



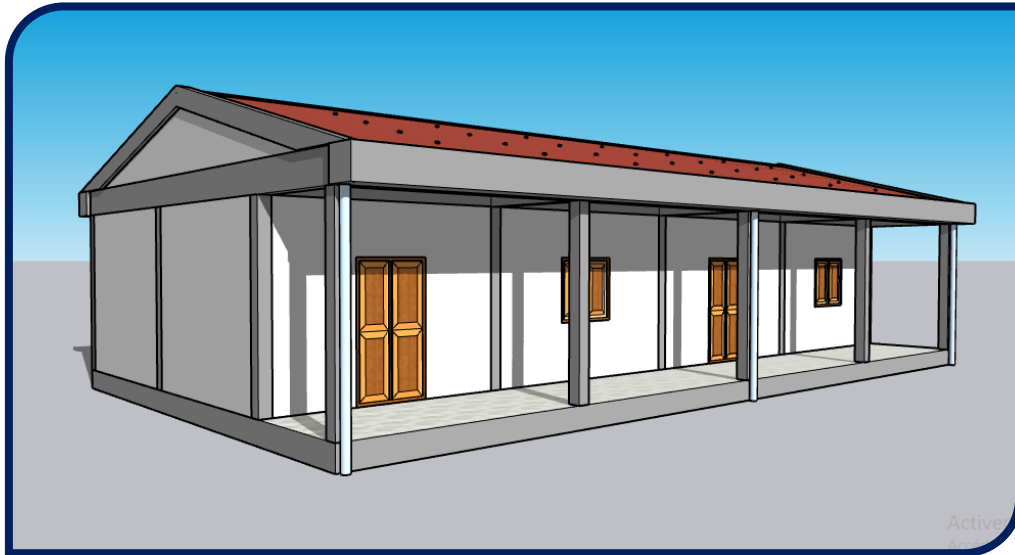
**INSTITUT DE FORMATION TECHNIQUE**

Arrêté N°6852/2005-MENRS Arrêté N° 367/2006



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU  
DIPLOME DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**CONCEPTION ET ÉTUDES D'UN BÂTIMENT À USAGE D'UN  
RÉFECTOIRE ET DE DORTOIR CAS « CENTRE DE  
FORMATION PROFESSIONNELLE » SIS À VOHITSARA**



**Présenté par :** Monsieur Elisé IALY RAZAFINDRAFAHASOAVANA

**Mention :** Bâtiment et Travaux Publics

**Parcours :** Bâtiment

**Encadreur pédagogique :** Monsieur Harivola Soa Mamy RANDRIANALISON

**Encadreur professionnel :** Monsieur Andry Saturnin Ruckie

**Année universitaire :** 2022-2023

**Promotion :**

## AVANT-PROPOS

Actuellement les activités du secteur du génie civil ne cessent d'accroître et les résultats sont de plus en plus impressionnants notamment à Madagascar. Toute fois pour une construction moderne et de qualité, les spécialités et les compétences des travailleurs ne devraient pas y manquer. C'est justement pour cela que des institutions ont décidés d'offrir des formations dans ce domaine pour ses étudiants.

Pour une vision plus élargie du secteur du Génie Civil, la situation à laquelle nous faisons face aujourd'hui nous incite à améliorer et à approfondir nos études au niveau du Bâtiments et Travaux Publiques en effectuant un stage de fin d'étude après deux années de formation, au sein d'une entreprise qui est dans le secteur, en vue de l'obtention du Diplôme de Technicien Supérieur (DTS).

En effet, ce stage devrait faire l'objet de la mise en pratiques des formations théoriques acquises durant ces deux dernières années d'étude en salle mais aussi de permettre aux étudiants d'acquérir des expériences pratiques pour faciliter son entrer dans le milieu professionnel.

Le manque de mains d'œuvre qualifiée dans le secteur du Génie Civil peut constituer l'une des causes majeures des problèmes auxquels sont confrontés les projets de construction d'infrastructures et de bâtiments à Madagascar. Il en découle qu'avant d'entreprendre toute construction, une étude préalable est essentielle, non seulement pour instaurer un système axé sur la sécurité et la prévention des incidents, mais aussi pour garantir la qualité du travail dans l'ensemble des opérations.

## REMERCIEMENTS

Avant d'exprimer ma gratitude envers les personnes qui ont contribué de manière significative à la réalisation de ce mémoire nous tenons à prendre un moment pour les remercier chaleureusement pour leur précieuse assistance et leur engagement inébranlable.

Nous ne pouvons pas terminer notre propos sans adresser nos plus vifs remerciements à :

- Monsieur Valisaona ANDRIAMBOLANIRINA, Président Directeur Général de l'I.F.T Madagascar et notre Chef de Mention en Bâtiment et Travaux Publics qui nous a encouragés durant nos études afin de pouvoir atteindre nos objectifs.
- Madame Volatiana RATSIMBA, Maître de Conférences, Directeur des Études de l'I.F.T d'avoir consacré toutes ses forces pour la bonne marche et de la réussite de nos études ;
- Monsieur RAZANAKOTO Ignace, Directeur des Études Adjoint pour sa rigueur et son efficacité dans l'application des directives assurant la bonne marche de l'étude à l'IFT ;
- Monsieur Harivola Soa Mamy RANDRIANALISON, Directeur d'Agence de l'I.F.T Toamasina, de nous avoir beaucoup soutenu et encadré pédagogiquement tout au long de la préparation de ce mémoire ;
- Aux membres de jury qui vont porter leur jugement sur notre travail ;
- À tous les enseignants et tout le personnel administratif de l'I.F.T ; qui nous avons prodigué leurs connaissances.

Enfin, nous tenons ici à adresser nos vifs remerciements à tous les membres de notre famille qui nous ont soutenu moralement et financièrement, ainsi que les amis de près ou de loin, pour les conseils et prêté main forte pendant la réalisation de ce mémoire.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**BAEL** : Béton Armé aux États Limites

**BDE** : Bordereau Détail Estimatif

**c** : Enrobage

**eh** : espacement horizontal

**ELU** : État Limite Ultime

**ELS** : État Limite de Service

**F<sub>tj</sub>** : Résistance caractéristique à la traction du béton à j jour d'âge

**F<sub>cj</sub>** : Résistance caractéristique à la compression du béton à j jour d'âge

**G** : Surcharge d'exploitation

**h** : Hauteur

**HA** : Haute Adhérence

**HT** : Hors Taxes

**I.F.T** : Institut de Formation Technique

**L** : Longueur

**l** : largeur

**l<sub>f</sub>** : longueur de flambement

**MPa** : Mégapascal

**MN** : Méganewton

**PHMO** : Prix Horaire Moyen des Ouvriers

**Q** : Charge Permanente

**RDM** : Résistance Des Matériaux

**TS** : Treillis Soudé

**T** : Tonne

**TTC** : Toutes Taxes Comprises

**TVA** : Taxe sur la Valeur Ajoutée

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de l'IFT .....	5
Figure 2 : Localisation du site à Toamasina.....	15
Figure 3 : Présentation des poteaux les plus chargés .....	20
Figure 4 : Étapes de prédimensionnement de la semelle .....	23
Figure 5 : Vue en perspective de la descente des charges.....	23
Figure 6 : Section de la semelle .....	26
Figure 7 : Armatures de la semelle.....	31
Figure 8 : Nappes sur recouvrement .....	35
Figure 9 : Coupe A-A.....	36
Figure 10 : Coupe transversale du poteau .....	36
Figure 11 : Charge uniformément répartie sur quatre appuis.....	37
Figure 12 : Sections entre 1 <sup>er</sup> et 4 <sup>ème</sup> travée .....	39
Figure 13 : Sections entre 2 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> travée .....	39
Figure 14 : Diagramme à l'ELU .....	43
Figure 15 : Diagramme à l'ELS.....	44
Figure 16 : Présentation générale de la poutre .....	46
Figure 17 : Répartition des armatures de la poutre .....	51
Figure 18 : Disposition constructive des armatures .....	51

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiche de renseignements relatifs à l'entreprise .....	6
Tableau 2 : Liste du personnel principal .....	7
Tableau 3 : Caractéristique mécanique des différents types d'armatures .....	19
Tableau 4 : Section du poteau .....	22
Tableau 5 : Les contraintes admissibles du sable .....	24
Tableau 6 : Les charges permanentes .....	27
Tableau 7 : La surcharge d'exploitation .....	28
Tableau 8 : Surcharge d'exploitation supportée par la poutre .....	45
Tableau 9 : Charges permanentes supportées par la poutre .....	45
Tableau 10 : Répartition de Caquot.....	50
Tableau 11 : Tableau PHMO .....	54
Tableau 12 : Devis descriptif .....	55
Tableau 13 : Tableau récapitulatif de l'Avant Métré .....	57
Tableau 14 : Détermination de K1 .....	62
Tableau 15 : Prix Unitaire pour le béton .....	63
Tableau 16 : Prix Unitaire pour les armatures du béton.....	64
Tableau 17 : Bordereau Détail Estimatif.....	65
Tableau 18 : Récapitulation et Montant T.T.C.....	69

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

REMERCIEMENTS

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

### **PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION GÉNÉRALE**

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE L'IFT

CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

CHAPITRE III : PRÉSENTATION DU PROJET

### **DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDES TECHNIQUES**

CHAPITRE IV : HYPOTHÈSE DES CALCULS

CHAPITRE V : PRÉDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

### **TROISIÈME PARTIE : ÉTUDES FINANCIÈRES**

CHAPITRE VII : PHMO ET DEVIS DESCRIPTIF

CHAPITRE VIII : COEFFICIENT DE DÉBOURSÉ K1

CHAPITRE IX : DEVIS ESTIMATIF

CHAPITRE X : ANALYSE-SUGGESTION-RECOMMANDATION

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

WEBOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES MATIÈRES

## INTRODUCTION

Les travaux de construction actuels, englobant une vaste gamme de projets, reflète l'évolution rapide de notre société et les besoins changeants de nos communautés. Parmi ces projets, les infrastructures éducatives occupent une place centrale. De la conception de nouvelles écoles et universités aux rénovations majeures d'établissements existants, l'investissement dans l'éducation est aujourd'hui plus que jamais une priorité. Mais les travaux de construction ne se limitent pas à l'éducation. Ils englobent également la construction de logements pour répondre à la croissance démographique, la création de bâtiments commerciaux et industriels pour soutenir l'activité économique, et l'aménagements d'espaces publics pour améliorer la qualité de vie.

Tout au long de cette exploration, une question essentielle nous guidera : ‘‘Comment concevoir et financer efficacement des infrastructures éducatives en partenariat avec le secteur privé, tout en garantissant la qualité de l'enseignement, la durabilité des bâtiments et l'équilibre financier ?’’

C'est précisément ce qui nous conduit au choix du thème intitulé : « **CONCEPTION ET ÉTUDES D'UN BÂTIMENT À USAGE D'UN RÉFECTOIRE ET DE DORTOIR CAS : CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNELLE SIS À VOHITSARA** ».

Nous dévoilerons notre plan pour ce périple intellectuel. À travers trois parties distinctes, nous explorerons les différentes facettes de notre aventure éducative et entrepreneuriale :

Nous commencerons par une immersion dans le contexte de notre école, une institution dédiée à l'excellence éducative. Nous découvrirons également notre partenaire clé, une entreprise visionnaire prête à embrasser l'innovation. Ainsi que la présentation du projet.

Dans la deuxième partie, nous entamerons les coulisses des études techniques, où la vision prend forme. Nous comprendrons les défis techniques et les solutions créatives qui ont marqué notre parcours.

Enfin, la troisième et dernière partie nous plongera dans le monde des chiffres et de la gestion budgétaire, révélant la réalité financière de notre projet.



**PREMIÈRE PARTIE**  
**PRÉSENTATION GÉNÉRALE**

## CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE L'IFT

### 1. Historique

L'institut de Formation Technique (IFT) a été créée le 08 octobre 2001, suivant l'autorisation du ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle, et de l'Office National de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle Privée (ONETFOP). Le Président Directeur Général est Monsieur Valisaona ANDRIAMBOLANIRIANA, Enseignant d'Université, Ingénieur des Travaux Publics.

Les formations dispensées par l'IFT sont homologuées suivant l'ARRÊTÉ N°6852/2005, en date du 15 Juin 2005, du Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique (MENRES).

Les diplômes délivrés par l'IFT ont des équivalences administratives au niveau de la FOP suivant l'ARRÊTÉ N°367/2006 en date du 05 Janvier 2006 du Ministère de la Fonction Publique, du Travail et des Lois Social.

Son siège social se trouve à Soarano au Lot SIBE, 5 Bis Rue Andrianampoinimerina près de la pharmacie IARIVO. Des établissements annexes ont également été ouverts à Fianarantsoa, à Antsirabe, à Ambositra, à Toliara, à Tamatave et à Majunga.

Depuis sa création, pour des visites de chantiers, des voyages d'études, des stages en Entreprises..., l'IFT collabore avec divers partenaires. Citons entre autres :

**LNTPB, BÉTON France, ERBTP, CIMELTA, STE COMAC, COLAS SOGEA AGETIPA, MADAUTO; STAR; PORT MAJUNGA; COMPAGNIE MADECASSE ; ADEMA ; AIR MAD ; CARE INTERNATIONAL ; ASSEMBLÉE NATIONALE ; SENE ; MINISTÈRE : DE L'ÉCONOMIE, DU COMMERCE, ET DE L'INDUSTRIE, MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DE MINES, MINISTÈRE DE LA JUSTICE ET DIFFÉRENTES JURIDICTIONS ; MINISTÈRE DES FINANCES ET BUDGET ; RÉGION ANALAMANGA ; TVM, ASECNA, BOA, BFV SG, BNI CA, UCB, PAIQ, JIRAMA, CNELA, CCAC, ACC, ORANGE, ZAIN, TELECOM MALAGASY ; COMPAGNIES D'ASSURANCE : NY HAVANA, ARO...**

## **2. Mentions existantes**

IFT disposent des formations en :

- Bâtiment et Travaux Publics, Gestion et Management
- Gestion / Management
- Informatiques
- Information – Communication – Journalisme
- Droit
- Ingénierie de l'Environnement
- Management Qualité (en cours)
- Management du Tourisme (en cours)

Actuellement, l'IFT capitalise le savoir-faire et l'expérience d'une cinquantaine d'enseignement et dispense également différentes formes de formations : initiales, continue, modulaire.

