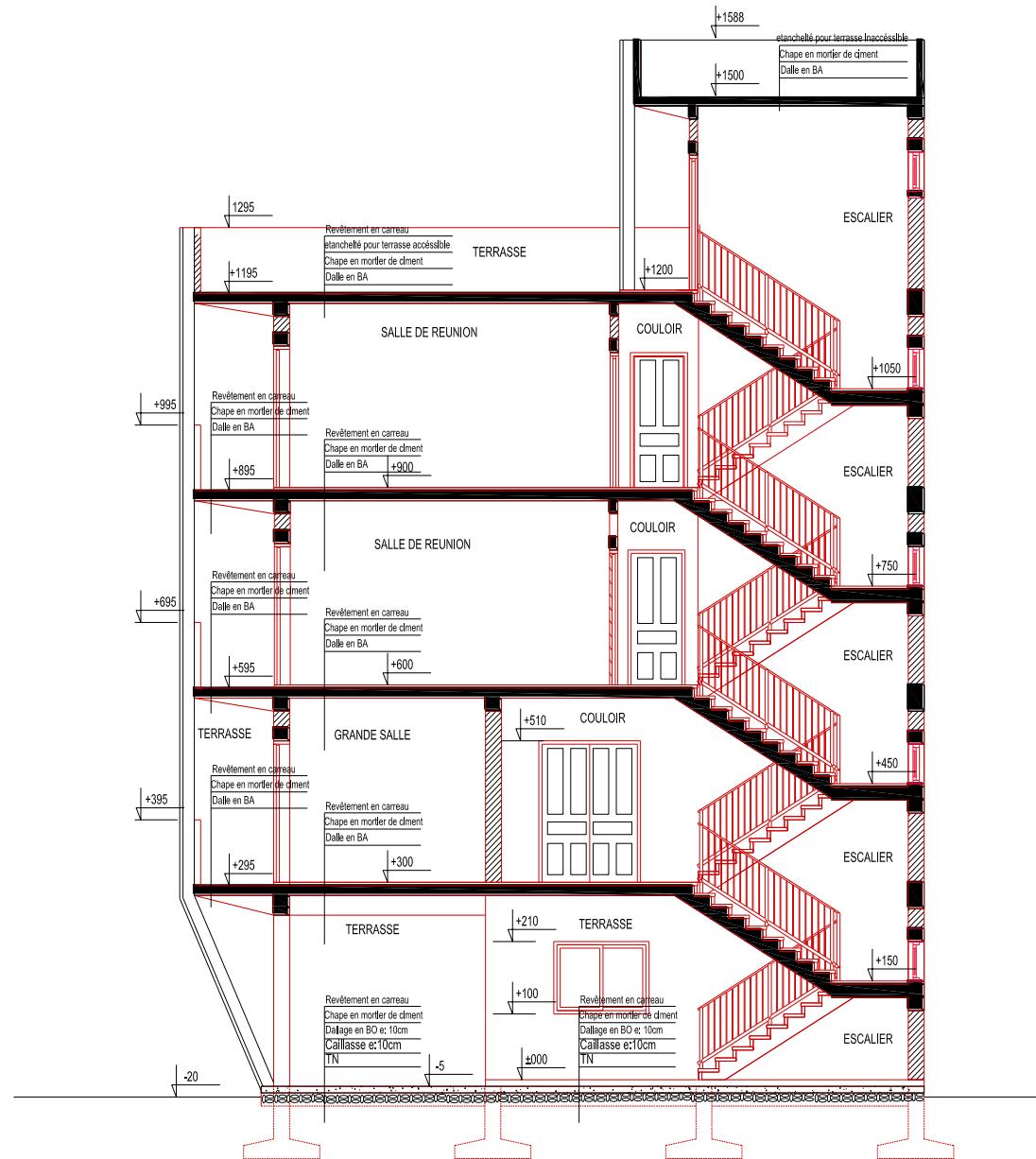
## TOITURE TERRASSE INACCESSIBLE

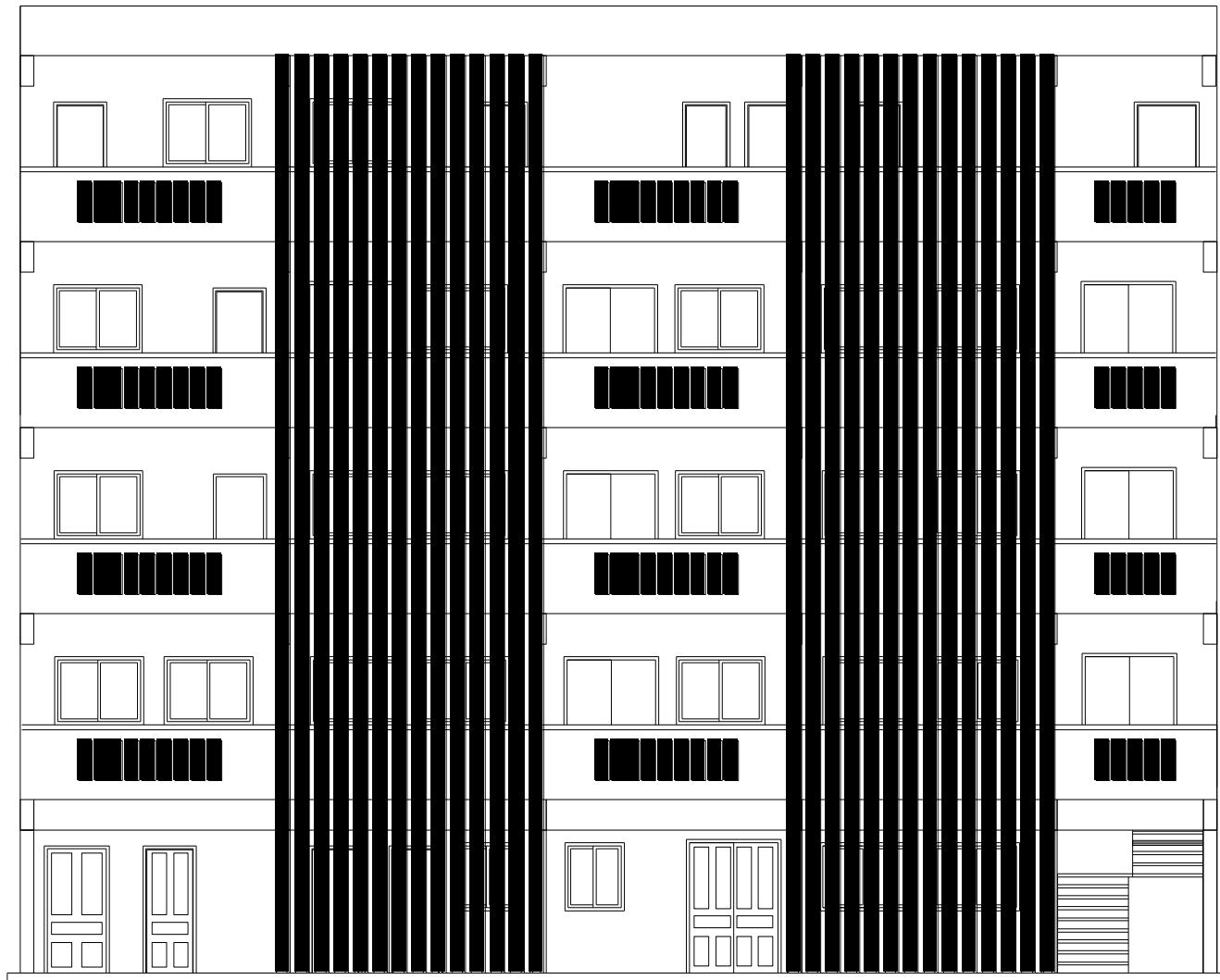
DEP

DEP

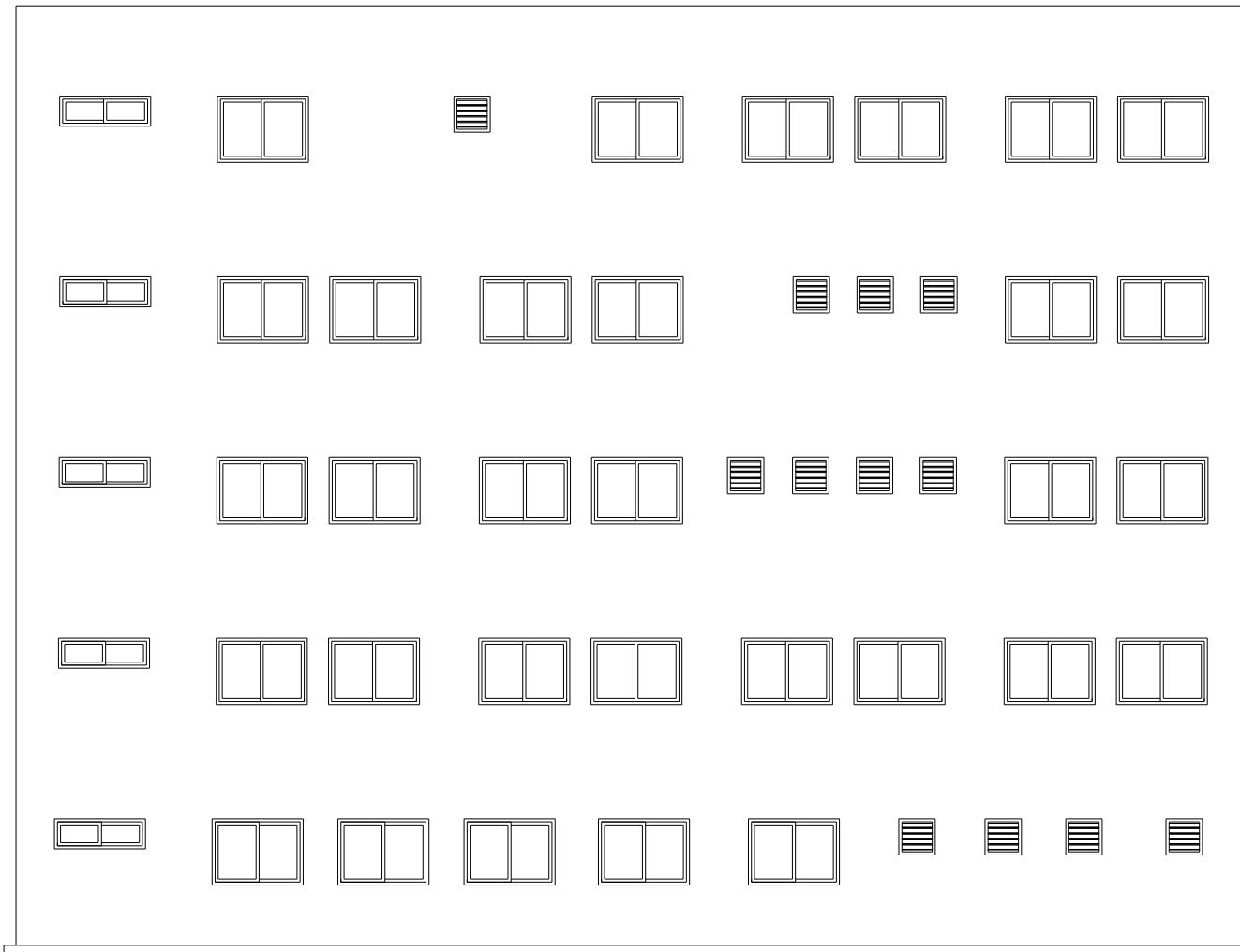
## TERRASSE ACCESSIBLE

[Plan de la toiture](#)

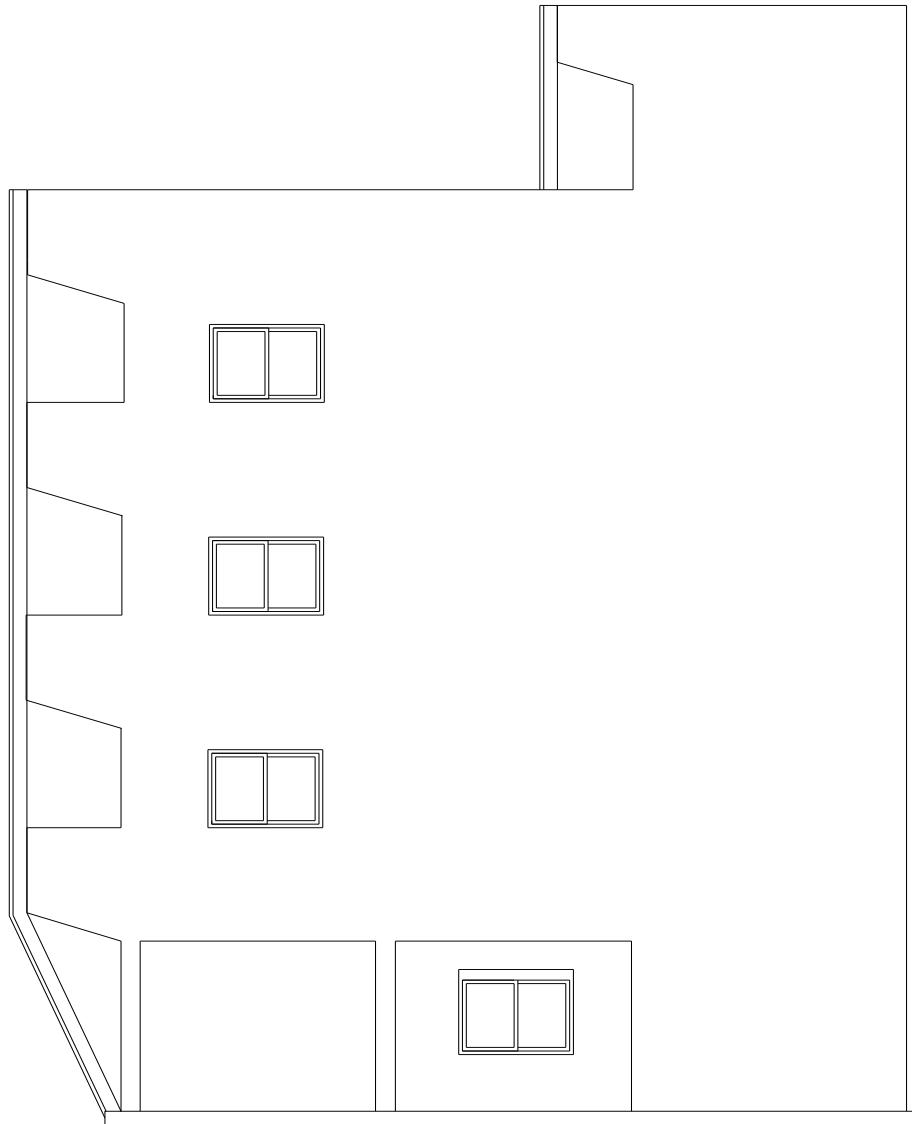




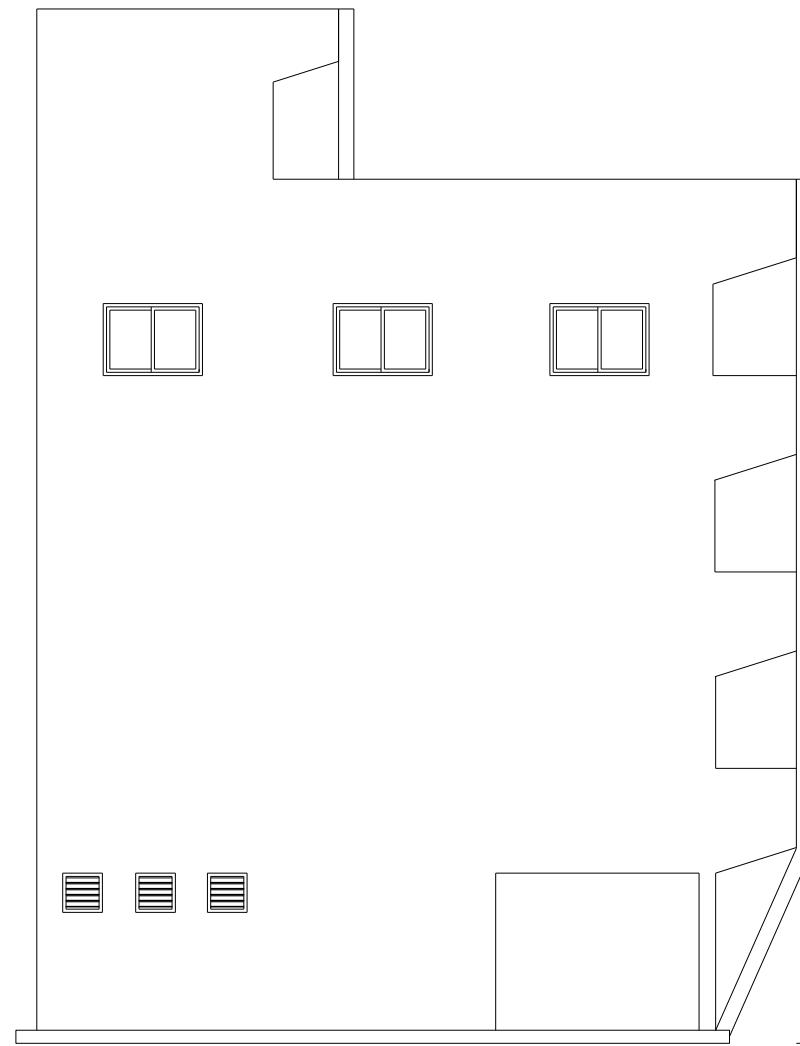
**Facade principale**



**Façade postérieure**



**Facade latérale droite**



**Façade latérale gauche**

# **ANNEXE B: REGLES DE CALCULS EN BETON ARME**

**Tableau 1 : Valeur limite des contraintes tangentées ultimes (MPa) avec  $\gamma_b = 1,5$**

$f_{c28}$ (MPa)	ARMATURES DROITES	
	FISSURATION NON PREJUDICIALE	FISSURATION PREJUDICIALE OU TRES PREJUD.
	$0,2 \frac{f_{c28}}{\gamma_b} ; 5 MPa$	$0,15 \frac{f_{c28}}{\gamma_b} ; 4 MPa$
16	2,13	1,60
18	2,40	1,80
20	2,67	2,00
25	3,33	2,50
30	4,00	3,00
40	5,00	4,00
50	5,00	4,00
60	5,00	4,00

**Tableau 2 : Valeurs de  $\bar{\sigma}_s$**

Résistance Caractéristique à 28 jours [MPa]		Resistance de Calcul fbu [MPa]	
A la compression fc 28	A la traction ft 28	Situations durables ou transitoires	Situation accidentielles
16	1.56	9.10	11.80
18	1.68	10.20	13.30
20	1.80	11.30	14.80
25	2.10	14.20	18.50
30	2.40	17.00	22.20
40	3.00	22.70	29.60
50	3.60	28.20	37.00
60	4.20	34.00	44.30

	Combinaison durables ou Transitoires				Combinaison accidentelles			
Nuance [MPa]	$\frac{f_e}{\gamma_s}$	$\varepsilon_{se}\%$	$\alpha$ limite	$\mu$ limite	$\frac{f_e}{\gamma_s}$	$\varepsilon_{se}\%$	$\alpha$ limite	$\mu$ limite
<b>Fe E 215</b>	189	0.935	0.789	0.429	215	1.075	0.765	0.422
<b>Fe E 235</b>	204	1.022	0.774	0.425	235	1.175	0.749	0.418
<b>Fe E 400</b>	348	1.739	0.668	0.392	400	2.000	0.636	0.379
<b>Fe E 500</b>	435	2.174	0.617	0.372	500	2.200	0.583	0.358