## **3. Diplômes délivrés**

### **Formation initiale :**

- DTS (Bacc+2) après 2 années d'études
- LICENCE (Bacc+3) après 3 années d'études
- MASTER I (Bacc+4) après 4 années d'études
- MASTER II (Bacc+5) après 5 années d'études

### **Formation continue :**

- Diplôme de formation professionnelle
- DESS en Management qualité
- DESS en Management et tourisme

### **Formation modulaire :**

Certificat ou attestation après les formations de chaque module. Pour ces différents types de formation, les diplômes délivrés aux étudiants sont obtenus après des évaluations faisant l'objet d'un :

- Contrôle continue
- Examen de fin d'année
- Rapport de stage
- Mémoire soutenu publiquement

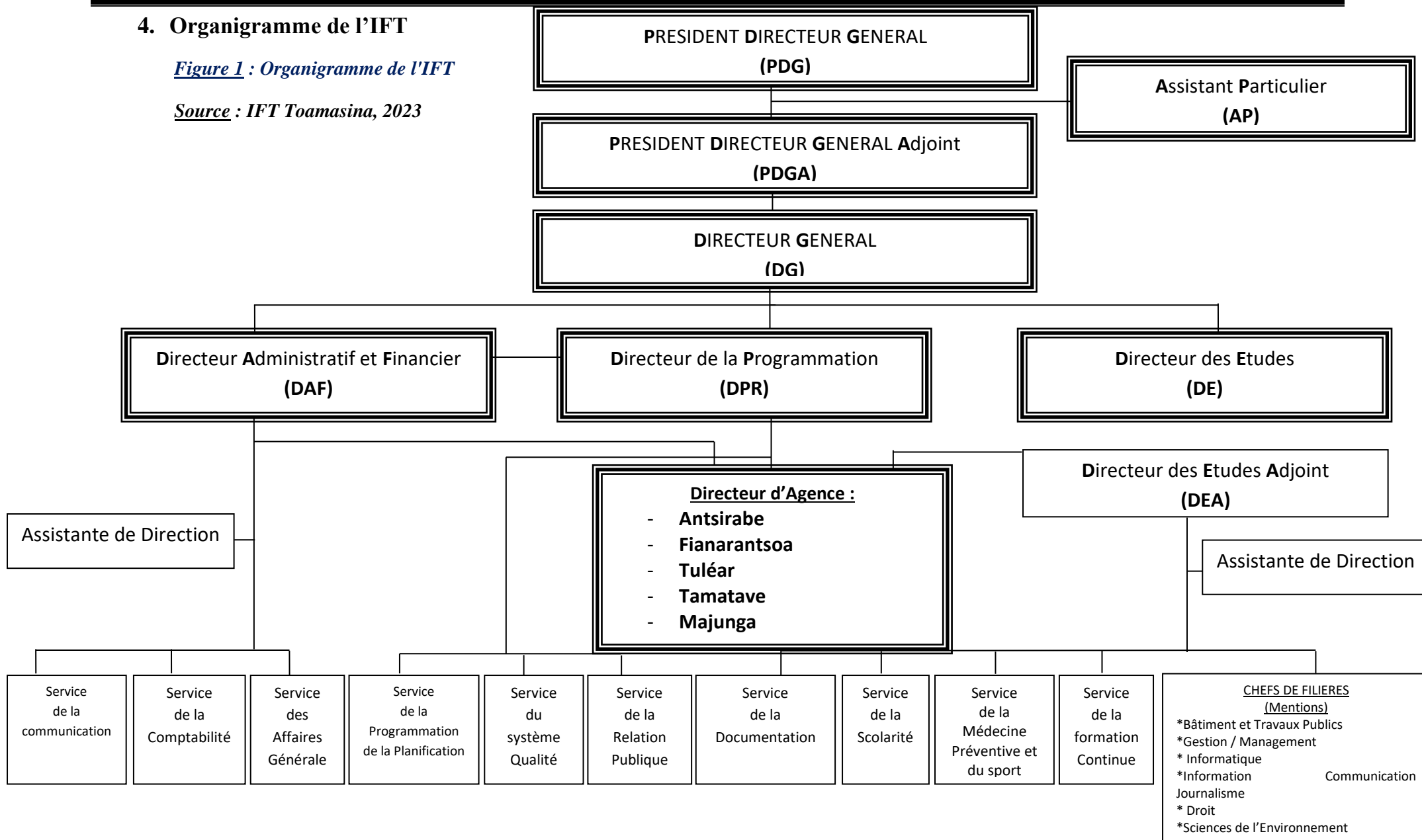
En outre, un comité pédagogique composés des Chefs de Mentions est créé au sein de l'IFT. Ce comité se prononce sur la structure et les matières du programme, appuyant le développement d'une large coopération nationale et internationale dans le cadre de la formation dispensée.



#### 4. Organigramme de l'IFT

*Figure 1 : Organigramme de l'IFT*

*Source : IFT Toamasina, 2023*



## CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ÉVOLUTION CONSTRUCTION



### I. FICHE DE RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ENTREPRISE

**Tableau 1 : Fiche de renseignements relatifs à l'entreprise**

Nom ou raison social	Entreprise Évolution Construction
Forme juridique	Entreprise Individuelle
Numéro d'immatriculation	200160517
Numéro de compte bancaire/ Nom et adresse de la banque	0006 0002 00000825808 71 MCB Ampasimazava Toamasina

<b>Personnes habilitées à représenter l'entreprise :</b>	
Noms	Andry Saturnin Ruckie
Adresse	Lot 55 D P/elle 12/11 Tanamakoa – Toamasina
Numéro de téléphone	Tel : +261 32 43 014 60 /+261 34 25 433 13
Adresse électronique	<u>E-mail</u> : <b>evolution_construction@yahoo.fr</b>

**Source : Entreprise Evolution Construction**

### DOMAINE D'ACTIVITES :

- 1) Etudes de structure en béton armé, métallique et en bois
- 2) Estimation des coûts des projets
- 3) Contrôle et suivi d'exécution des projets
- 4) Expertise et évaluation des ouvrages de Bâtiments et de Travaux Publics

5) Réalisation de :

a) Travaux de bâtiments

- Réhabilitations et construction neuves (grosses œuvres ; secondes œuvres)
- Electricité
- Peinture
- Plomberie

b) Génie civil

- Pistes en terres stabilisées, en terres Compactées
- Routes en matériaux pierreux (provinciales, communales)
- Ouvrage de franchissement : pont et dalots en béton armé et pont en bois
- Voiries et assainissement urbain
- Mur de soutènement

c) Aménagements Ruraux

- Ouvrage de retenus (barrage) : en terre ; en maçonnerie et béton armé
- Ouvrage d'assainissement
- Aménagement des petits périmètres irrigués
- Adduction d'eau potable : Gravitaire, par pompage (puits)

## II. LISTE DU PERSONNEL PRINCIPAL

**Tableau 2 : Liste du personnel principal**

Nom et Prénoms	Diplômes	Nombre d'années d'expériences	Durée dans le Firme	Observation
ANDRY Saturnin Ruckie	Ingénieur en BTP	10 ans	7 ans	Directeur Technique
BOTRA Prosper	Ingénieur en BTP	30 ans	21 ans	Conducteur de travaux
RABEMILAMINA Laugin	Ingénieur en BTP	12 ans	09 ans	Chef de Chantier

*Source : Entreprise Evolution Construction*

### III. REFERENCE TECHNIQUE ET FINANCIERE

#### TRAVAUX REALISÉS PAR L'ENTREPRISE

Ci-dessous une liste de quelques travaux réalisés par l'entreprise :

- **Travaux de construction d'un bâtiment pour le foyer VICTOIRE RASOAMANARIVO à Betainomby, District de Toamasina I.**
  - Valeur du marché : Ar 350 000 000
  - Maître de l'ouvrage : Diocèse de Toamasina
  - Lieu d'exécution : Betainomby, Toamasina I
  - Date du début : 25 Novembre 2020
  - Date de fin : 06 Juin 2021
- **Travaux de construction d'un bâtiment de CENTRE DE FORMATION POUR LES FOYERS FILLE - MERE à Betainomby, District de Toamasina I**
  - Valeur du marché : Ar 150 000 000
  - Maître de l'ouvrage : Diocèse de Toamasina
  - Lieu d'exécution : Betainomby, Toamasina I
  - Date du début : 16 Novembre 2021
  - Date de fin : 06 Février 2022
- **Travaux de construction d'un hôpital à Betainomby, District de Toamasina I**
  - Valeur du marché : Ar 450 000 000
  - Maître de l'ouvrage : Diocèse de Toamasina
  - Lieu d'exécution : Betainomby, Toamasina I
  - Date du début : 10 Avril 2019
  - Date de fin : 20 Février 2020
- **Travaux de construction d'une église catholique de dimension 25x40m à Botanique, District de Toamasina I**
  - Valeur du marché : Ar 300 000 000
  - Maître de l'ouvrage : Diocèse de Toamasina
  - Lieu d'exécution : Botanique, Toamasina
  - Date du début : 26 Avril 2018
  - Date de fin : 16 Juin 2019



- **Travaux de construction de bâtiment administratif pour bureaux de Parlement dans l'enceinte du palais de la Région Atsinanana à Mangarano I, District de Toamasina I**
  - Valeur du marché : Ar 137 100 000,00
  - Maître de l'ouvrage : Commune Urbaine de Toamasina I
  - Lieu d'exécution : Mangarano I Toamasina
  - Date du début : 04 Mai 2018
  - Date de fin : 29 Novembre 2018
- **Travaux de reconstruction d'un pont semi-dur de 9 ml de longueur liant la parcelle 21/52 Mangarivotra et 21/72 Tanambao Verrerie, District de Toamasina I**
  - Valeur du marché : Ar 70 212 961,79
  - Maître de l'ouvrage : Commune Urbaine de Toamasina I
  - Lieu d'exécution : Mangarivotra Toamasina I
  - Date du début : 04 Mai 2018
  - Date de fin : 30 Juin 2018
- **Travaux de réhabilitation de la Route Trano Mora Mangarano II, District de Toamasina I**
  - Valeur du marché : Ar 92 287 038 1,21
  - Maître de l'ouvrage : Commune Urbaine de Toamasina I
  - Lieu d'exécution : Mangarivotra Toamasina I
  - Date du début : 04 Mai 2018
  - Date de fin : 30 Juin 2018
- **Travaux de réhabilitation de la maison Centrale de Maroantsetra dans la Région Analanjirofo**
  - Valeur du marché : 149 758 084,19
  - Maître de l'ouvrage : Ministère de la Justice
  - Lieu d'exécution : Maroantsetra
  - Date du début : 05 Juin 2018
  - Date de fin : 30 Octobre 2018

- **Réhabilitation partielle de la toiture du bâtiment à usage de bureaux de la faculté DEGMIA de l'Université de Toamasina**
  - Valeur du marché : Ar 5 456 854,00
  - Maître de l'ouvrage : CUR BARIKADIMY
  - Lieu d'exécution : CUR Barikadimy
  - Date du début : 19 Décembre 2017
  - Date de fin : 29 Décembre 2017
- **Aménagement et Réhabilitation du bâtiment à usage de bureaux de la faculté DEGMIA de l'Université de Toamasina (deuxième tranche)**
  - Valeur du marché : Ar 36 945 620,00
  - Maître de l'ouvrage : CUR BARIKADIMY
  - Lieu d'exécution : CUR Barikadimy
  - Date du début : 20 Octobre 2016
  - Date de fin : 18 Décembre 2016
- **Rénovation peinture extérieur, BATIMENT HASINA, CUR Barikadimy**
  - Valeur du marché : Ar 3 927 829,37
  - Maître de l'ouvrage : CUR BARIKADIMY
  - Lieu d'exécution : CUR Barikadimy
  - Date du début : 12 Décembre 2014
  - Date de fin : 22 Décembre 2015
- **Confection et réparation Table bancs DEMI-TONNEAU, GRAND AMPHI, PETIT AMPHI, DOJO I-II-III, CUR Barikadimy**
  - Valeur du marché : Ar 3 266 000
  - Maître de l'ouvrage : CUR BARIKADIMY
  - Lieu d'exécution : CUR Barikadimy
  - Date du début : 15 Octobre 2014
  - Date de fin : 30 Octobre 2014
- **Rénovation peinture pour Murs partiel intérieure AMPHI BLEU, CUR Barikadimy**
  - Valeur du marché : Ar 8 824 28,63
  - Maître de l'ouvrage : CUR BARIKADIMY
  - Lieu d'exécution : CUR Barikadimy

- Date du début : 22 Mai 2014
- Date de fin : 14 Juin 2014
- **Rénovation peinture à l'intérieure de l'Agence BMOI Toamasina**
  - Valeur du marché : Ar 3 879 342,00
  - Maître de l'ouvrage : BMOI
  - Lieu d'exécution : Anjoma
  - Date du début : 18 Juin 2013
  - Date de fin : 20 Juin 2013
- **Construction d'une estrade pour PETIT AMPHI, CUR Barikadimy**
  - Valeur du marché : Ar 3 981 864,00
  - Maître de l'ouvrage : CUR BARIKADIMY
  - Lieu d'exécution : CUR Barikadimy
  - Date du début : 12 Aout 2013
  - Date de fin : 21 Aout 2013
- **Remise en état de peinture de l'intérieure de logement BMOI Toamasina**
  - Valeur du marché : Ar 3 205 077,77
  - Maître de l'ouvrage : BMOI
  - Lieu d'exécution : Tanamakoa, Parcelle 12/12
  - Date du début : 20 Septembre 2013
  - Date de fin : 26 Septembre 2013
- **Confection 100 Table bancs ABA 1- ABA 2, CUR Barikadimy**
  - Valeur du marché : Ar 14 868 200,00
  - Maître de l'ouvrage : CUR BARIKADIMY
  - Lieu d'exécution : CUR Barikadimy
  - Date du début : 2 Novembre 2013
  - Date de fin : 22 novembre 2013
- **Travaux de clôture et maçonnerie avec portail et portillon métallique**
  - Valeur du marché : Ar 9 419 789,00
  - Maître de l'ouvrage : Mr RAKOTONARIVO Benoît
  - Lieu d'exécution : Cité Béryl Rouge Toamasina
  - Date du début : 31 Juillet 2012
  - Date de fin : 15 septembre 2012