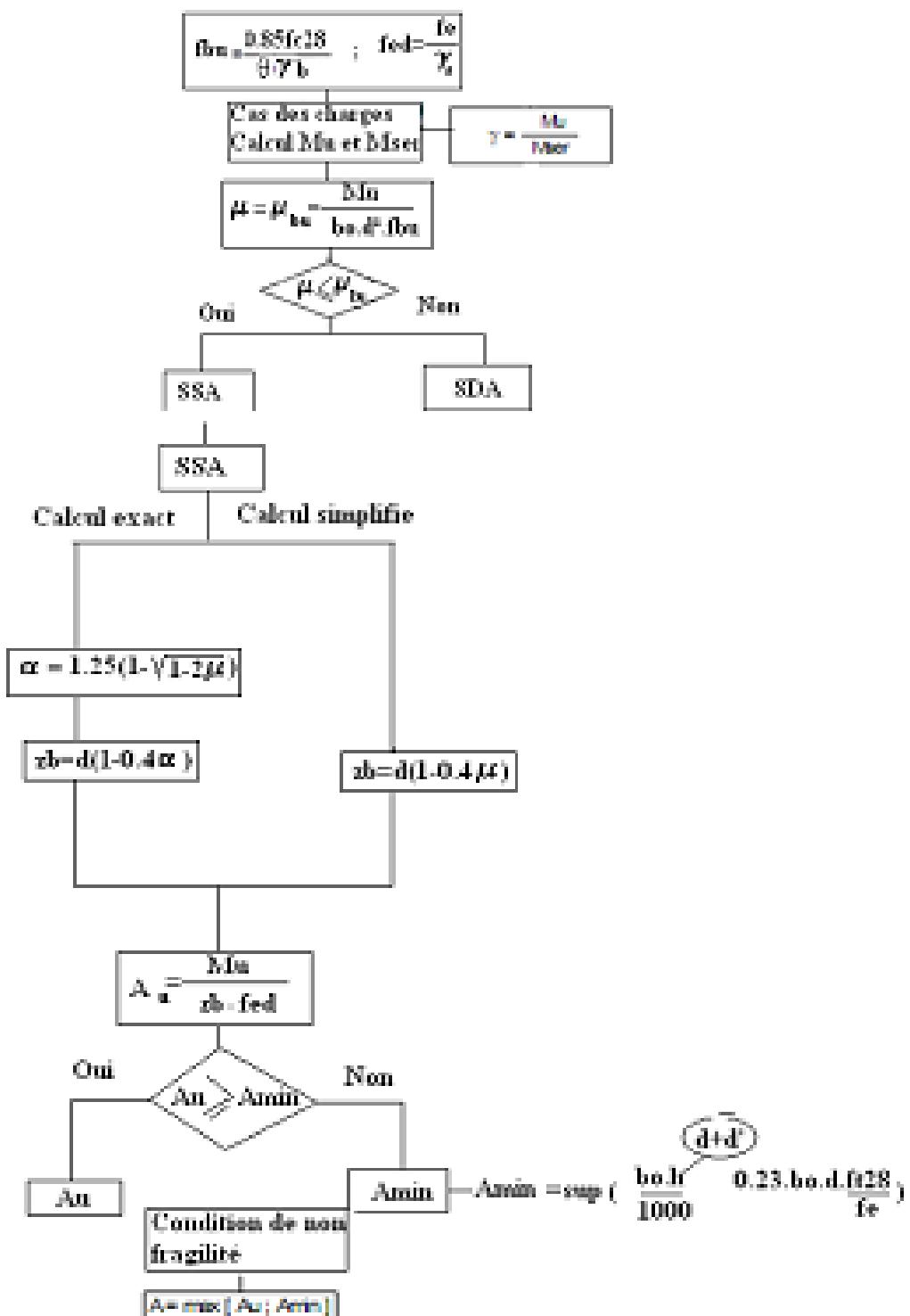
Valeur de $\alpha$	Obtention de l'ELU	$\varepsilon_{se}\%$	$\varepsilon_{bc}\%$	$\sigma_s$	$\sigma_{bc\ max}$
<0.167	Ecoulement plastique des aciérs pivot A	10	<2	$f_e/\gamma_s$	$< f_{bc}$
1.067		10	2	$f_e/\gamma_s$	$f_{bc}$
1.067-0.259		10	2-3.5	$f_e/\gamma_s$	$f_{bc}$
0.259	Pivot A à B	10	3.5	$f_e/\gamma_s$	$f_{bc}$
0.259- $\alpha$ limite	Ecrasement du béton	$\varepsilon_{se} - 10$	3.5	$f_e/\gamma_s$	$f_{bc}$
$\alpha$ limite		$\varepsilon_{se}$		$f_e/\gamma_s$	$f_{bc}$
> $\alpha$ limite	Pivot B	< $\varepsilon_{se}$	3.5	$f_e/\gamma_s$	$f_{bc}$

Section en  $\text{cm}^2$  de 1 à 20 armatures de diamètre Ø en mm

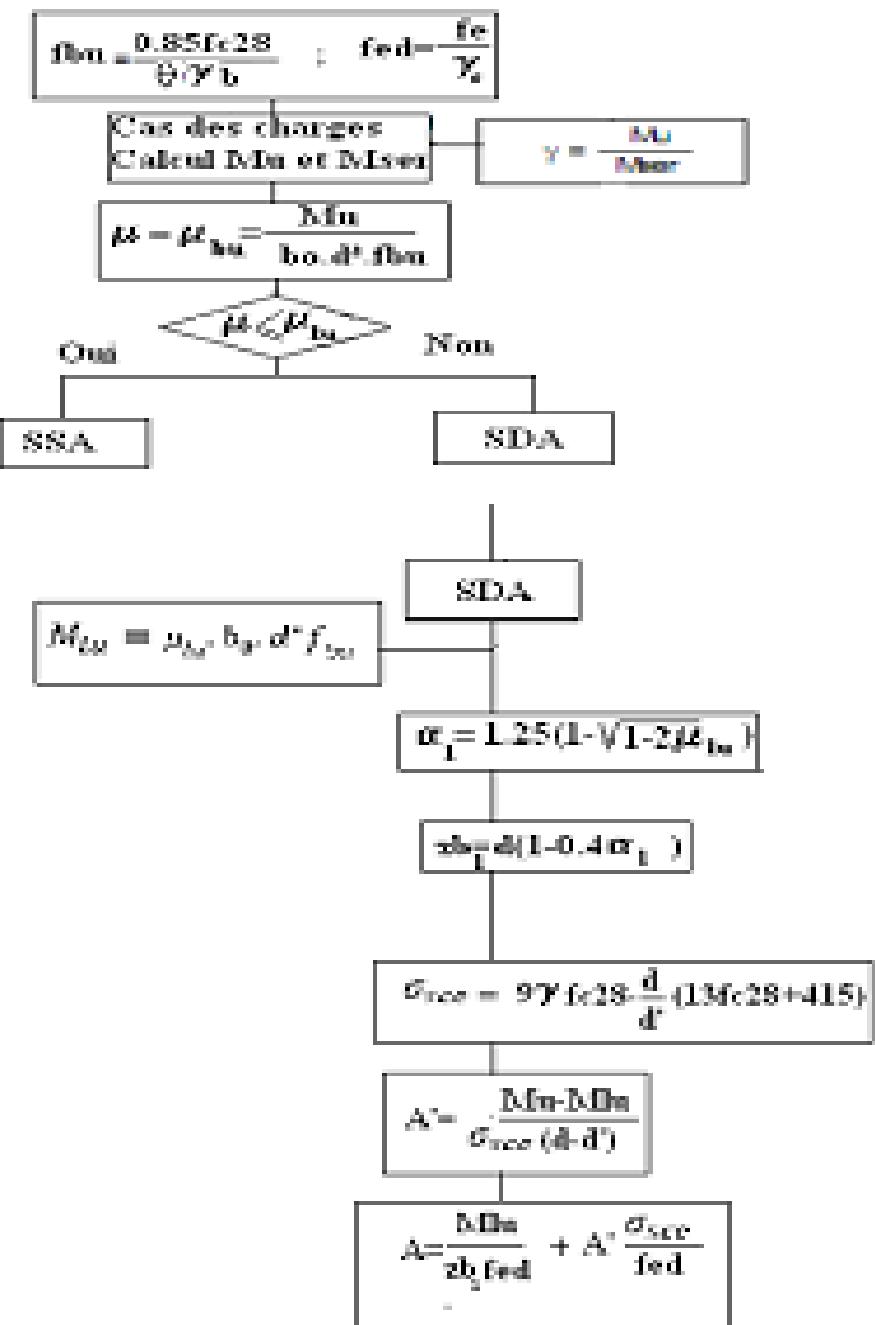
Ø	5	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
1	0,20	0,28	0,50	0,79	1,13	1,54	2,01	3,14	4,91	8,04	12,57
2	0,39	0,57	1,01	1,57	2,26	3,08	4,02	6,28	9,82	16,08	25,13
3	0,59	0,85	1,51	2,36	3,39	4,62	6,03	9,42	14,73	24,13	37,70
4	0,79	1,13	2,01	3,14	4,52	6,16	8,04	12,57	19,64	32,17	50,27
5	0,98	1,41	2,51	3,93	5,65	7,70	10,05	15,71	24,54	40,21	62,83
6	1,18	1,70	3,02	4,71	6,79	9,24	12,06	18,85	29,45	48,25	75,40
7	1,37	1,98	3,52	5,50	7,92	10,78	14,07	21,99	34,36	56,30	87,96
8	1,57	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	25,13	39,27	64,34	100,5
9	1,77	2,54	4,52	7,07	10,18	13,85	18,10	28,27	44,18	72,38	113,1
10	1,96	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	31,42	49,09	80,42	125,7
11	2,16	3,11	5,53	8,64	12,44	16,93	22,12	34,56	54,00	88,47	138,2
12	2,36	3,39	6,03	9,42	13,57	18,47	24,13	37,70	58,91	96,51	150,8
13	2,55	3,68	6,53	10,21	14,70	20,01	26,14	40,84	63,81	104,6	163,4
14	2,75	3,96	7,04	11,00	15,83	21,55	28,15	43,98	68,72	112,6	175,9
15	2,95	4,24	7,54	11,78	16,96	23,09	30,16	47,12	73,63	120,6	189,5
16	3,14	4,52	8,04	12,57	18,10	24,63	32,17	50,27	78,54	125,7	201,1
17	3,34	4,81	8,55	13,35	19,23	26,17	34,18	53,41	83,45	136,7	213,6
18	3,53	5,09	9,05	14,14	20,36	27,71	36,19	56,55	88,36	144,8	226,2
19	3,73	5,37	9,55	14,92	21,49	29,25	38,20	59,89	92,27	152,8	238,8
20	3,93	5,65	10,05	15,71	22,62	30,79	40,21	62,83	96,17	160,8	251,3

**Tableau 3 : Section des armatures**

## Organigramme de calcul en SSA



## Organigramme de calcul en SDA



## **ANNEXE C: CALCULS DE STRUCTURES**

## TABLEAU RECAPITULATIF DES MOMENTS FLECHISSANTS A L'ELU

Nœuds	A	E			F				G			
Barres	AE	EA	EJ	EF	FE	FK	FB	FG	GF	GL	GC	GH
<b>Mr sans vent</b>	-1,261	-2,611	-0,449	3,060	-5,262	0,269	0,357	4,636	-4,798	0,192	-0,359	4,966
<b>Mr + vent</b>												
<b>Gauche</b>	-1,393	-2,973	-0,257	3,238	-5,105	0,238	0,093	4,773	-4,661	0,160	-0,622	5,124
<b>Mr + vent</b>												
<b>Droite</b>	-1,550	-2,776	-0,487	3,264	-5,080	0,165	0,121	4,794	-4,643	0,094	-0,603	5,153

Neouds	H				M				L			
Barres	HG	HI	HD	HM	HM	MR	MN	ML	LM	LQ	LG	LK
Mr sans vent	-3,489	1,239	2,168	0,081	-2,198	-0,996	1,239	1,955	-5,638	0,233	0,562	4,842
Mr + vent												
Gauche	-3,311	1,239	1,973	0,099	-2,235	-1,008	1,239	2,005	-5,591	0,208	0,496	4,887
Mr + vent												
Droite	-3,268	1,239	2,211	-0,182	-2,226	-0,981	1,239	1,969	-5,563	0,136	0,458	4,968

Neouds	K				J			O		
Barres	KL	KP	KF	KJ	JK	JE	JO	OJ	OT	OP
<b>Mr sans vent</b>	-4,738	0,170	-0,002	4,570	-2,119	1,544	0,574	-1,110	-0,232	1,343
<b>Mr + vent</b>										
<b>Gauche</b>	-4,693	0,142	-0,067	4,619	-2,066	1,337	0,729	-1,299	-0,107	1,408
<b>Droite</b>	-4,623	0,060	-0,127	4,691	-1,981	1,481	0,500	-1,182	-0,309	1,492

Nœuds	P				Q				R			
Barres	PO	PU	PK	PQ	QP	QV	QL	QR	RQ	RM	RS	RW
<b>Mr sans vent</b>	-4,779	0,164	0,483	4,131	-4,337	0,135	-0,152	4,354	-1,988	0,798	-1,348	-0,049
<b>Mr + vent</b>												
<b>Gauche</b>	-4,721	0,076	0,455	4,189	-4,273	0,008	-0,171	4,436	-1,893	0,799	-1,443	-0,145
<b>Mr + vent</b>												
<b>Droite</b>	-4,647	0,030	0,375	4,242	-4,229	-0,005	-0,256	4,491	-1,817	0,524	-1,599	0,053

Neouds	W			V			U				T		
Barres	WR	WY	WV	VW	VQ	VU	UV	UP	UA'	UT	TU	TO	TZ
Mr sans vent	-												
	1,626	1,393	0,234	-6,468	0,553	5,914	-5,425	-0,160	0,084	5,501	-1,272	1,215	0,057
Mr + vent gauche	-												
	1,718	1,393	0,325	-6,428	0,415	6,012	-5,218	-0,212	-0,468	5,899	-0,793	1,057	-0,264
Mr + vent Droite	-												
	1,854	1,393	0,462	-6,344	0,401	5,943	-5,386	-0,303	0,036	5,654	-1,014	1,164	-0,150

Nœuds	Z		A'		B	C	D	I	N	S	Y
Barres	ZT	ZA'	A'Z	A'U	BF	CG	DH	IH	NM	SR	YW
<b>Mr sans vent</b>	-0,857	0,857	-0,716	0,716	-1,348	-0,135	1,128	0,000	0,000	0,000	-0,010
<b>Mr + vent</b>											
<b>Gauche</b>	-1,511	1,512	-0,172	0,172	-1,443	-0,474	0,823	0,000	0,000	0,000	-0,010
<b>Mr + vent</b>											
<b>Droite</b>	-1,083	1,083	-0,351	0,351	-1,599	-0,464	0,682	0,000	0,000	0,000	-0,010

## TABLEAU RECAPITULATIF DES MOMENTS FLECHISSANTS A L'ELS

Nœuds	A	E			F				G			
Barres	AE	EA	EJ	EF	FE	FK	FB	FG	GF	GL	GC	GH
Mr sans vent	-0,901	-1,861	-0,314	2,176	-3,740	0,185	0,255	3,299	-3,410	0,135	-0,258	3,534
Mr + vent												
Gauche	-1,014	-2,219	-0,126	2,345	-3,590	0,152	0,008	3,430	-3,280	0,101	-0,504	3,684
Droite	-1,173	-2,016	-0,352	2,369	-3,567	0,084	0,034	3,449	-3,263	0,040	-0,487	3,711

Nœuds	H				M				L			
Barres	HG	HI	HD	HM	HM	MR	MN	ML	LM	LQ	LG	LK
Mr sans vent	-2,477	0,872	1,545	0,059	-1,563	-0,702	0,872	1,393	-4,006	0,164	0,399	3,441
Mr + vent												
Gauche	-2,308	0,872	1,362	0,073	-1,597	-0,723	0,872	1,448	-3,955	0,132	0,334	3,488
Droite	-2,266	0,872	1,598	-0,205	-1,589	-0,686	0,872	1,403	-3,934	0,070	0,300	3,563

Nœuds	K				J			O		
Barres	KL	KP	KF	KJ	JK	JE	JO	OJ	OT	OP
Mr sans vent	-3,378	0,114	-0,015	3,279	-1,525	1,113	0,412	-0,798	-0,172	0,971
Mr + vent										
Gauche	-3,330	0,079	-0,079	3,332	-1,467	0,908	0,558	-1,005	-0,001	1,007
Droite	-3,266	0,007	-0,136	3,396	-1,391	1,052	0,339	-0,868	-0,247	1,116

Nœuds	P				Q				R			
Barres	PO	PU	PK	PQ	QP	QV	QL	QR	RQ	RM	RS	RW
Mr sans vent	-3,431	0,115	0,342	2,974	-3,114	0,093	-0,111	3,133	-1,427	0,579	-0,962	-0,025
Mr + vent												
Gauche	-3,397	0,080	0,303	3,013	-3,069	0,019	-0,142	3,192	-1,360	0,562	-1,049	-0,075
Droite	-3,303	-0,017	0,237	3,082	-3,008	-0,047	-0,212	3,269	-1,258	0,307	-1,207	0,079

Nœuds	W			V			U			T			
Barres	WR	WY	WV	VW	VQ	VU	UV	UP	UA'	UT	TU	TO	TZ
Mr sans vent	-1,145	0,975	0,170	-4,567	0,390	4,177	-3,851	-0,120	0,066	3,905	-0,898	0,864	0,034
Mr + vent													
Gauche	-1,193	0,975	0,219	-4,559	0,305	4,254	-3,665	-0,119	-0,489	4,273	-0,457	0,750	-0,294
Droite	-1,371	0,975	0,397	-4,446	0,238	4,207	-3,808	-0,259	0,000	4,068	-0,627	0,818	-0,191

Nœuds	Z		A'		B	C	D	I	N	S	Y
Barres	ZT	ZA'	A'Z	A'U	BF	CG	DH	IH	NM	SR	YW
<b>Mr sans vent</b>	-	0,627	0,627	-0,526	0,526	-0,962	-0,099	0,803	0,000	0,000	0,000
<b>Mr + vent</b>	-										
<b>Gauche</b>	1,284	1,285	0,019	-0,019	-1,049	-0,418	0,516	0,000	0,000	0,000	-0,007
<b>Droite</b>	-	0,870	0,871	-0,144	0,144	-1,207	-0,409	0,374	0,000	0,000	-0,007

## TABLEAU RECAPITULATIF DES EFFORTS TRANCHANTS A L'ELU

Nœuds	A	E			F				G			
Barres	AE	EA	EJ	EF	FE	FK	FB	FG	GF	GL	GC	GH
Tr sans vent	-1,291	-1,291	0,365	7,353	-8,675	0,089	-1,328	7,965	-8,063	0,251	-0,165	8,458
Tr + vent Gauche	-1,385	-1,531	0,434	0,310	-1,432	0,057	-1,498	0,904	-0,837	0,219	-0,365	1,415
Tr + vent Droite	-1,442	-1,442	0,331	2,738	-3,829	0,013	-1,462	3,329	-3,238	0,184	-0,356	3,850

Nœuds	H				M				L			
Barres	HG	HI	HD	HM	HM	MR	MN	ML	LM	LQ	LG	LK
Tr sans vent	-7,570	1,917	1,099	-0,706	-0,706	-0,066	1,917	-7,098	6,908	0,027	0,251	-7,983
Tr + vent Gauche	-0,327	1,078	0,932	-0,711	-0,711	-0,077	1,078	0,075	-0,204	0,008	0,219	-0,812
Tr + vent Droite	-2,717	1,362	0,690	-0,528	-1,078	0,122	1,362	-2,327	2,204	-0,040	0,184	-3,180

Nœuds	K				J			O		
Barres	KL	KP	KF	KJ	JK	JE	JO	OJ	OT	OP
Tr sans vent	8,045	0,218	0,089	-6,074	7,546	0,365	-0,179	-0,179	0,328	5,778
Tr + vent Gauche	0,930	0,194	0,057	0,029	1,509	0,289	-0,125	-0,271	0,421	-0,272
Tr + vent Droite	3,387	0,145	0,013	-1,976	3,604	0,331	-0,227	-0,227	0,285	1,842

Nœuds	P				Q				R			
Barres	PO	PU	PK	PQ	QP	QV	QL	QR	RQ	RM	RS	RW
Tr sans vent	-7,842	0,001	0,218	6,749	-6,872	0,229	0,027	7,520	-6,100	-0,066	-1,328	-0,559
Tr + vent Gauche	-1,752	-0,008	0,194	0,703	-0,778	0,178	0,008	1,487	0,007	-0,077	-1,498	-0,591
Tr + vent Droite	-3,738	-0,091	0,145	2,794	-2,786	0,132	-0,040	3,593	-1,987	-0,427	-1,462	-0,326

Nœuds	W			V			U				T		
Barres	WR	WY	WV	VW	VQ	VU	UV	UP	UA'	UT	TU	TO	TZ
Tr sans vent	-0,559	2,147	-10,689	6,979	0,229	-8,670	8,964	0,001	0,266	-6,770	9,258	0,328	-0,266
Tr + vent Gauche	-0,591	1,204	-2,814	-0,863	0,178	-0,733	0,872	-0,008	-0,100	17,150	-14,326	0,275	0,100
Tr + vent Droite	-0,875	1,522	-5,379	1,843	0,132	-3,445	3,551	-0,091	0,411	14,662	-11,989	0,285	-0,411

Nœuds	Z	A'	B	C	D	I	N	S	Y		
Barres	ZT	ZA'	A'Z	A'U	BF	CG	DH	IH	NM	SR	YW
<b>Tr sans vent</b>	-0,266	5,772	-5,687	0,266	-1,328	-0,165	1,099	0,034	0,034	-1,328	0,031
<b>Tr + vent</b>											
<b>Gauche</b>	-1,290	1,026	-0,219	-0,100	-1,498	-0,365	0,932	0,873	0,873	-1,498	0,974
<b>Tr + vent</b>											
<b>Droite</b>	-0,411	2,567	-2,128	-0,919	-1,462	-0,356	1,239	0,590	0,590	-1,462	0,655