- **Travaux de clôture pour le compte des sœurs Ursulines sis à Botanique Toamasina**
  - Valeur du marché : Ar 21 602 789,00
  - Maître de l'ouvrage : ECAR
  - Lieu d'exécution : Botanique
  - Date du début : 20 Janvier 2009
  - Date de fin : 15 Avril 2009
- **Travaux d'entretien des salles de classe**
  - Valeur du marché : Ar 14 208 645,13
  - Maître de l'ouvrage : CRINFP Toamasina
  - Lieu d'exécution : EPP Augagneur Toamasina
  - Date du début : 14 Juillet 2009
  - Date de fin : 3 Aout 2009
- **Travaux de réhabilitation de garage Automobile de CRINFP**
  - Valeur du marché : Ar 14 208 645,13
  - Maître de l'ouvrage : CRINFP Toamasina
  - Lieu d'exécution : Enceinte du DREN Antsinanana
  - Date du début : 15 octobre 2009
  - Date de fin : 15 novembre 2009
- **Travaux de construction d'un bâtiment R+1 à usage de centre d'animation et de loisir pour le compte d'E.A.M**
  - Valeur du marché : Ar 52 936 476,80
  - Maître de l'ouvrage : ECAR
  - Lieu d'exécution : Botanique
  - Date du début : 17 Septembre 2005
  - Date de fin : 12 Février 2006
- **Travaux de construction d'un bâtiment à usage de cantine scolaire, pour le compte des sœurs Ursulines Morarano**
  - Valeur du marché : Ar 15 582 033,60
  - Maître de l'ouvrage : ECAR
  - Lieu d'exécution : Botanique
  - Date du début : 14 Décembre 2004
  - Date de fin : 15 Avril 2005



- **Travaux de construction d'un bâtiment R+1 à usage de logement pour le compte des sœurs Ursulines Morarano**
  - Valeur du marché : Ar 123 914 867,40
  - Maître de l'ouvrage : ECAR
  - Lieu d'exécution : Morarano Toamasina
  - Date du début : 15 Mars 2002
  - Date de fin : 20 Octobre 2002
- **Infrastructure et travaux de finition de l'école à 10 salles de classe du collège Saint Jean pour le compte des sœurs Ursulines Morarano**
  - Valeur du marché : Ar 91 018 810,40
  - Maître de l'ouvrage : ECAR
  - Lieu d'exécution : Botanique Toamasina
  - Date du début : 15 Juin 2001
  - Date de fin : 30 Octobre 2001
- **Travaux de construction d'une école à 3 salles et un bureau pour le compte des sœurs Ursulines contrat n°01/ PAIQTVE/97**
  - Valeur du marché : Ar 29 047 304,40
  - Maître de l'ouvrage : Commune urbaine de Toamasina
  - Lieu d'exécution : Botanique Toamasina
  - Date du début : 11 Décembre 1997/ Date de fin : 30 Avril 1998

## CHAPITRE III : PRÉSENTATION DU PROJET

### I. INTRODUCTION

Le présent mémoire se consacre à la conception et à l'étude d'un bâtiment polyvalent destiné à servir de réfectoire et de dortoir au sein d'un Centre de Formation Professionnelle localisé à "VOHITSARA" TOAMASINA. Cette initiative s'inscrit dans le cadre de l'amélioration des infrastructures éducatives et de promotion de la formation professionnelle dans la région.

### II. CONTEXTE

Madagascar, en tant que nation en voie de développement, a reconnu l'importance cruciale de la formation professionnelle pour le développement socio-économique. Le Centre de Formation Professionnelle, objet de ce projet, joue un rôle essentiel en fournissant une éducation de qualité aux apprenants dans divers domaines professionnels. Cependant, les infrastructures actuelles de l'établissement ne répondent pas pleinement aux besoins croissants de ses étudiants.

### III. OBJECTIFS DU PROJET

Les principaux objectifs de ce projet sont les suivants :

1. Concevoir un bâtiment multifonctionnel pour abriter un réfectoire et un dortoir répondant aux normes de sécurité et de durabilité.
2. Améliorer les conditions de vie des étudiants en offrant un dortoir confortable et fonctionnel.
3. Faciliter la fourniture de repas nutritifs en créant un réfectoire équipé des installations nécessaires.
4. Contribuer au développement global de l'établissement en offrant un environnement d'apprentissage de qualité.

### IV. MÉTHODOLOGIE

La réalisation de ce projet implique une démarche méthodologique rigoureuse, incluant une étude de faisabilité, une analyse des besoins, une conception architecturale et structurelle, ainsi que l'intégration de principes de développement durable.

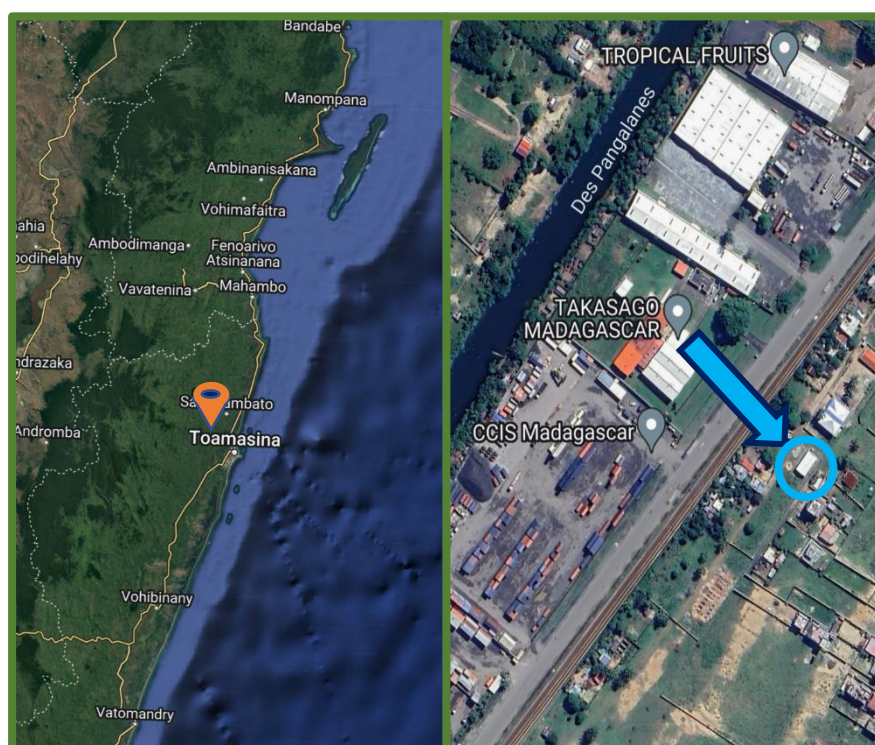
La réalisation de ce projet revêt une importance majeure pour l'amélioration des conditions d'enseignement et de vie des étudiants du Centre de Formation Professionnelle à

VOHITSARA. Ce mémoire fournira une base solide pour la mise en œuvre réussie de ce projet crucial.

## V. LOCALISATION DU PROJET

La localisation stratégique de ce projet se situe à “Vohitsara”, dans la région de Toamasina. Cette localisation a été soigneusement choisie en raison de sa proximité avec le Centre de Formation Professionnelle existant, permettant ainsi une intégration harmonieuse de la nouvelle infrastructure dans le tissu éducatif existant. Toamasina en tant que centre économique et éducatif majeur de Madagascar, offre également un accès facile aux ressources nécessaires à la réalisation réussie du projet, notamment aux fournisseurs de matériaux et à la main d’œuvre qualifiée.

**Figure 2 : Localisation du site à Toamasina**



*Source : Google Map, 2023*

## VI. INTERVENANTS

- ❖ **Maître d’œuvres** : Entreprise Évolution construction
- ❖ **Maître d’ouvrage** : Diocèse de Toamasina

**DEUXIÈME PARTIE**  
**ÉTUDES TECHNIQUES**



## CHAPITRE IV : PRÉDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ET HYPOTHÈSES DES CALCULS

### SECTION 1. HYPOTHÈSES DES CALCULS

#### I. Généralités

Une hypothèse de calcul est une supposition ou une proposition formulée dans le cadre d'une analyse ou d'une recherche, généralement basée sur des informations limitées ou des données incomplètes. Elles peuvent de point de départ pour effectuer des calculs, des simulations ou des études plus approfondies. Les hypothèses de calcul sont couramment utilisées dans divers domaines, tels que l'ingénierie, les sciences, la finance et l'économie, pour évaluer des scénarios potentiels ou estimer des résultats en l'absence de données complètes ou précises. Il est essentiel de définir clairement les hypothèses de calcul pour garantir la transparence et la crédibilité des résultats obtenus.

#### 1. Texte réglementaire et de calcul

De manière générale, les justifications relatives à cette étude et les normes sont issues des textes suivants :

- *BAEL 91 modifié 99* : règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites.
- *Norme NFP 06-004* : bases de calcul des constructions – charges permanentes et surcharges d'exploitation dues aux forces de pesanteur.
- *Normes et DTU en vigueur*

#### 2. Domaines d'application des règles

Les règles de calcul sont applicables à tous les ouvrages et constructions en béton armé dont le béton doit être constitué de granulats naturels normaux avec un dosage en ciment au moins égal à  $350 \text{ Kg/m}^3$  de béton mis en œuvre.

Dans les constructions individuelles, les charges d'exploitation sont relativement élevées. Les constructions suivantes entrent normalement dans cette catégorie : les bâtiments industriels (usines, ateliers, etc...), les entrepôts.

### 3. Principe de justification

Les calculs justificatifs sont conduits suivant la théorie des états limites.

Un état limite est celui pour lequel une condition requise d'une construction est strictement satisfaite et cesserait de l'être en cas de modification défavorable d'une action.

On distingue les états limites ultimes (E.L.U) et les états limites de service (E.L.S).

Les états limites ultimes (E.L.U) correspondent à la limite :

- Soit de l'équilibre statique,
- Soit de la résistance de l'un des matériaux aciers ou béton,
- Soit de la stabilité des formes.

Les états limites de service (E.L.S) sont définis compte tenu des conditions d'exploitation ou de durabilité. On distingue :

- État limite de compression du béton,
- État limite d'ouverture des fissures.

Dans notre cas, la fissuration est préjudiciable.

### Hypothèses

**a :** Les sections droites planes avant déformation restent planes après déformation et il n'y a pas de glissement relatif entre le béton et l'acier.

**b :** la résistance du béton tendu est négligée.

## II. Actions et sollicitations

### 1. Actions

Les trois types d'actions appliquées à une structure sont :

- Les actions permanentes ou charges permanentes : notées  $G$ , représentent des actions dont l'intensité est constante ou très peu variables dans le temps. Elles comprennent notamment le poids propre de la structure et ceux des éléments fixes.
- Les actions variables ou surcharges d'exploitation : notées  $Q$ , représentent des actions dont l'intensité varie fréquemment et de façon très importante dans le temps.

- Les actions accidentelles : ces derniers ne seront pas pris en compte dans notre étude. Une construction peut être soumise à un grand nombre de combinaisons d'actions dont on retiendra les plus défavorables. Dans le cas courant, l'unique combinaison d'action est :

$$\begin{cases} 1,35G + 1,5Q \text{ à l'ELU} \\ G + Q \text{ à l'ELS} \end{cases}$$

## 2. Sollicitations

Les sollicitations sont les efforts normal et tranchant et les moments fléchissant et de torsion calculée à partir des actions par des méthodes appliquées.

## 3. Les matériaux aciers et béton

Pour pouvoir dimensionner des éléments en béton armé, il est indispensable de connaître le comportement des matériaux acier et béton et d'être capable de les modéliser.

### a. Modélisation du béton

- **Résistance caractéristique à la compression**

Pour l'établissement des projets, un béton est défini par une valeur de résistance à la compression à l'âge de 28 jours, dite valeur caractéristique et notée  $f_{c28}$ .

- **Résistance caractéristique à la traction**

La résistance caractéristique à la traction du béton à j jours d'âge est notée  $f_{tj}$  et est conventionnellement définie par la relation suivante :  $f_{tj} = 0,6 + 0,06f_{cj}$

- **Élément d'étude du béton**

Quelle que soit l'utilisation du béton, les caractères suivantes sont spécifiés :

- La résistance à la compression à 28 jours est au moins égale à 20 [MPa].
- La consistance du béton frais est plastique. Elle est déterminée par l'essai d'affaissement au cône d'Abrams (Slump test).
- La dimension maximale des granulats ne peut dépasser 20 [mm]
- Le dosage minimal de ciment est 350 [Kg/m<sup>3</sup>] de béton mis en œuvre.

- La classe du ciment utilisé est CEM II 42,5.

### b. Modélisation de l'acier

En génie civil, on rencontre plusieurs types d'armatures : les armatures à haute adhérence et les treillis soudés.

Les caractéristiques mécaniques des différents types d'armatures sont données par le tableau ci-dessous :

**Tableau 3 : Caractéristique mécanique des différents types d'armatures**

Désignation	Symbole	Nuance Fe E	Limite d'élasticité (MPa)	Résistance à la traction (MPa)
Barres à haute adhérence	HA	400	400	480
	HA	500	500	550
Treillis soudés	TS	500	500	550

*Source : Google, 2023*

## SECTION 2. PRÉDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

### I. PRÉDIMENSIONNEMENT DE LA POUTRE

Le prédimensionnement d'une poutre est une étape initiale dans la conception d'une structure ou d'un élément de construction, il implique l'estimation des dimensions de la poutre en fonction de charges approximatives et certaines hypothèses simplifiées.