## TABLEAU RECAPITULATIF DES EFFORTS TRANCHANTS A L'ELS

Nœuds	A	E			F				G			
Barres	AE	EA	EJ	EF	FE	FK	FB	FG	GF	GL	GC	GH
Tr sans vent	-0,921	-0,921	0,266	5,221	-6,160	0,057	-0,947	5,707	-5,773	0,178	-0,119	6,057
Tr + vent Gauche	-0,999	-1,156	0,339	0,312	-1,059	0,024	-1,078	0,709	-0,619	0,145	-0,307	1,078
Tr + vent Droite	-1,063	-1,063	0,233	1,925	-2,644	-0,017	-1,077	2,340	-2,229	0,113	-0,299	2,718

Nœuds	H				M				L			
Barres	HG	HI	HD	HM	HM	MR	MN	ML	LM	LQ	LG	LK
Tr sans vent	-5,423	1,355	0,783	-0,501	-0,501	-0,041	1,355	-5,090	4,956	0,018	0,178	-5,721
Tr + vent Gauche	-0,251	0,764	0,626	-0,508	-0,508	-0,053	0,764	0,017	-0,088	-0,003	0,145	-0,617
Tr + vent Droite	-1,850	0,953	0,388	-0,329	-0,867	0,143	0,953	-1,596	1,524	-0,047	0,113	-2,195

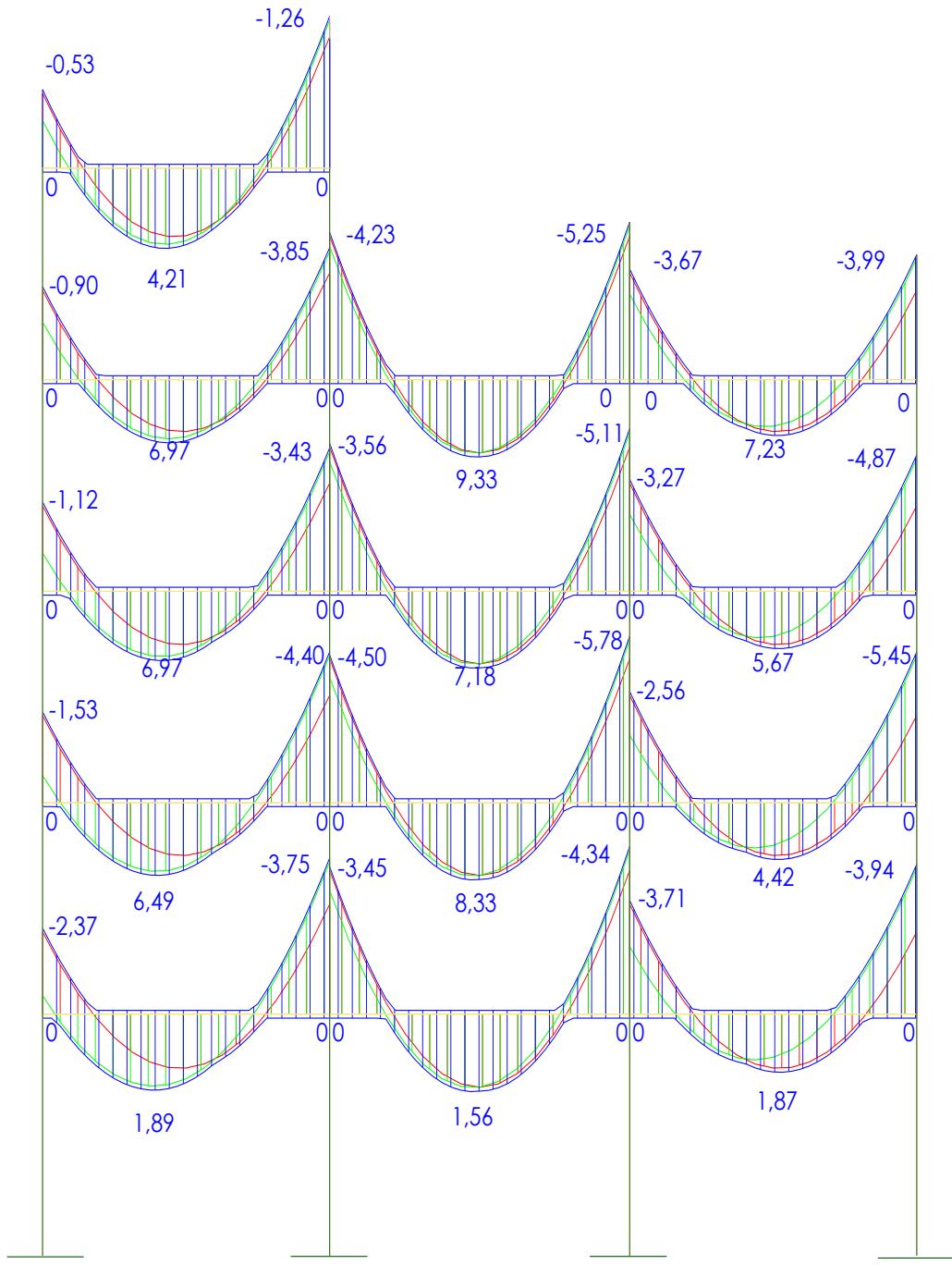
Nœuds	K				J			O		
Barres	KL	KP	KF	KJ	JK	JE	JO	OJ	OT	OP
Tr sans vent	5,759	0,152	0,057	-4,412	5,465	0,266	-0,129	-0,129	0,231	4,193
Tr + vent Gauche	0,712	0,127	0,024	-0,039	1,159	0,183	-0,071	-0,227	0,328	-0,119
Tr + vent Droite	2,374	0,081	-0,017	-1,361	2,565	0,233	-0,176	-0,176	0,190	1,306

Nœuds	P				Q				R			
Barres	PO	PU	PK	PQ	QP	QV	QL	QR	RQ	RM	RS	RW
Tr sans vent	-5,671	-0,002	0,152	4,890	-4,974	0,161	0,018	5,444	-4,419	-0,041	-0,947	-0,390
Tr + vent Gauche	-1,317	-0,013	0,127	0,554	-0,588	0,108	-0,003	1,121	-0,021	-0,053	-1,078	-0,423
Tr + vent Droite	-2,620	-0,092	0,081	1,985	-1,940	0,064	-0,047	2,566	-1,359	-0,395	-1,077	-0,162

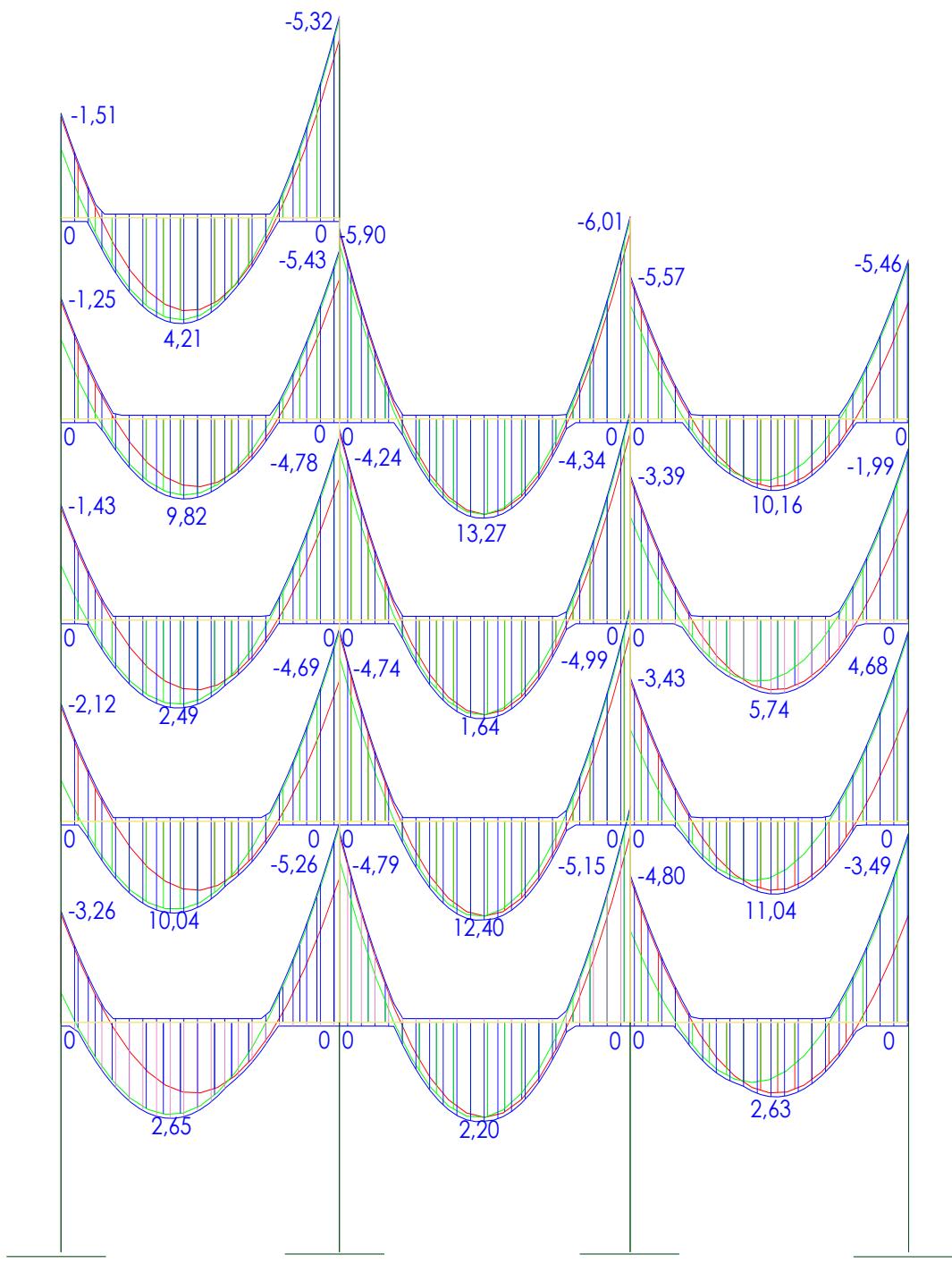
Nœuds	W			V			U				T		
Barres	WR	WY	WV	VW	VQ	VU	UV	UP	UA'	UT	TU	TO	TZ
Tr sans vent	-0,390	1,508	-7,599	4,982	0,161	-6,181	6,172	-0,002	0,198	6,977	-5,177	0,231	-0,198
Tr + vent Gauche	-0,423	0,848	-2,030	-0,553	0,108	-0,550	0,695	-0,013	-0,169	12,254	-9,996	0,171	0,169
Tr + vent Droite	-0,700	1,059	-3,715	1,269	0,064	-2,379	2,493	-0,092	0,354	10,549	-8,502	0,190	-0,354