#### 1. La hauteur h

- Condition de rigidité :

$$\text{On a : } \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \quad \text{Avec : } L = 6,5 \text{ [m]}$$

On obtient :  $0,43 \leq h \leq 0,65$  ; Donc, nous allons prendre comme valeur : **h = 45 [cm]**

## 2. La base b

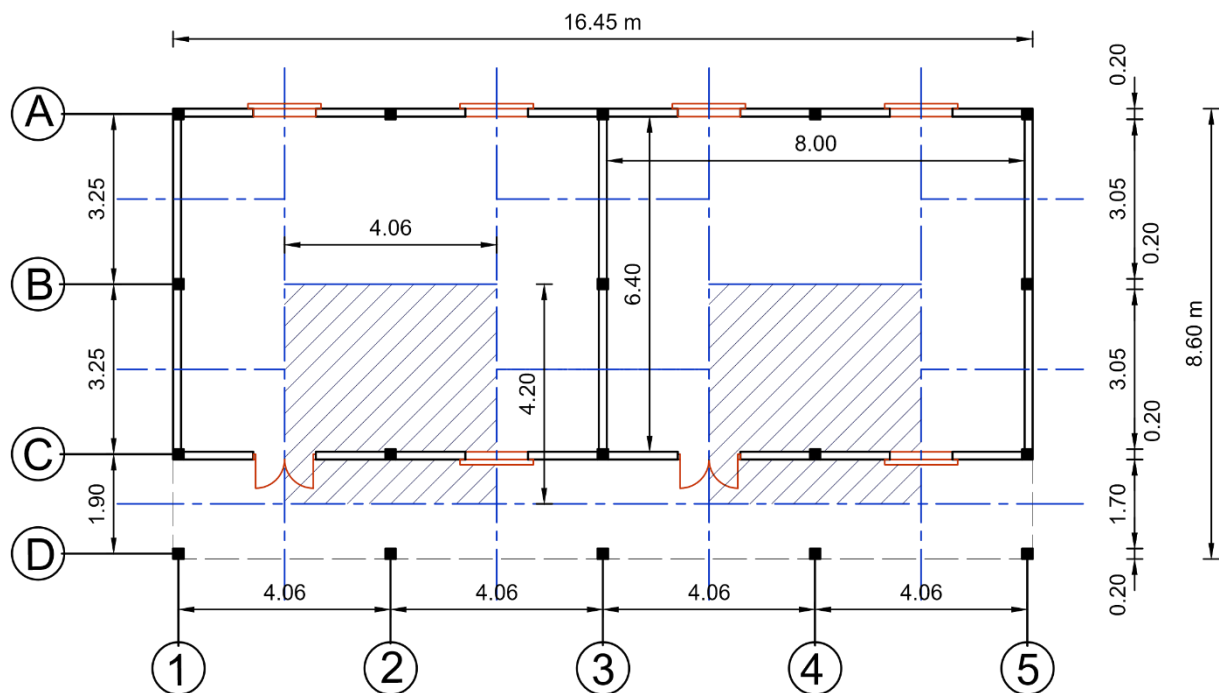
Pour déterminer la base b, on a la condition :

$$0,3h \leq b \leq 0,6h$$

On obtient :  $0,135 \leq b \leq 0,27$  D'où, nous allons prendre comme base : **b = 20 [cm]**

Finalement, nous avons choisi une poutre de section : **20 X 45 [cm<sup>2</sup>]**

**Figure 3 : Présentation des poteaux les plus chargés**



*Source : AutoCAD, 2023*

## II. PRÉDIMENSIONNEMENT DU POTEAU

### 1. Généralité

Le prédimensionnement d'un poteau suit une démarche similaire à celui d'une poutre, mais avec des considérations spécifiques à la structure verticale.

### 2. Hypothèse

Soit **a x b** la section du poteau. On peut déjà retenir **a = 20 [cm]** qui est égal à l'épaisseur de la poutre. Donc il reste à déterminer la côté **b**.

Par hypothèse de calcul, le prédimensionnement des poteaux se fait à l'ELS en compression simple centré en supposant que le béton reprend l'effort normal.

Caractéristiques des matériaux :

- $f_{c28} = 25$  [MPa]
- Acier : FeE400 ou Fe = 400 [MPa]
- $\gamma_s = 1,15$

### 3. Calcul de la section du poteau

Dans le cas courant,  $l_f = 0,7l_0$  Avec :  $l_0 = 3,70$  [m]

D'où,  $l_f = 2,59$  [m]

Il faut que le poteau satisfait la condition de non flambement pour justifier le calcul en compression simple.

La condition de non flambement est donnée par :  $\frac{l_f}{b} < 14,40 \rightarrow 12,95 < 14,40$

Donc, la condition est vérifiée.

Pour déterminer la section des poteaux, nous avons la formule suivante :

$$B = \frac{N}{0,9 \times \bar{\sigma}_{bc}} \quad \text{Avec : } N = n \cdot q \cdot S \quad \begin{cases} n: \text{nbre de niveau supporté par } N_1 \\ q: \text{charge venant de la toiture} \\ S: \text{surface d'impact} \end{cases}$$

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

Or  $\bar{\sigma}_{bc} = 0,6f_{c28}$  avec :  $f_{c28} = 25$  [MPa]

⇒ Application numérique :

$$N = n \cdot q \cdot S \quad \text{Avec} \quad \begin{cases} n = 1 \\ q = 1,35 \text{ [T/m}^2\text{]} \\ S = 17,052 \text{ [m}^2\text{]} \end{cases}$$

Donc,  $N = 23,02$  [T]

$$\bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ [MPa]} = 1500 \text{ [T/m}^2\text{]}$$

## ❖ Section des poteaux

Le calcul se fait à partir des poteaux intérieurs ou rives le plus chargé.

Dans ce cas, on va prendre que la valeur de,  $a=20\text{cm}$ , et on détermine la valeur de  $b$  à partir de la relation ci-dessous ;

$$b = \frac{B}{a}$$

Nous allons voir le résultat de la section du poteau le plus sollicité.

**Tableau 4 : Section du poteau**

n	q [T/m <sup>2</sup> ]	S [m <sup>2</sup> ]	N [T]	$\bar{\sigma}_{bc}$ [T/m <sup>2</sup> ]	B [m <sup>2</sup> ]	a [cm]	b [cm]	Section [m <sup>2</sup> ]
1	1,35	17,052	23,02	1500	0,017	20	8,50	20 X 20

**Source : Elisé IALY, 2023**

Alors, dans ce résultat ci-dessus le poteau est de section carrée de dimension **20 X 20 [m<sup>2</sup>]**

## III. PRÉDIMENSIONNEMENT DE LA SEMELLE

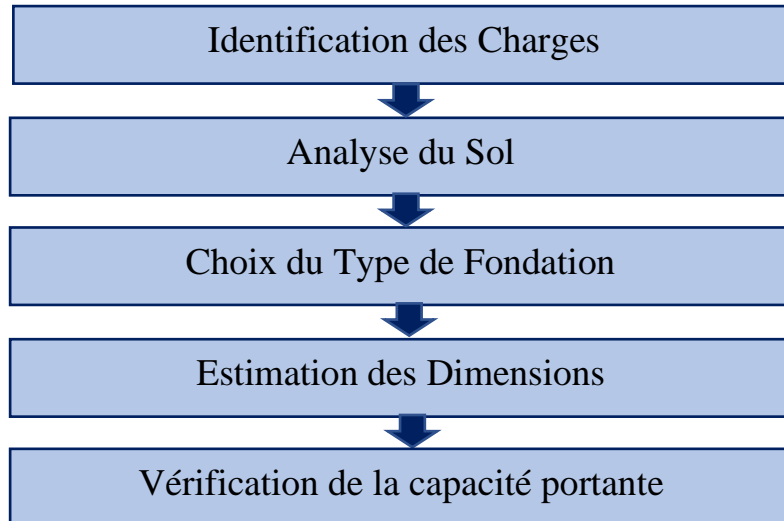
### 1. Généralités

Le prédimensionnement des fondations d'un bâtiment est une étape cruciale dans la conception de la structure de soutien sur laquelle reposera le bâtiment.

Le prédimensionnement d'une semelle isolée, également appelée *fondation isolée*, est une étape cruciale dans la conception de fondations pour supporter des charges verticales provenant de structures telles que des poteaux ou des murs.

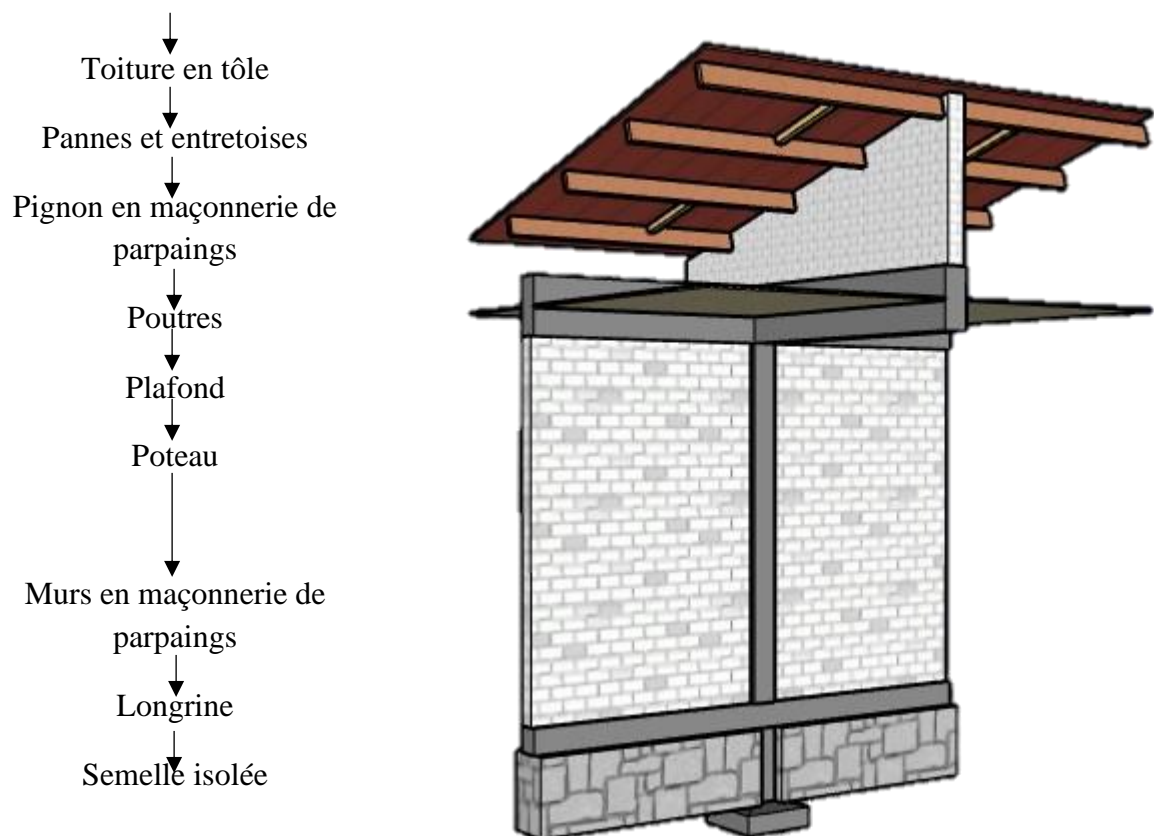
Les étapes de prédimensionnement de la semelle sont les suivantes :

**Figure 4 : Étapes de prédimensionnement de la semelle**



*Source : Elisé IALY, 2023*

**Figure 5 : Vue en perspective de la descente des charges**



*Source : SketchUp, 2023*



## 2. Identification des charges

Avant de concevoir des fondations, il est essentiel d'identifier toutes les charges que la fondation devra supporter, notamment les charges verticales (poids de la structure, charges permanentes et variables).

Nous avons les données suivantes :

$$P_{ser} = G + Q \quad \text{Avec : } \begin{cases} G = 3264,10 \text{ [DaN]} \\ Q = 1776,25 \text{ [DaN]} \end{cases}$$

$$\text{D'où, } P_{ser} = 5040,35 \text{ [DaN]} / P_{ser} = 0,05 \text{ [MN]}$$

## 3. Analyse du Sol

- **Type du Sol :** dans notre cas, nous avons des sols pulvérulents. Les sols pulvérulents, parfois appelés sols meubles, font partie d'une catégorie de sols qui sont caractérisés par leur nature granulaire, leur faible cohésion et leur capacité à se comporter comme des particules fines et libres.
- **Contrainte admissible :** la contrainte admissible d'un sol pulvérulent, comme le sable, varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la densité du sable, le teneur en eau, la granulométrie et d'autres caractéristiques géotechniques spécifiques du sol. Les valeurs peuvent donc varier considérablement en fonction des conditions du site.

Cependant, voici une estimation générale des contraintes admissibles pour le sable :

**Tableau 5 : Les contraintes admissibles du sable**

Types du sable	Contraintes admissibles [MPa]
Sable dense, sec à compact	0,1 à 0,25
Sable compact humide	0,05 à 0,15
Sable lâche	0,025 à 0,075
Sable saturé d'eau	$\leq 0,025$

*Source : Google, 2023*

Dans le cas de Toamasina, le types de sol varie de *Sable dense, sec à compact* à *Sable compact humide*.

Donc, pour la contrainte admissible, nous allons prendre :  $0,15 \text{ [MPa]} \leq \bar{\sigma}_{sol} \leq 0,25 \text{ [MPa]}$   
 $\Rightarrow$  Nous allons prendre la moyenne, soit :  $\bar{\sigma}_{sol} = 0,20 \text{ [MPa]}$

#### 4. Choix du type des fondations

Dans le cas courant, nous choisissons des semelles isolées de section rectangulaire

#### 5. Estimation des dimensions

Détermination des côtés A et B de la semelle :

A et B sont déterminées par la relation :

$$A \times B \geq \frac{P_{ser}}{\bar{\sigma}_{ser}}$$

$$A \geq \sqrt{\frac{a \cdot P_{ser}}{b \cdot \bar{\sigma}_{ser}}} \quad \text{et} \quad B \geq \sqrt{\frac{b \cdot P_{ser}}{a \cdot \bar{\sigma}_{ser}}}$$

Nous avons une section carrée, donc :  $A = B$

A.N :

$$A \text{ et } B \geq \sqrt{\frac{0,05}{0,20}} = 0,50 \text{ [m]}$$

Ainsi, on a :  $A = B = 0,60 \text{ [m]}$

#### 6. Vérification de la capacité portante

##### 1.1. Vérification de la condition de rigidité

$$\text{On a: } \frac{A-a}{4} \leq da \text{ et } db \leq A - a$$

$$\frac{0,6-0,2}{4} \leq da \leq 0,6 - 0,2$$

$$0,10 [m] \leq da \leq 0,40 [m] ; \text{ Nous prenons : } da = 0,15 [m]$$

Comme  $A = B$ , de même :

$$0,10 [m] \leq db \leq 0,40 [m] ; \text{ Nous prenons : } db = 0,30 [m]$$

Il faut que :  $da \leq d \leq db$ , donc nous prenons :  $d = 0,20 [m]$

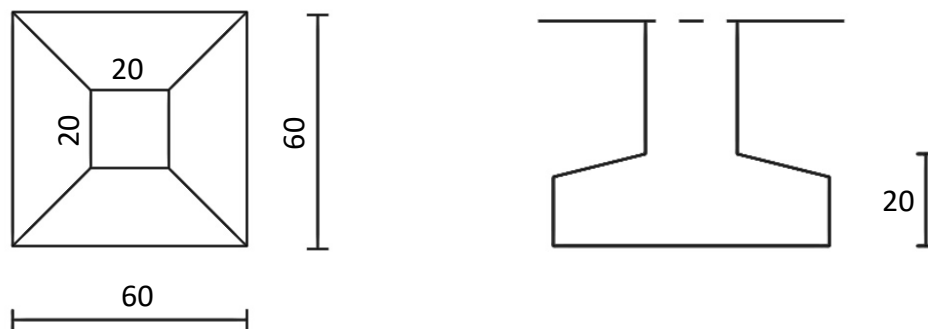
## 1.2. Vérification du contrainte limite du sol

Il faut que :  $\sigma_{sol} < \bar{\sigma}_{sol}$  Avec :  $\sigma_{sol} = \frac{0,05+0,0018}{0,36} = 0,14$

D'après le résultat ci-dessus,  $0,14 < 0,20$   $\sigma_{sol} < \bar{\sigma}_{sol}$ , D'où, la condition est approuvée

Finalement, nous choisissons une semelle isolée de dimensions : **60 X 60 [cm<sup>2</sup>]**, et de hauteur : **20 [cm]**.

Figure 6 : Section de la semelle



Source : AutoCAD, 2023

## CHAPITRE V : DESCENTE DES CHARGES ET SOLLITATIONS

### I. DESCENTE DES CHARGES

#### 1. Charges permanentes

**Tableau 6 : Les charges permanentes**

DESIGNATIONS	Poids Spécifique	C2-C4	POIDS (DaN)
		Surface/volume	
<b>Niveau 0</b>			
Toiture en tôle TOG	8,33	17,052	142,10
Pannes en madrier (5/15)	1041,67	0,1218	126,88
Entretoises bois carrées 6x6	1041,67	0,0124	12,75
Pignon	230	1,21	86,68
Poutre longitudinale	2500	0,3654	913,50
Poutre transversale	2500	0,36	900
		<b>Total N0</b>	<b>2181,91</b>
<b>Niveau 1</b>			
Poteau	2500	0,116	290
		<b>Total N1</b>	<b>2471,91</b>
<b>Niveau 2</b>			
Murs	230	1,6791	386,193
Longrine	2500	0,1624	406
		<b>Total N2</b>	<b>3264,10</b>

*Source : Elisé ITALY, 2023*

## 2. Surcharges d'exploitation

Tableau 7 : La surcharge d'exploitation

DESIGNATION	P. spécifique	Surface/volume	POIDS (DaN)
Niveau 0			
Toiture	104,17	17,052	<b>1776,25</b>

Source : Elisé IALY, 2023

Afin d'obtenir les poids spécifiques réels des éléments inclinés, il faut les diviser par "cosinus alpha ( $\cos\alpha$ )".

Exemple : Poids Spécifique de la toiture en tôle ( $8 \text{ daN/m}^2$ ) avec  $\alpha = 16^\circ$

$$\text{On a donc, } P_{RT} = \frac{8}{\cos 16} = \mathbf{8,33 [daN/m^2]}$$

## II. SOLLICITATIONS

### 1. Fondation

La fondation d'un bâtiment est soumise à deux types de sollicitations, la **compression simple et en flexion composée**.

La compression simple se produit lorsque la fondation est principalement sollicitée par des charges verticales. Cela signifie que la fondation supporte principalement le poids du bâtiment et de son contenu. La charge est répartie de manière uniforme sur la fondation, créant une compression le long de sa longueur. Les calculs de dimensionnement tiennent compte de la résistance du matériau de la fondation à cette compression pour s'assurer qu'elle ne se déforme pas de manière excessive.

La flexion composée survient lorsque la fondation est soumise à la fois à des charges verticales et des horizontales, telles que celles générées par des vents forts ou des forces sismiques. Dans ce cas, la fondation doit non seulement résister à la flexion due au poids du

bâtiment, mais aussi à la torsion et la déformation causées par les forces latérales. La conception prend en compte ces charges multiples pour garantir la stabilité de la fondation.

## 2. Poteau

Les poteaux, en tant qu'éléments verticaux, sont principalement sollicités en **compression simple**. Cela signifie qu'ils supportent principalement les charges verticales descendantes du bâtiment. La charge appliquée crée une force de compression qui tente de comprimer le matériau du poteau. Les ingénieurs en Génie Civil dimensionnent les poteaux en fonction de leur capacité à résister à cette force de compression. Des facteurs tels que la section transversale du poteau et la résistance du matériau sont prises en compte pour garantir qu'il ne fléchisse pas ou ne se déforme pas de manière inacceptable.

## 3. Poutre

Les poutres, en tant qu'éléments horizontaux, sont principalement soumises à la **flexion simple**. La flexion simple se produit lorsque la poutre est chargée de manière perpendiculaire à son axe longitudinal. Cette charge génère des forces de flexion qui induisent des contraintes de traction d'un côté de la poutre et de compression de l'autre côté. Les ingénieurs en Génie Civil calculent la résistance nécessaire de la poutre en fonction de la charge appliquée et de la distance entre les appuis pour garantir qu'elle reste stable et ne fléchisse pas de manière excessive.

# CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DES ÉLÉMENTS EN BÉTON ARMÉ

## I. FONDATION (Semelle carré)

- **Généralité**

Les fondations sont l'une des composantes les plus cruciales dans la construction de bâtiments. Elles fournissent une base solide et stable pour soutenir la structure du bâtiment, répartissant efficacement son poids sur le sol sous-jacent. Les fondations sont conçues en fonction des caractéristiques du sol et du type de bâtiment, et elles jouent un rôle essentiel dans la stabilité et la durabilité de la construction.

Dans notre cas nous avons choisi la **semelle isolée** comme fondation. Une semelle isolée est une fondation superficielle et se caractérise par sa largeur considérable par rapport à sa profondeur. Elle est utilisée principalement pour soutenir des bâtiments légers à moyens, tels que des maisons individuelles, des petits immeubles d'appartements et des structures similaires.

- **Calculs :**

Nous allons à présent amorcer les calculs nécessaires pour dimensionner la fondation de manière à assurer la stabilité et la sécurité de la structure.

Pour la section d'armature suivant A, on a :  $A_a = \frac{P_u(A-a)}{8d\sigma_s}$  avec :  $\begin{cases} P_u = 1,35G + 1,5Q \\ \sigma_s = \frac{f_{ed}}{\gamma_s} \end{cases}$

On a les résultats :  $\begin{cases} P_u = (1,35 \times 0,033) + (1,5 \times 0,018) = 0,07 \text{ [MN]} \\ \sigma_s = \frac{400}{1,15} = 347,83 \text{ [MN/m}^2\text{]} \end{cases}$

$$\text{Donc, } A_a = \frac{0,07(0,6-0,2)}{8 \times 0,15 \times 347,83} = 6,70 \cdot 10^{-5} \text{ [m}^2\text{]} = 0,67 \text{ [cm}^2\text{]}$$

**Choix d'armatures :**

$$\begin{cases} 3HA8 = 1,505 \text{ [cm}^2\text{]} \\ 4HA8 = 2,011 \text{ [cm}^2\text{]} \end{cases}$$

Nous avons choisi comme armature : **4HA8 = 2,011 [cm<sup>2</sup>]**

**Espacement :**

Il faut que  $eh \leq eh_{max}$  ; avec :  $eh_{max} = 3h = 60 \text{ [Cm]}$

On a :  $2C + 3eh = 60 \text{ [Cm]}$  ;  $\Rightarrow$  **eh = 18 [Cm]** ; d'où, la condition est vérifiée

**Suivant B**, on a :  $B_b = \frac{P_u(B-b)}{8d\sigma_s}$

$$\underline{\text{A.N}} : B_b = \frac{0,07(0,6-0,2)}{8 \times 0,2 \times 347,83} = 5,03 \cdot 10^{-5} \text{ [m}^2\text{]} = 0,50 \text{ [cm}^2\text{]}$$

**Choix d'armatures :**

$$\begin{cases} 3HA8=1,505 [cm^2] \\ 4HA8=2,011 [cm^2] \end{cases}$$

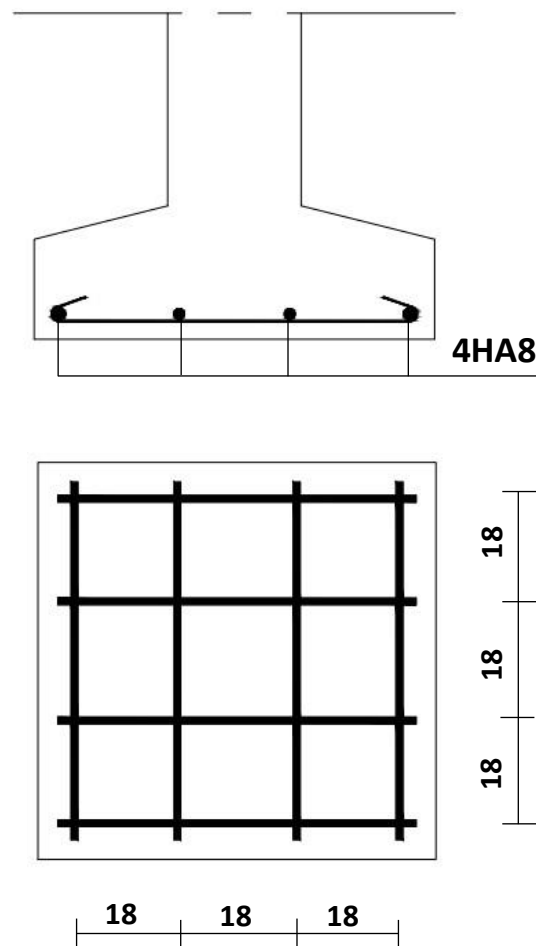
Nous avons choisi comme armature :  **$4HA8 = 2,011 [cm^2]$**

Les espacements sont les mêmes car nous avons le même résultat que celui du précédant.

⇒ Soit,  **$eh = 18 [Cm]$**

**Disposition constructive :**

Figure 7 : Armatures de la semelle



Source : AutoCAD, 2023



## II. POTEAUX

### 1. Généralité

Un poteau est un élément vertical utilisé dans la construction pour supporter des charges verticales, telles que les poids d'une structure, les forces du vent ou d'autres charges appliquées.

Les poteaux sont principalement utilisés pour soutenir d'autres éléments de construction, tels que des poutres, des planchers ou des toitures, et pour transférer les charges verticales du haut vers le bas.

Les poteaux peuvent avoir différentes formes, y compris circulaires, carrées, rectangulaires ou d'autres formes spéciales, en fonction des besoins de la construction. Dans notre cas, ce qui est aussi le plus courant utilisé, nous avons choisi un poteau carré que nous allons dimensionner par la suite.

### 2. Calculs

Nous allons à présent entamer les calculs nécessaires pour dimensionner le poteau de manière à garantir sa résistance et sa stabilité conformément aux exigences de la construction.

- **Longueur de flambement :**

En générale, on prend :  $l_f = 0,7l_0$  ; avec :  $l_0 = 3,70 [m]$

$$\underline{\text{A.N}} : l_f = 0,7 \times 3,7 \Rightarrow l_f = 2,59 [m]$$

- **Elancement :**

On a :  $\lambda = \frac{\sqrt{12}}{a} \cdot l_f$  ; avec :  $a = 0,20 [m]$

$$\underline{\text{A.N}} : \lambda = \frac{\sqrt{12}}{0,2} \times 2,59 \Rightarrow \lambda = 44,86$$

- **Armatures longitudinales :**

La section des armatures longitudinales est donnée par la formule :

$$A_u = \frac{k \cdot \beta \cdot N_u - N_b}{0,85 f_{ed}}$$

## 2.1. Calcul des éléments de $A_u$

### – La charge appliquée à l'ELU :

Les charges supportées par le niveau 1 sont :  $\begin{cases} G = 2181,91 \text{ [DaN]} = 0,022 \text{ [MN]} \\ Q = 1776,25 \text{ [DaN]} = 0,018 \text{ [MN]} \end{cases}$

On a :  $N_u = (1,35 \times 0,022) + (1,5 \times 0,018) ; \Rightarrow N_u = \mathbf{0,056 \text{ [MN]}}$

### – La section réduite $B_t$ :

En générale, on réduit les sections de **1cm** sur tout le périmètre. Comme nous avons une section de béton de  $20 \times 20 \text{ [Cm}^2\text{]}$  :

Soit :  $B_t = \mathbf{18 \times 18 \text{ [Cm}^2\text{]}}$

### – Calcul de $f_{bu}$ :

On a :  $f_{bu} = 0,85 \cdot \frac{f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} = 0,85 \times \frac{25}{1,5} = \mathbf{14,17 \text{ [MPa]}}$

### – Calcul de $f_{ed}$ :

On a :  $f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = \mathbf{347,83 \text{ [MPa]}}$

### – Calcul de $\beta$ :

Comme  $\lambda < 50$ , nous avons donc :  $\beta = 1 + 0,2 \left( \frac{\lambda}{35} \right)^2 = 1 + 0,2 \left( \frac{44,86}{35} \right)^2 = \mathbf{1,33}$

### – L'effort équilibré par le béton $N_b$ :

On a :  $N_b = \frac{B_t \times f_{bu}}{0,9} = \frac{(0,18)^2 \times 14,17}{0,9} = \mathbf{0,51 \text{ [MN]}}$