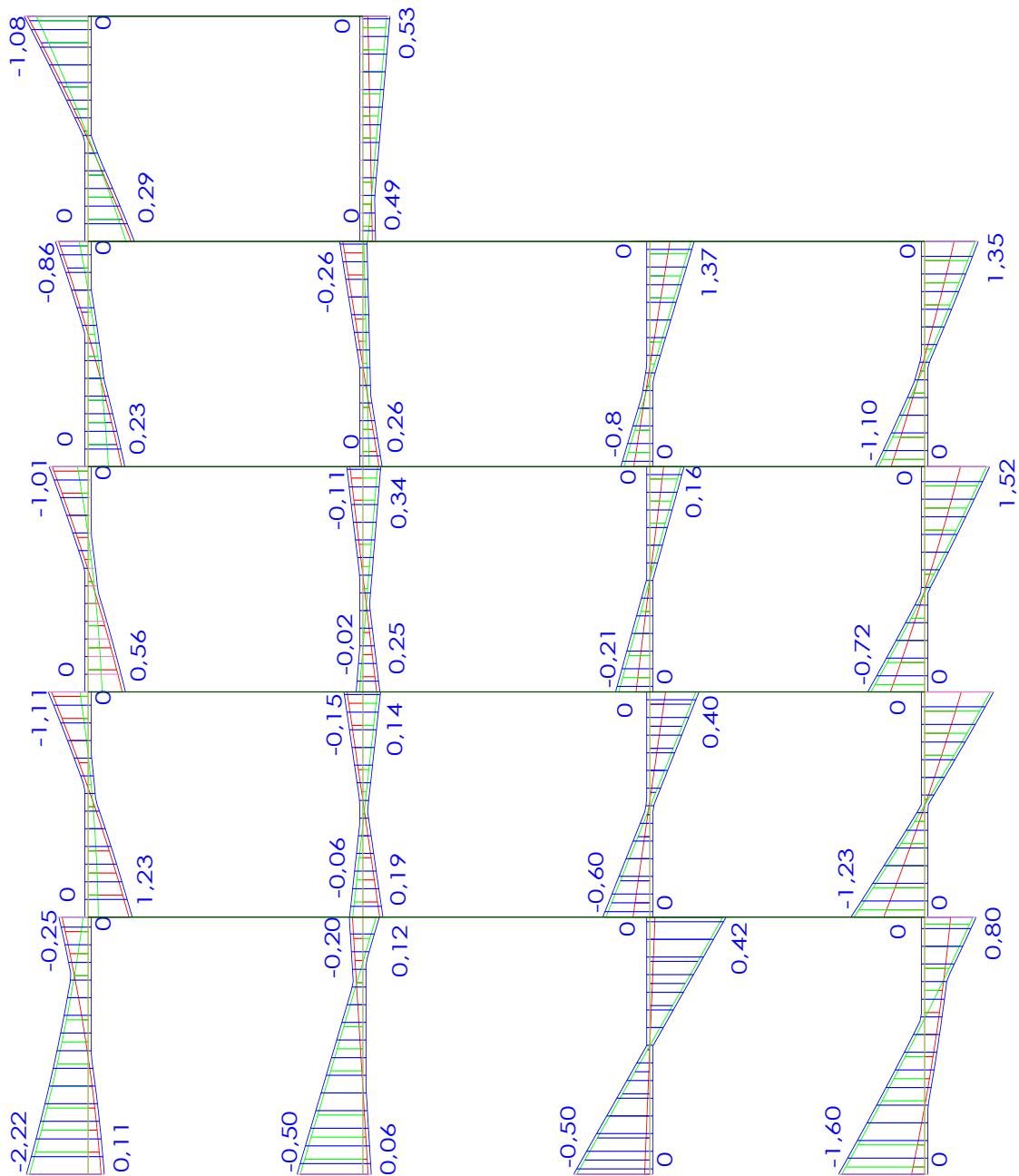
Nœuds	Z		A'		B	C	D	I	N	S	Y
Barres	ZT	ZA'	A'Z	A'U	BF	CG	DH	IH	NM	SR	YW
Tr sans vent	-0,198	4,258	-4,198	0,198	-0,947	-0,119	0,783	0,019	0,019	-0,947	0,016
Tr + vent											
Gauche	-1,221	0,879	-0,097	-0,169	-1,078	-0,307	0,626	0,610	0,610	-1,078	0,676
Tr + vent											
Droite	-0,354	1,896	-1,459	-0,954	-1,077	-0,299	0,926	0,421	0,421	-1,077	0,465