## 2.2. La section d'armatures $A_u$

**K = 1,20** car la majeure partie des charges est appliquée avant 28 jours.

$$A.N : A_u = \frac{(1,2 \times 1,33 \times 0,056) - 0,51}{0,85 \times 347,83} = -1,42 \cdot 10^{-3} [m^2] < 0 ; \text{ c-à-d que le béton est}$$

surabondant où il peut supporter lui-même les charges, mais pratiquement, nous devons introduire des armatures dans le poteau. Il faut donc calculer  $A_{min}$ .

$$\text{On a : } A_{min} = \text{Max} \begin{cases} 4\mu \\ 0,2\%B \end{cases} ; \quad \text{avec : } \mu = 2(a + b) \text{ et } B = 400 [Cm^2]$$

$$A.N : A_{min} = \text{Max} \begin{cases} 4[2(0,2 + 0,2)] = 3,20 [Cm^2] \\ 0,2 \times \frac{400}{100} = 0,80 [Cm^2] \end{cases} ;$$

$$\text{Soit, } A_{min} = 3,20 [Cm^2]$$

**Choix d'armatures :**

$$\begin{cases} 4HA12 = 4,52 [Cm^2] \\ 5HA10 = 3,92 [Cm^2] \end{cases}$$

**Vérification pour 4HA12 = 4,52 [Cm<sup>2</sup>] :**

Il faut que  $eh \geq 7 \text{ Cm}$

$$\text{On a : } 2c + 2\phi l + eh = 20 \text{ Cm} \quad \Rightarrow \quad eh = 11,6 > 7; \text{ condition vérifiée}$$

$$\Rightarrow \text{ Nous choisissons comme armatures longitudinales : } \boxed{Au = 4HA12 = 4,52 [Cm^2]}$$

• **Armatures transversales :**

$$\text{Il faut que : } \frac{1}{3} \phi l \leq \phi t \leq 12 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \text{prenons une cadre } \phi t = 6 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{ Soit, } \boxed{At = HA6 = 0,283 [Cm^2]}$$

– **Espacement St :**

$$\text{Pour les espacements, Il faut que : } St \leq \text{Min} \begin{cases} a + 10 \text{ Cm} = 30 \text{ Cm} \\ 40 \text{ Cm} \end{cases} ; \text{ d'où, } St \leq 30 \text{ Cm}$$

$$\Rightarrow \text{ Prenons : } St = 25 [Cm]$$

– Armatures transversales en zone de recouvrement :

▪ Longueur de scellement :

Si nous avons :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{barres HA FeE400} \\ f_{c28} = 25 \text{ [MPa]} \end{array} \right.$ , alors :  $\frac{l_s}{\phi} = 35,3$

$$l_s = 35,3 \times 1,2 = 42,36 \text{ [Cm]}$$

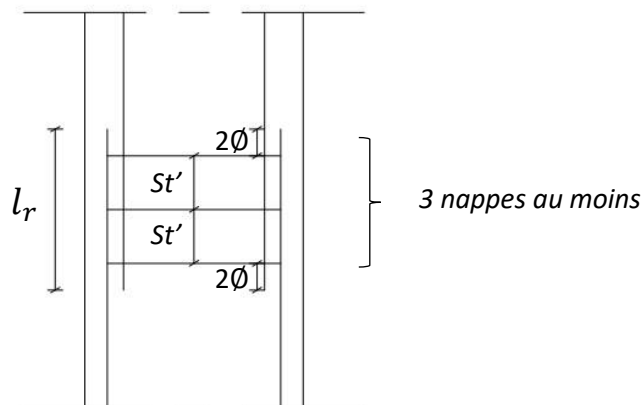
▪ Longueur de recouvrement :

$$\text{On a : } l_r = 0,6l_s = 0,6 \times 42,36 = 25,42 \text{ [Cm]}$$

▪ Nappes sur recouvrement :

Dans une zone de recouvrement, il nous faut au moins 3 nappes. Ce qui est équivalent à 3HA6.

Figure 8 : Nappes sur recouvrement



Source : AutoCAD, 2023

▪ **Espacement  $St'$  :**

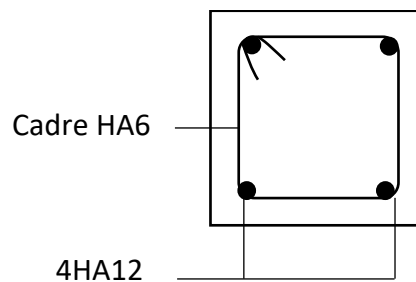
$$2St' = 25,42 - (2 \times 2 \times 1,2)$$

$$\Rightarrow St' = \frac{25,42 - (2 \times 2 \times 1,2)}{2} = 10,31 \text{ Cm}$$

D'où,  $St' = 10 \text{ [Cm]}$

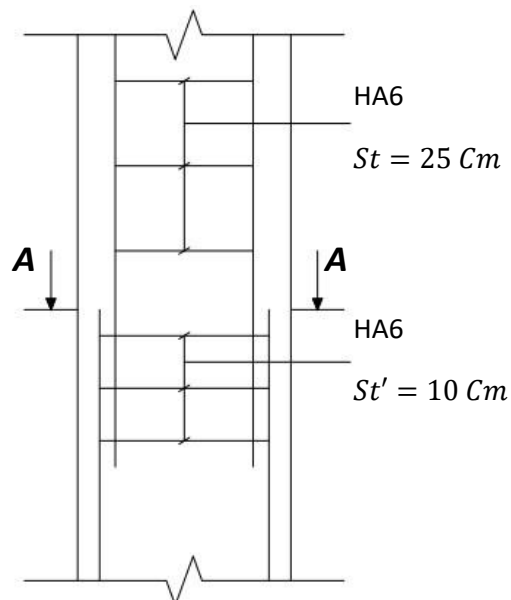
**3. Disposition constructive**

Figure 9 : Coupe A-A



Source : Word, 2023

Figure 10 : Coupe transversale du poteau



Source : AutoCAD, 2023

### III. POUTRES

#### 1. Généralité

Une poutre est un élément horizontal utilisé dans la construction pour supporter des charges transversales, telles que le poids d'une structure, les charges de vent, ou d'autres forces appliquées.

Les poutres sont essentielles pour soutenir les éléments de la structure, comme les planchers, les toitures et les murs, en répartissant les charges horizontalement vers les piliers ou les murs porteurs.

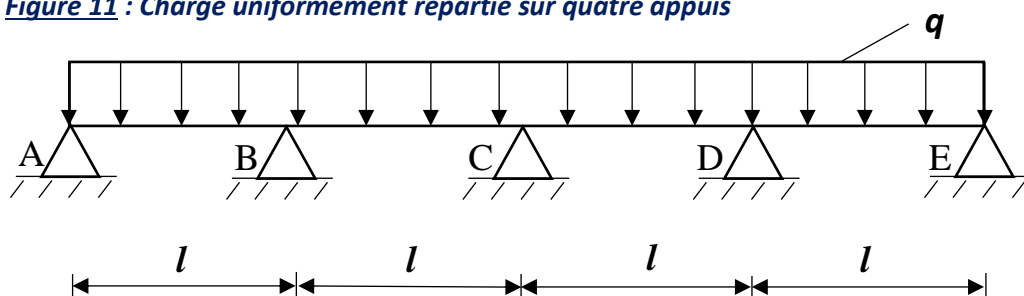
Le dimensionnement d'une poutre dépend des charges qu'elle doit supporter, de sa portée (la distance entre les points d'appui), de son matériau et de sa configuration. Des calculs d'ingénierie sont effectués pour garantir sa capacité à résister aux contraintes auxquelles elle est soumise.

#### 2. Démonstration de calcul par la RDM

Nous allons procéder par la méthode des trois moments pour déterminer le moment maximum :

##### 2.1. FORMULE DES TROIS MOMENTS

**Figure 11 : Charge uniformément répartie sur quatre appuis**



*Source : Word, 2023*

La formule des trois moments est donnée par :

$$\frac{1}{6}(l_m \cdot M_{m-1} + l_{m+1} \cdot M_{m+1}) + (l_m \cdot l_{m+1})M_m + \Omega_m \cdot \frac{a_m}{l_m} + \Omega_{m+1} \cdot \frac{b_{m+1}}{l_{m+1}}$$

Pour  $m = 1$ , on a :  $\frac{1}{6}(l_1 \cdot M_0 + l_2 \cdot M_2) + (l_1 \cdot l_2)M_1 + \Omega_1 \cdot \frac{a_1}{l_1} + \Omega_2 \cdot \frac{b_2}{l_2}$

Pour  $m = 2$ , on a :  $\frac{1}{6}(l_2 \cdot M_1 + l_3 \cdot M_3) + (l_2 \cdot l_3)M_2 + \Omega_2 \cdot \frac{a_2}{l_2} + \Omega_3 \cdot \frac{b_3}{l_3}$

Pour  $m = 3$ , on a :  $\frac{1}{6}(l_3 \cdot M_2 + l_4 \cdot M_4) + (l_3 \cdot l_4)M_3 + \Omega_3 \cdot \frac{a_3}{l_3} + \Omega_4 \cdot \frac{b_4}{l_4}$

On sait que pour les moments sur les appuis de rives sont nuls, donc :

$$M_0 = M_A = 0$$

$$M_4 = M_E = 0$$

Comme les quatre travées ont la même portée,  $\begin{cases} \Omega_1 = \Omega_2 = \Omega_3 = \Omega_4 \\ a_1 = a_2 = a_3 = a_4 \\ b_1 = b_2 = b_3 = b_4 \end{cases}$

$$\Omega = \frac{ql^2}{12} / a = \frac{l}{2} / b = \frac{l}{2}$$

$$\Omega_1 \cdot \frac{a_1}{l_1} + \Omega_2 \cdot \frac{b_2}{l_2} = \Omega_2 \cdot \frac{a_2}{l_2} + \Omega_3 \cdot \frac{b_3}{l_3} = \Omega_3 \cdot \frac{a_3}{l_3} + \Omega_4 \cdot \frac{b_4}{l_4} = \frac{ql^3}{24}$$

D'après les résultats ci-dessus, l'équation des trois moments devient :

$$\begin{cases} \frac{2l}{3} \cdot M_1 + \frac{l}{6} \cdot M_2 = -\frac{ql^3}{24} \\ \frac{l}{6} \cdot M_1 + \frac{2l}{3} \cdot M_2 + \frac{l}{6} \cdot M_3 = -\frac{ql^3}{24} \\ \frac{l}{6} \cdot M_2 + \frac{2l}{3} \cdot M_3 = -\frac{ql^3}{24} \end{cases}$$

Après avoir effectué les calculs par méthode matricielle, on a :

$$M_1 = M_3 = -\frac{ql^2}{16} ; \text{ et } M_2 = -\frac{ql^2}{24} \Leftrightarrow M_B = M_D = -\frac{ql^2}{16} ; \text{ et } M_C = -\frac{ql^2}{24}$$

## 2.2. DÉTERMINATION DES RÉACTIONS AUX APPUIS

Sections :

Figure 12 : Sections entre 1<sup>er</sup> et 4<sup>ème</sup> travée



Source : AutoCAD, 2023

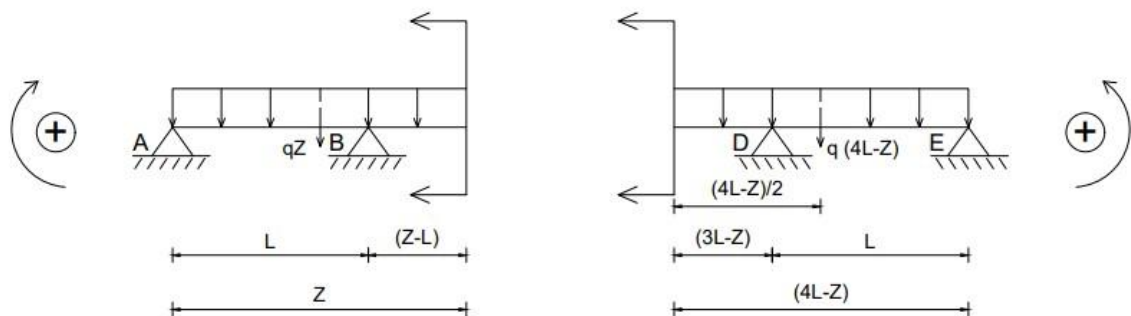
Travée n°1 et 4 :  $0 \leq z \leq l$ , on a :  $M(z) = R_A \cdot z - \frac{qz^2}{2}$

Pour  $z = 0$ ,  $M(0) = 0$

$$z = l, M(l) = M_B \Leftrightarrow R_A \cdot l - \frac{ql^2}{2} = -\frac{ql^2}{16}$$

Soit,  $R_A = R_E = \frac{7ql}{16}$

Figure 13 : Sections entre 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> travée



Source : AutoCAD, 2023



Travée n°2 et 3 :  $l \leq z \leq 2l$ , on a :  $M(z) = R_A \cdot z - \frac{qz^2}{2} + R_B(z - l)$

$$\text{Pour } z = 2l, M(2l) = M_c \quad \Leftrightarrow \quad \frac{7ql^2}{8} - 2ql^2 + R_B l = -\frac{ql^2}{24}$$

$$\text{Soit, } R_B = R_D = \frac{13ql}{12}$$

$$\Sigma \vec{F} v = \vec{0} \quad \Leftrightarrow \quad R_A + R_B + R_C + R_D + R_E - 4ql = 0$$

$$\text{D'où : } R_C = \frac{19ql}{24}$$

### 2.3. LES MOMENTS ENTRE CHAQUE TRAVÉE

○ Pour  $0 \leq z \leq l$ ,  $M(z) = R_A \cdot z - \frac{qz^2}{2}$

$$M\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{7ql}{16} \cdot \frac{l}{2} - \frac{ql^2}{8} \quad \text{D'où, } M\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{3ql^2}{32}$$

○ Pour  $l \leq z \leq 2l$ ,  $M(z) = R_A \cdot z - \frac{qz^2}{2} + R_B(z - l)$

$$M\left(\frac{3l}{2}\right) = \frac{7ql}{16} \cdot \frac{3l}{2} - \frac{9ql^2}{8} + \frac{13ql^2}{24} \quad \text{D'où, } M\left(\frac{3l}{2}\right) = \frac{7ql^2}{96}$$

## 2.4. RÉCAPITULATIONS DES MOMENTS FLÉCHISSANTS

$$\text{Travée n°1 : } 0 \leq z \leq l : \begin{cases} M(0) = 0 \\ M\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{3ql^2}{32} \\ M(l) = -\frac{ql^2}{16} \end{cases} \quad \text{A.N. : } \begin{cases} M(0) = 0 \\ M\left(\frac{l}{2}\right) = 0,0940ql^2 \\ M(l) = -0,0625ql^2 \end{cases}$$

$$\text{Travée n°2 : } l \leq z \leq 2l : \begin{cases} M(l) = -\frac{ql^2}{16} \\ M\left(\frac{3l}{2}\right) = \frac{7ql^2}{96} \\ M(2l) = -\frac{ql^2}{24} \end{cases} \quad \text{A.N. : } \begin{cases} M(l) = -0,0625ql^2 \\ M\left(\frac{3l}{2}\right) = 0,0730ql^2 \\ M(2l) = -0,0420ql^2 \end{cases}$$

$$\text{Travée n°3 : } 2l \leq z \leq 3l : \begin{cases} M(2l) = -\frac{ql^2}{24} \\ M\left(\frac{5l}{2}\right) = \frac{7ql^2}{96} \\ M(3l) = -\frac{ql^2}{16} \end{cases} \quad \text{A.N. : } \begin{cases} M(2l) = -0,0420ql^2 \\ M\left(\frac{5l}{2}\right) = 0,0730ql^2 \\ M(3l) = -0,0625ql^2 \end{cases}$$

$$\text{Travée n°4 : } 3l \leq z \leq 4l : \begin{cases} M(3l) = -\frac{ql^2}{16} \\ M\left(\frac{7l}{2}\right) = \frac{3ql^2}{32} \\ M(4l) = 0 \end{cases} \quad \text{A.N. : } \begin{cases} M(3l) = -0,0625ql^2 \\ M\left(\frac{7l}{2}\right) = 0,0940ql^2 \\ M(4l) = 0 \end{cases}$$

$$|M_{max}| = \frac{3ql^2}{32}$$

## 2.5. EFFORTS TRANCHANT

$$\text{Travée n°1 : } 0 \leq z \leq l : \begin{cases} M(z) = R_A \cdot z - \frac{qz^2}{2} \\ T(z) = R_A - qz \end{cases}$$

$$T(0) = \frac{7ql}{16} \quad \text{A.N: } T(0) = 0,4375ql$$

$$T(l) = -\frac{9ql}{16} \quad \text{A.N: } T(l) = -0,5625ql$$

$$\text{Travée n°2 : } l \leq z \leq 2l : \begin{cases} M(z) = R_A \cdot z - \frac{qz^2}{2} + R_B(z - l) \\ T(z) = R_A + R_B - qz \end{cases}$$

$$T(l) = \frac{25ql}{48} \quad \text{A.N: } T(l) = 0,5208ql$$

$$T(2l) = -\frac{23ql}{48} \quad \text{A.N: } T(2l) = -0,4792ql$$

$$\text{Travée n°3 : } 2l \leq z \leq 3l : \begin{cases} M(z) = R_E(4l - z) + R_D(3l - z) - \frac{q(4l - z)^2}{2} \\ T(z) = -R_E - R_D + q(4l - z) \end{cases}$$

$$T(2l) = \frac{23ql}{48} \quad \text{A.N: } T(2l) = 0,4792ql$$

$$T(3l) = -\frac{25ql}{48} \quad \text{A.N: } T(3l) = -0,5208ql$$

$$\text{Travée n°4 : } 3l \leq z \leq 4l : \begin{cases} M(z) = R_E(4l - z) - \frac{q(4l - z)^2}{2} \\ T(z) = -R_E + q(4l - z) \end{cases}$$

$$T(3l) = \frac{9ql}{16} \quad \text{A.N: } T(3l) = 0,5625ql$$

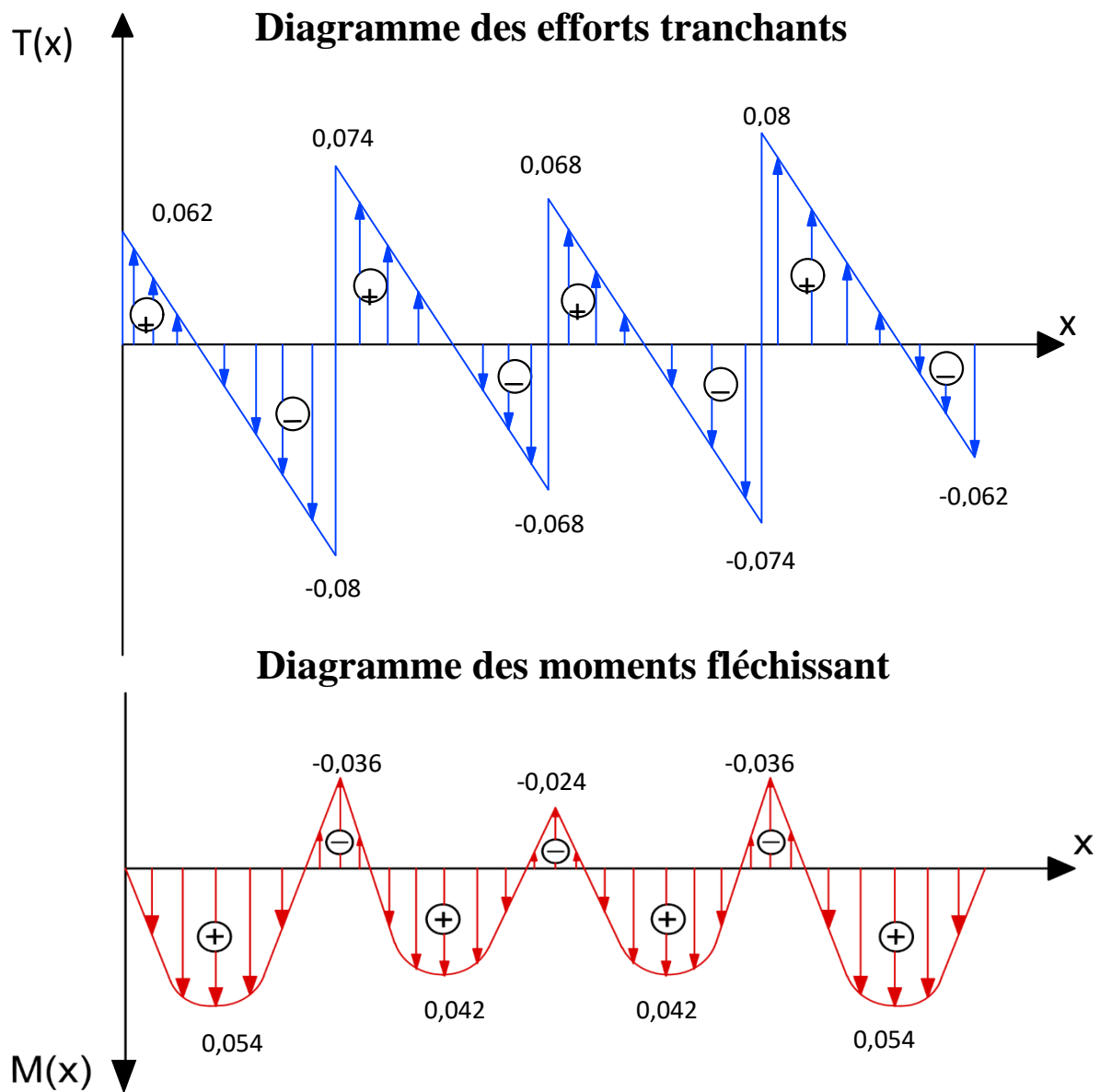
$$T(4l) = -\frac{7ql}{16} \quad \text{A.N: } T(4l) = -0,4375ql$$

$|T_{max}| = \frac{9ql}{16}$

## 2.6. Diagrammes des efforts tranchants et moments fléchissant

❖ À l'ELU

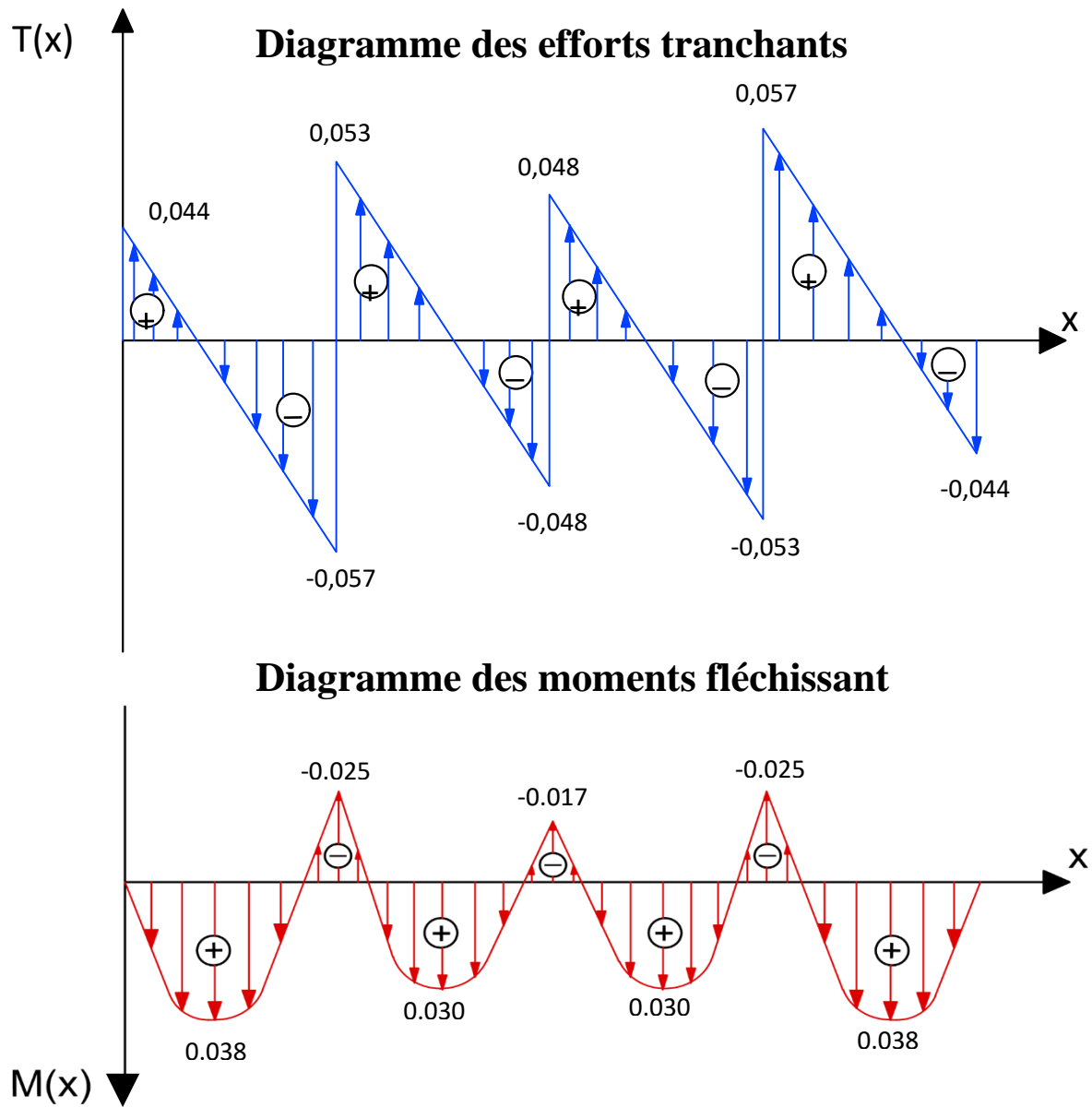
*Figure 14 : Diagramme à l'ELU*



*Source : AutoCAD, 2023*

❖ À l'ELS

Figure 15 : Diagramme à l'ELS



Source : AutoCAD, 2023

### 3. DÉTERMINATION DES ARMATURES

Nous allons étudier la poutre de rive continue située au niveau du fil A. Cette dernière est de section 20 x 45 [cm<sup>2</sup>] et qui supporte les charges venant de la toiture. La durée des combinaisons d'actions appliquées est supérieure à 24h. La fissuration est peu préjudiciable.