## **ANNEXE D: COURBES ENVELOPPE**

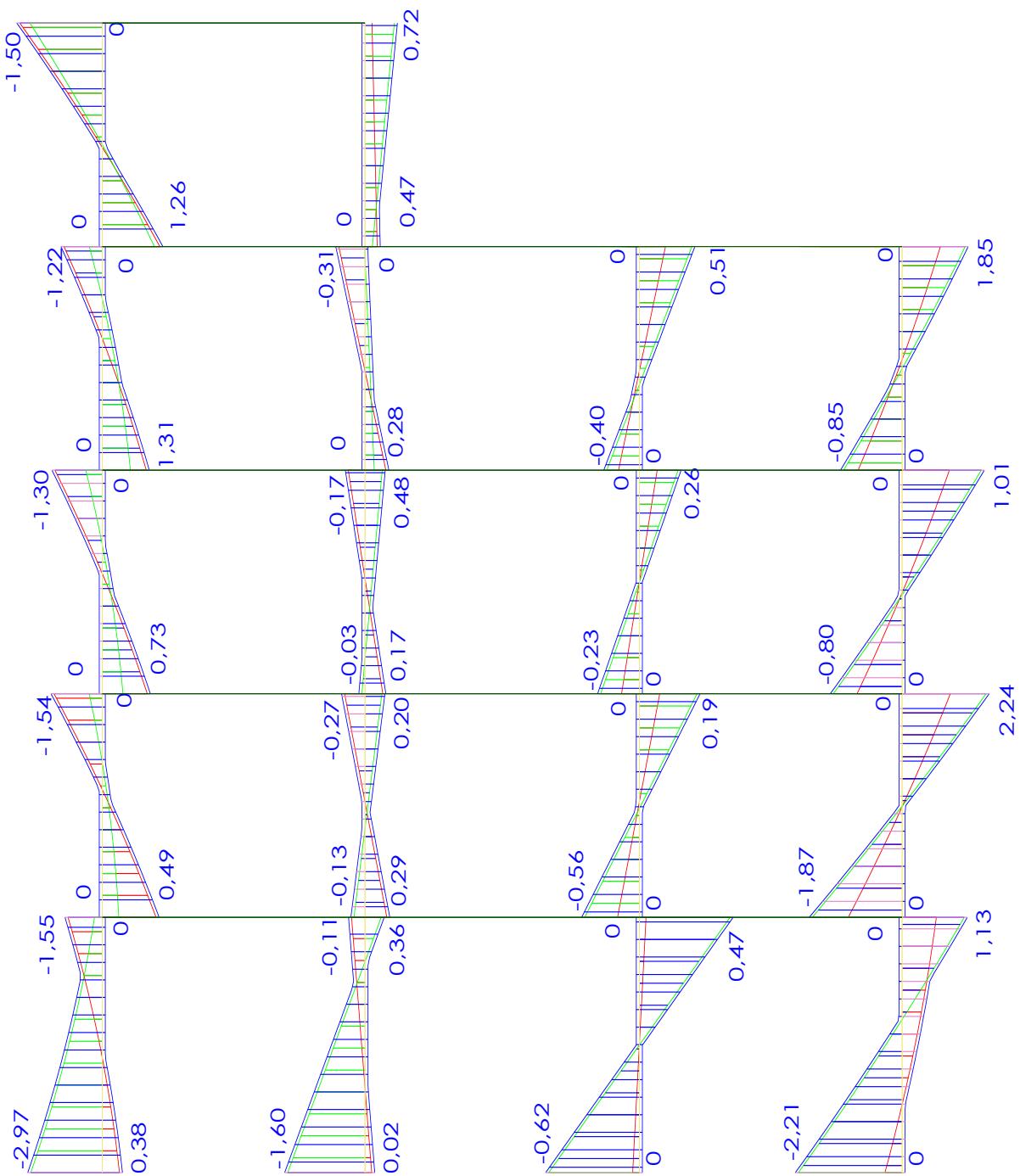


**Moment fléchissant poutre à l'ELS en [Tf.ml]**

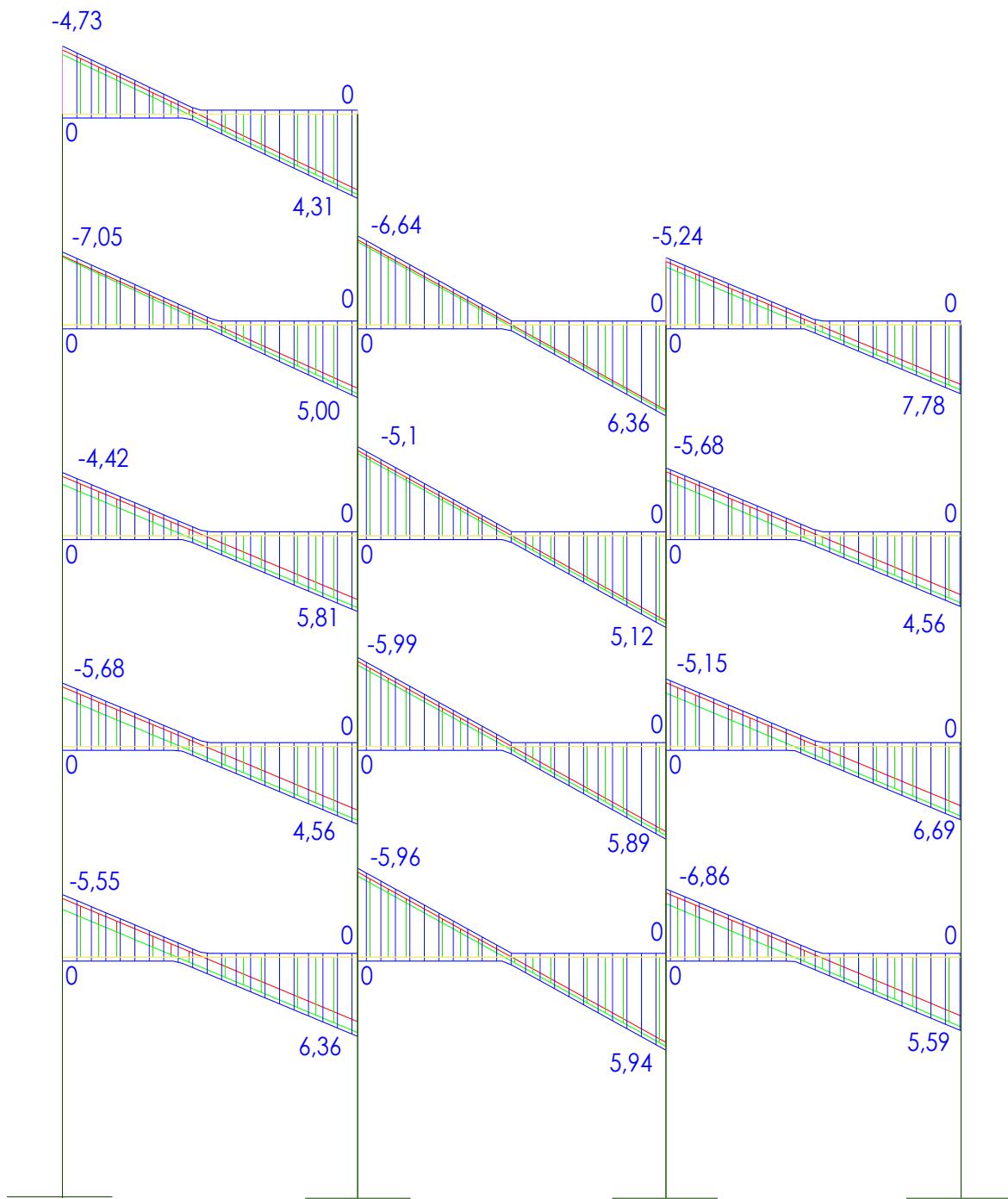




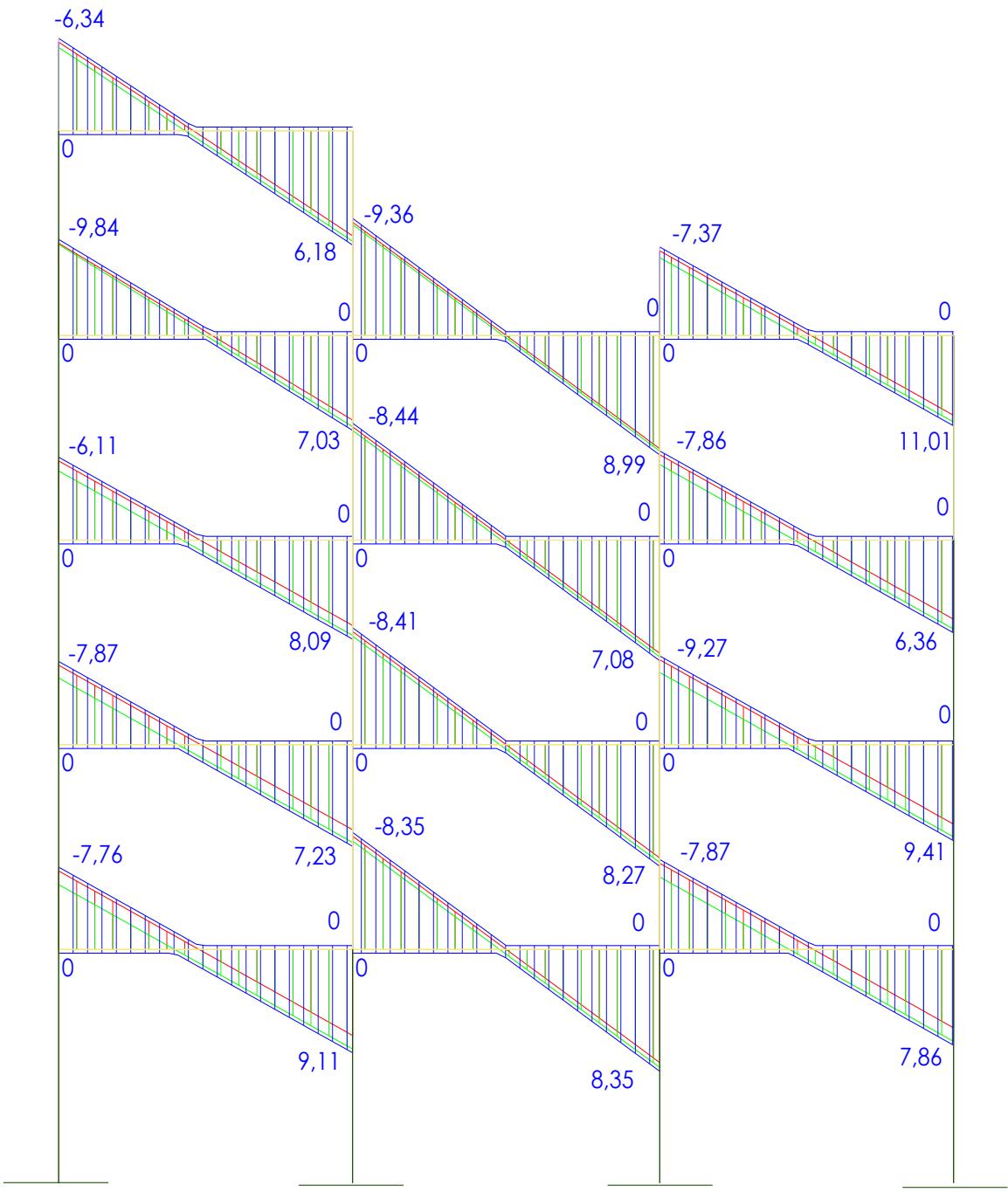
**Moment fléchissant poteaux à l'ELS en [Tf.ml]**



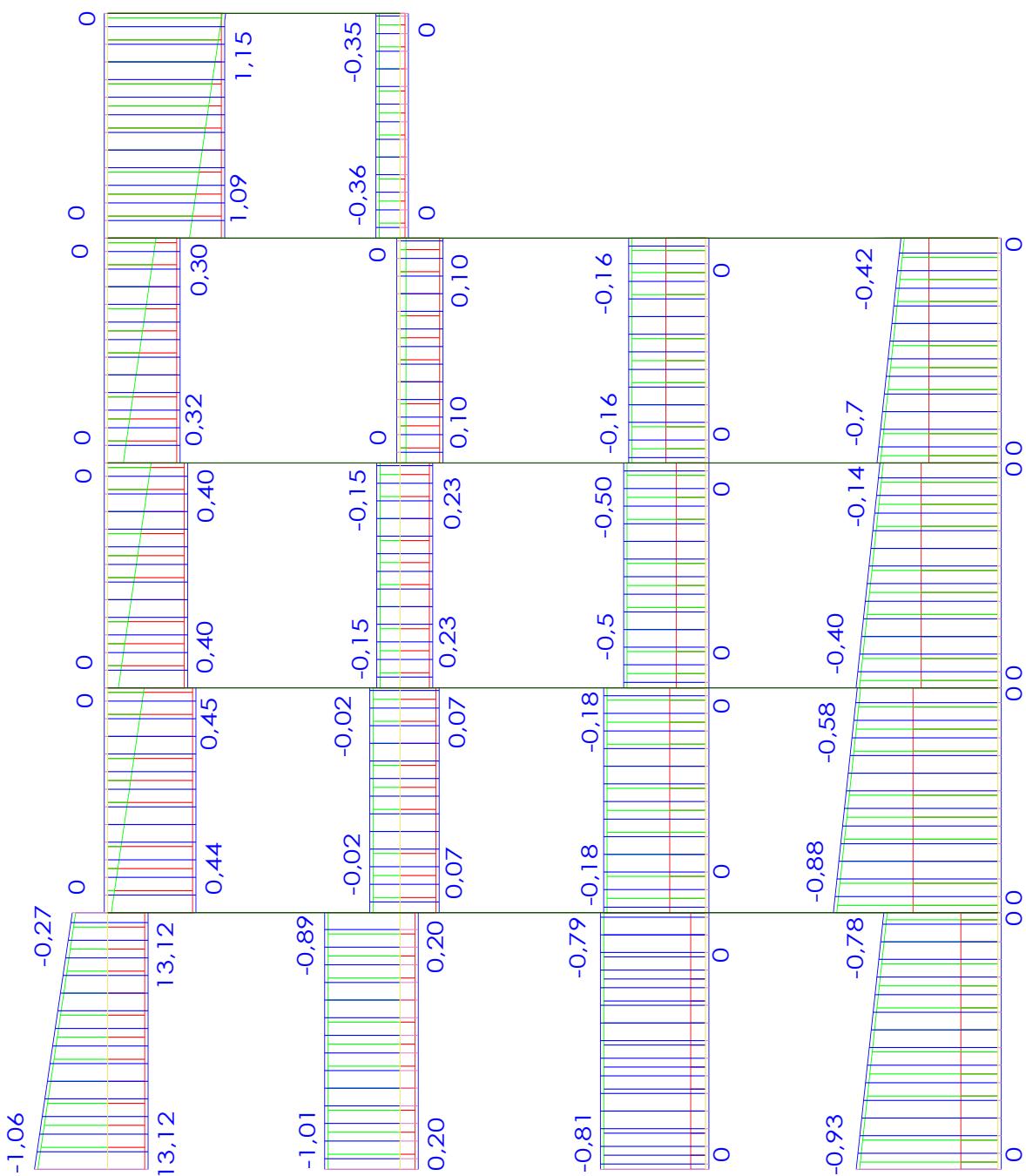
**Moment fléchissant poteaux à l'ELU en [Tf. ml]**



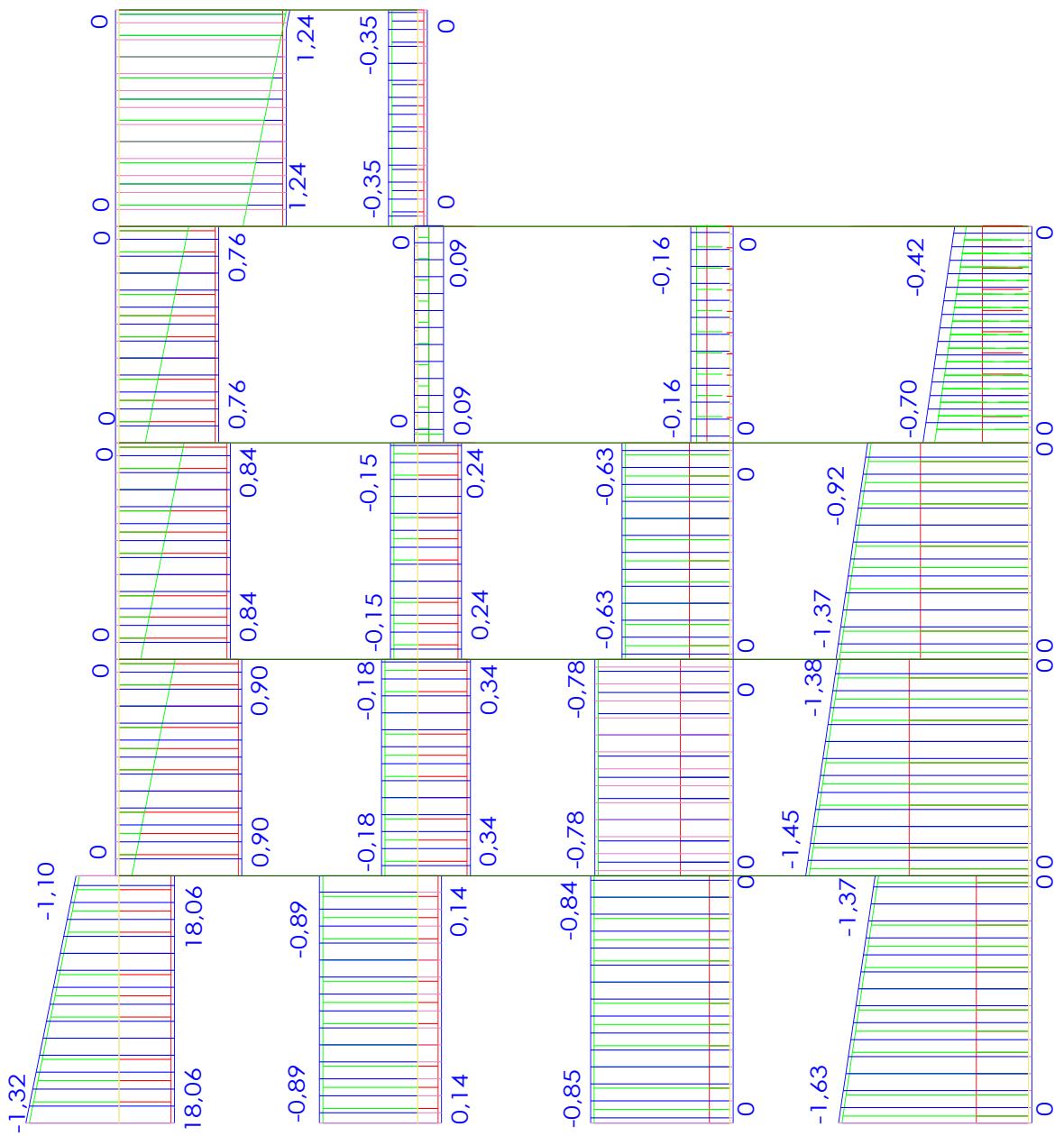
**Effort tranchant poutre à l'ELS en [Tf.ml]**



Effort tranchant poutre à l'ELU en [Tf.m]



### Effort tranchant poteaux à l'ELS en [Tf. ml]



**Effort tranchant poteaux à l'ELU en [ $Tf \cdot ml$ ]**

## TABLE DES MATIERES

PARTIE I : ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE .....	9
CHAPITRE I: Présentation generale .....	10
I.    Historique .....	10
1.    La FJKM .....	10
2.    Structure générale de la FJKM.....	10
II.    Structure hiérarchique de la FJKM .....	11
III.    Structure intérieure national de la FJKM .....	11
CHAPITRE II: Environnement du projet .....	13
I.    Le projet .....	13
II.    Le promoteur .....	13
III.    Site du Projet .....	13
IV.    Plan de situation et milieu environnant .....	14
V.    Objectif du Projet .....	14
CHAPITRE III: Etude architecturale .....	15
I.    Présentation du projet.....	15
1.    Description de l'immeuble .....	15
2.    Emplacement des pièces.....	17
3.    Aménagement intérieur des pièces.....	17
4.    Confort et sécurité du bâtiment .....	19
II.    Présentation de variante .....	20
1.    Les critères d'évaluation .....	20
2.    Comparaison des deux variantes selon les critères d'évaluation .....	21
3.    Choix multicritère .....	22
4.    Interprétation .....	22
PARTIE II : ETUDES TECHNIQUES .....	23
CHAPITRE I: predimensionnement .....	23
I.    Toiture-terrasse.....	23
II.    Plancher dalle .....	24
III.    Poutre .....	25

IV.	Poteaux .....	27
	CHAPITRE II: Descente des charges.....	29
I.	But et principe de la descente de charge .....	29
II.	Schéma de calcul .....	29
III.	Inventaire des charges .....	30
1.	Surcharges permanentes.....	30
2.	Surcharges d'exploitation.....	31
3.	Descente des charges verticales .....	32
4.	Descentes de charges dues aux vents .....	37
5.	Descentes des charges totales.....	41
	CHAPITRE III: Etude de l'infrastructure .....	44
I.	Généralités.....	44
II.	Stabilité.....	44
III.	Choix du type de fondation .....	45
IV.	Dimensionnement de la fondation.....	45
1.	Calcul de l'aire approché $S_1$ .....	46
2.	Cote de la semelle A et B .....	46
3.	Hauteur h .....	46
V.	Vérification de la contrainte du sol .....	47
VI.	Calcul des armatures.....	48
	CHAPITRE IV: Etude de la superstructure.....	50
I.	Notion du béton arme aux états limites .....	50
1.	Notion de la règle de béton armé aux états limites .....	50
II.	Les poteaux .....	52
1.	Généralités.....	52
2.	Hypothèse de calcul .....	52
3.	Section et dimension .....	53
III.	Les poutres.....	58
1.	Généralités.....	58
2.	Détermination des charges sollicitant les portiques par mètre linéaire .....	59
3.	Calcul des sollicitations dues aux charges verticales .....	61
	PARTIE III : TECHNOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE ET EVALUATION FINANCIERE..	68

CHAPITRE I: Provenance, qualite et preparation des materiaux.....	75
I. Dispositions générales.....	75
II. Description des matériaux : .....	75
1. Lieu d'extraction .....	75
2. Qualité des terres pour remblais .....	76
3. Sable pour mortier et bétons.....	76
4. Gros granulats pour le béton .....	76
5. Eau de gâchage.....	77
6. Ciment .....	77
7. Aciers pour armatures .....	78
8. Briques en terre cuites .....	78
9. Pièces en béton armé .....	79
10. Evacuation des eaux pluviales .....	79
11. Bois .....	80
12. Objet de quincaillerie, serrurerie et ferronnerie.....	80
13. Carrelage et revêtement – Matériaux céramiques .....	81
14. Plomberie – Sanitaire.....	81
15. Fournitures pour le réseau électrique.....	81
16. Peinture .....	83
17. Vitrerie .....	83
CHAPITRE II: Technologie de mise en œuvre.....	84
1. Installation de chantier .....	84
2. Piquetage générale.....	84
3. Terrassement .....	85
4. Semelle isolé .....	87
5. Maçonnerie de briques .....	87
6. Hérissonnage .....	88
7. Béton .....	88
8. Armature.....	90
9. Coffrages et décoffrage .....	91
10. Mortier .....	93
11. Menuiserie bois.....	94

12.	Menuiserie métallique .....	95
13.	Quincaillerie – Serrurerie .....	95
14.	Les conduits .....	95
15.	Assainissement .....	97
16.	Plomberie – Sanitaire.....	99
17.	Carrelage.....	104
18.	Peinture.....	104
19.	Vitrerie .....	106
	<b>CHAPITRE III: Evaluation du cout du projet .....</b>	<b>107</b>
I.	Devis descriptifs .....	107
1.	Installation de chantier. ....	107
2.	Démolition.....	107
3.	Terrassement .....	107
4.	Ouvrage en infrastructure.....	108
5.	Ouvrage en superstructure.....	109
6.	Maçonnerie .....	110
7.	Toiture terrasse .....	110
8.	Enduit et chape en béton ordinaire dosé à 400 kg de ciment .....	110
9.	Assainissement .....	111
10.	Carrelage de revêtement .....	111
11.	Menuiserie .....	112
12.	Plomberie sanitaire .....	113
13.	Electricité.....	115
14.	Equipements spéciaux .....	116
15.	Peinture .....	116
II.	Sous détails des prix(SDP).....	117
III.	Devis et estimatif .....	121

## CONCLUSION

## BIBLIOGRAPHIE

## ANNEXES

## TABLES DES MATIERES



**Nom** : RAKOTOARISON

**Prénoms:** Santatsoa Sedera

**Adresse:** Lot 018 E Bis Ambohibao Antehiroka

**E-mail** : [rsantatrahillarie@yahoo.com](mailto:rsantatrahillarie@yahoo.com)

**Tél** : 0332919353/0347191020

**Nombre de pages:** 121

**Nombre de tableaux :** 30

**Nombre de figures :** 12



### *Titre de mémoire :*

## **CONTRIBUTION A LA REALISATION D'UN CENTRE FJKM SIS A AMBATOMENA**

### *Résumé :*

Le présent mémoire se portera sur à la conception d'un bâtiment R+4 à usage multiple sis à Ambatomena.

Selon la modélisation de sa structure, différents méthodes de calculs ont été utilisés à savoir : la méthode de cross, la méthode de Caquot.etc. La technologie nous a permis la mise en œuvre des travaux et l'évaluation financière du projet d'avoir un aperçu sur son coût estimatif qui s'élève à « **SIX CENT CINQUANTE HUIT MILLIONS NEUF CENT SOIXANTE NEUF MILLE QUARANTE SIX ARIARY »**

**Mots clés :** centre FJKM, béton armé

**Encadreur :** Monsieur Victor A. RAZAFINJATO