**Tableau 9 : Charges permanentes supportées par la poutre**

Désignation	C2-C4			q (daN/m <sup>2</sup> )	Q (daN)
	Longueur	Largeur	Hauteur		
Niveau 0					
Toiture	4,06	1,90		8,33	64,26
Pannes	8,00	0,05	0,15	1041,67	0,06
Entretoises	3,40	0,06	0,06	1041,67	12,75
Pignons	1,52	1,20	0,15	230,00	62,93
Poutre. L	4,06	0,20	0,45	2500,00	913,50
Poutre. T x2	3,04	0,20	0,45	2500,00	684,00
				<b>Total</b>	<b>1737,50</b>

*Source : Elisé IALY, 2023*

**Tableau 8 : Surcharge d'exploitation supportée par la poutre**

Désignation	C2-C4			q (daN/m <sup>2</sup> )	Q (daN)
	Longueur	Largeur	Hauteur		
Niveau 0					
Toiture	4,06	1,90		104,17	803,57
				<b>Total</b>	<b>803,57</b>

*Source : Elisé IALY, 2023*

Après avoir réévalué les charges supportées par la poutre, nous avons les résultats ci-après :

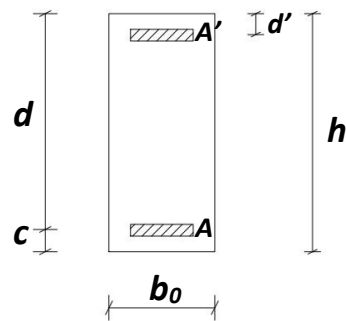
$$\text{Charges : } \begin{cases} G = 1737,50 \text{ [DaN]} \\ Q = 803,570 \text{ [DaN]} \end{cases}$$

Les valeurs de  $q$  à l'ELU et à l'ELS sont :

$$\begin{cases} \text{À l'ELU} = 1,35(0,017) + 1,5(0,008) = 0,035 \text{ [MN/m}^2\text{]} \\ \text{À l'ELS} = 0,017 + 0,008 = 0,025 \text{ [MN/m}^2\text{]} \end{cases}$$

## DETAILS DE CALCULS :

Figure 16 : Présentation générale de la poutre



Source : AutoCAD, 2023

D'après les calculs, on a :  $|M_{max}| = \frac{3ql^2}{32}$

### 3.1. Les armatures principales

- Moments :

$$M \left| \begin{array}{l} M_u = \frac{3q_u l^2}{32} = \frac{3(0,035)(4,06)^2}{32} = 0,054 \text{ [MN.m]} \\ M_{ser} = \frac{3q_{ser} l^2}{32} = \frac{3(0,025)(4,06)^2}{32} = 0,038 \text{ [MN.m]} \end{array} \right. ; \quad \gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} = 1,42$$

- Moment limite ultime réduit  $\mu b_u$  :

On la formule suivante :

$$\mu b_u = \frac{M_u}{b_0 d^2 f_{bu}} ; \quad \text{avec : } \begin{cases} f_{bu} = 14,17 \text{ [MN/m}^2\text{]} \\ b_0 = 0,20 \text{ [m]} \\ d = 0,42 \text{ [m]} \end{cases}$$

$$\underline{\text{A.N :}} \mu b_u = \frac{0,054}{0,2(0,42^2) \cdot 14,17} = 0,108$$

- **Moment réduit limite  $\mu l_u$  :**

Pour déterminer la valeur du **moment réduit limite  $\mu l_u$**  après avoir consulté le tableau, nous allons procéder par interpolation linéaire :

$$\mu l_u = 0,3163 - \frac{0,3163 - 0,2991}{1,45 - 1,40} (1,45 - 1,42) = 0,306$$

Comme  $\mu b_u < \mu l_u$  on a donc une section simplement tendue ou section sans armature comprimée. Ce qui est équivalent à : ( $A \neq 0$  et  $A' = 0$ )

Ensuite, il faut comparer la valeur de  $\mu b_u$  par rapport à **0,275**.

Ici nous avons : **0,108 < 0,275**  $\Leftrightarrow \mu b_u < 0,275$

- **Calcul de  $Z_b$  :**

$Z_b$  est donné par suit :  $Z_b = d(1 - 0,6\mu b_u)$

A.N :  $Z_b = 0,42(1 - 0,6 \times 0,108)$

D'où,  $Z_b = 0,40$  [m]

- **La section des armatures :**

Le calcul se fait à l'ELU ; On a :  $A_u = \frac{M_u}{Z_b \cdot f_{ed}}$  avec :  $f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} = 347,83$  [MPa]

A.N :  $A_u = \frac{0,054}{0,4 \times 347,83} = 3,88 \cdot 10^{-4}$  [m<sup>2</sup>]

Soit,  $A_u = 3,88$  [Cm<sup>2</sup>]

- **Choix d'armatures :**

$$\begin{cases} 4\text{HA}12 = 4,52 \text{ [Cm}^2\text{]} \\ 2\text{HA}16 = 4,02 \text{ [Cm}^2\text{]} \end{cases}$$



Vérifions si la condition d'espacement entre les barres sont respectés ou non.

Il faut que  $eh \geq 7 [Cm]$ ,

– Pour  $4HA12 = 4,52 [Cm^2]$  :

$2c + (1,2 \times 2) + eh = 20 \Rightarrow eh = 11,60 [Cm] > 7 [Cm]$  ; ainsi, la condition est vérifiée.

– Pour  $2HA16 = 4,02 [Cm^2]$  :

$2c + (1,6 \times 2) + eh = 20 \Rightarrow eh = 10,80 [Cm]$  ; d'où, la condition est vérifiée.

Nous choisissons donc  $A = 4HA12 = 4,52 [Cm^2]$  comme armatures principales.

$\Rightarrow$  Il n'y a pas de vérification à l'ELS car la fissuration est "peu préjudiciable".

### 3.2. Les armatures d'âmes :

#### ❖ Section des armatures transversales :

##### • Diamètre $\phi_t$ :

$$\text{On a : } \phi_t = \text{Min} \begin{cases} \frac{\phi_l}{3} = \frac{12}{3} = 4,00 [mm] \\ \frac{h}{35} = \frac{450}{35} = 12,8 [mm] \\ \frac{b_0}{10} = \frac{200}{10} = 20,0 [mm] \end{cases} ; \quad \text{et, } \phi_t \leq 12 [mm]$$

Nous allons prendre donc :  $\phi_t = 6 [mm]$

$\Rightarrow$  D'où,  $At = 0,283 [Cm^2]$

##### • Calcul de $V_{u0}$ :

$$\text{On a : } V_{u0} = V_{u\max} - \frac{5}{6} \cdot h \cdot P_u ; \quad \text{avec : } V_{u\max} = \frac{9P_u l}{16} = \frac{9 \times 0,035 \times 4,06}{16} = 0,08 [MN]$$

$$\underline{\text{A.N : }} V_{u0} = 0,08 - \frac{5}{6} \times 0,45 \times 0,035 = 0,067 [MN]$$

- La contrainte tangentielle  $\tau_{u0}$  :

$$\text{On a : } \tau_{u0} = \frac{V_{u0}}{b_0 \cdot d} = \frac{0,067}{0,2 \times 0,42} = 0,80 \text{ [MN/m}^2\text{]}$$

- L'espacement  $St_0$  :

$$\text{On a la formule : } St_0 = \frac{0,9 \cdot At \cdot f_e}{\gamma_s \cdot b_0 (\tau_u - 0,3 k f_{t28})} = \frac{0,9(0,283 \cdot 10^{-4})(400)}{1,5 \times 0,2(0,8 - 0,63)} = 0,20 \text{ [m]}$$

$$\Rightarrow St_0 = 20 \text{ [Cm]}$$

- Vérification :

- Espacement maximal :

Il faut que :  $St \leq \min \begin{cases} 0,9d = 37 \text{ [Cm]} \\ 40 \text{ [Cm]} \end{cases}$  ; on a : **20 < 37** ; condition vérifiée

- Répartition selon la méthode de CAQUOT :

Pour procéder à la méthode de Caquot, il faut suivre les étapes suivantes :

- Calculer l'espacement initial  $St_0$  avec  $V_{u0}$
- Ensuite, il faut calculer  $\frac{St_0}{2}$  pour avoir le premier espacement entre le nu d'appui et la première armature transversale.
- Choisir l'espacement  $St_1$  dans la série de Caquot : **7-8-9-10-11-13-16-20-25-35-40 Cm**, en déterminant la nombre d'espacement  $St_1$ .
  - Pour le premier espacement,  $nbrSt_1 = (l'_0 + \frac{5}{6} \cdot \frac{h}{St_0})$
  - Pour les autres espacements,  $nbrSt_1 = l'_0$

– Calcul du nombre de répartition :

$$nbrSt_1 = (l'_0 + \frac{5}{6} \cdot \frac{h}{St_0}) ; \text{ avec : } l'_0 = (l_0 - \frac{5h}{6})(1 - \frac{0,3kf_{tj}}{\tau_{uo}})$$

$$l'_0 = (2,03 - 0,375)(1 - 0,45) = 0,91 [m]$$

$$nbrSt_1 = 0,91 + \frac{5}{6} \cdot \frac{0,45}{0,20} = 2,78 \approx 3 ; \text{ le premier emplacement se trouve jusqu'à 3 fois.}$$

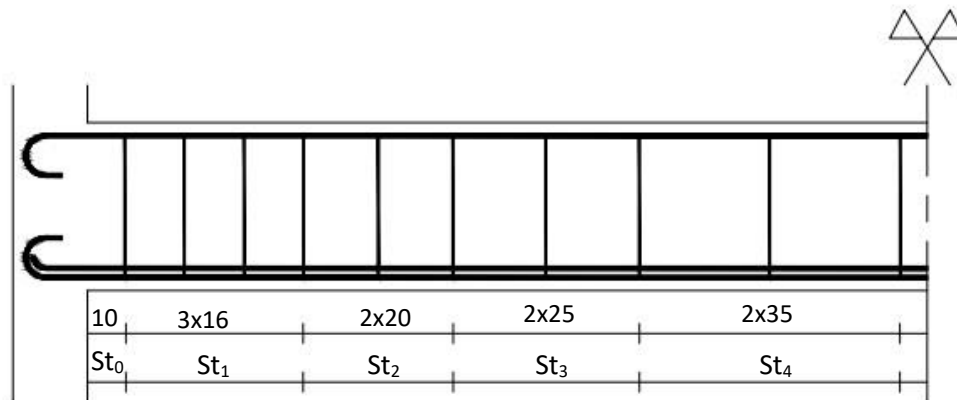
**Tableau 10 : Répartition de Caquot**

	<b><math>St_0/2</math></b>	<b><math>St_1</math></b>	<b><math>St_2</math></b>	<b><math>St_3</math></b>	<b><math>St_4</math></b>
<b>Valeurs de St</b>	10	16	20	25	35
<b>Nombres théoriques des répartition</b>		2,78	0,91	0,91	0,91
<b>Nombre théorique cumulé</b>		2,78	3,69	4,60	5,51
<b>Nombre arrondi</b>		3	4	5	6
<b>Nombre de répartition</b>		3	2	2	2
<b>Abscisse</b>	10	58	98	148	218

**Source : Elisé IALY, 2023**

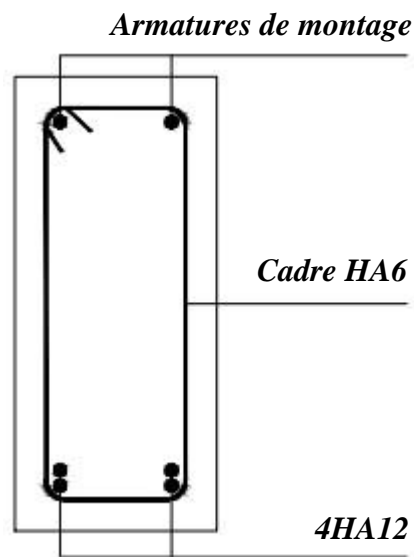
- Disposition constructive :

Figure 17 : Répartition des armatures de la poutre



Source : AutoCAD, 2023

Figure 18 : Disposition constructive des armatures



Source : AutoCAD, 2023

**TROISIÈME PARTIE**  
**ÉTUDES FINANCIÈRES**

## CHAPITRE VII : PRIX HORAIRES MOYENS DES OUVRIERS

### I. GÉNÉRALITÉ

L'évaluation précise des coûts de main-d'œuvre constitue une étape fondamentale dans la planification et réalisation de tout projet de construction. Dans le cadre de notre projet, il est impératif d'établir le prix horaire moyen des ouvriers, un élément essentiel pour l'élaboration des études financières.

Le prix horaire moyen des ouvriers englobe la rémunération des travailleurs qui contribueront à la concrétisation de notre projet. Il présente non seulement une part significative des coûts totaux, mais il influence également la qualité de l'exécution et l'efficacité du chantier. Pour parvenir à une évaluation précise de ces coûts, nous devons entreprendre une analyse approfondie des conditions locales, des normes de rémunération en vigueur et des particularités de la main-d'œuvre disponible.

L'obtention d'une évaluation précise des coûts de main-d'œuvre garantira non seulement la faisabilité financière du projet, mais contribuera également à la réalisation de notre objectif principal : créer un environnement d'apprentissage de qualité pour les étudiants du Centre de Formation Professionnelle.

### II. PHMO

Le Prix Moyen Horaire des Ouvriers, également appelé coût horaire moyen de la main-d'œuvre, représente le montant moyen qu'une entreprise ou un projet doit déboursier par heure de travail fourni par les travailleurs ou ouvriers impliqués dans un chantier, une construction ou une tâche spécifique. Il englobe des salaires bruts des travailleurs ainsi que les charges sociales, les avantages sociaux et éventuellement d'autres coûts associés à l'emploi de la main-d'œuvre.

Le chantier travaille 6 jours par semaine et 8 heures par jours ; dont le salaire journalier des ouvriers est le suivant :

- Chef d'équipe : 20.000Ar/jours
- Ouvriers Spécialisés : 15.000 Ar/Jours
- Manœuvres : 7.000 Ar/jours

## DESCRIPTION :

- Majoration des heures supplémentaire : \*de 25 % entre 40 et 48h  
\*de 50 % entre 48 et 60h  
\*de 100 % plus de 60h
- Prime de rendement : 15 %
- CNaPS : 8 %
- Charges salariales : 25 % sur salaire payé
- Indemnité de déplacement : 7.000 Ar/jour pendant 6 jours

## DESCRIPTION DES OUVRAGES :

- Terrassement : Fouille en rigole
- Fondation : semelles isolées en BA dosé à 350kg/m<sup>3</sup> de CPA
- Longrines en BA dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> de CPA, de section unique 20 x 40 cm
- Dallage :
  - Hérissonnage en pierre sèche d'épaisseur finie : 17 cm
  - Béton de forme dosé à 300 kg/m<sup>3</sup> de CPA, d'épaisseur finie : 8 cm
  - Chape dosée à 400 kg/m<sup>3</sup> de CPA d'épaisseur finie : 3 cm
- Mur en parpaing de 20x20x40 cm, hourdé au mortier dosé à 300 kg/m<sup>3</sup> de CPA
- Poutres principales et secondaires en BA
- Dalle pleine d'épaisseur 12cm en BA
- Poteaux en BA dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> de CPA de section variable
- Linteaux en BA de section 20x40

## ❖ Détails de calcul

### Les paramètres essentiels :

- **Salaire d'embauche de chaque catégorie professionnelle :**
  - **Chef d'équipe :** 2 500 Ar/h
  - **Ouvrier spécialisé :** 1 875 Ar/h
  - **Manœuvre :** 875 Ar/h
- **Heures supplémentaires  $h_s$  :**

$$h_s = \frac{h_0(1+0\%)+h_1(1+25\%)+h_2(1+50\%)+h_3(1+100\%)}{H}$$

Avec :  $H = 48$  heures

- **Influence des heures supplémentaires :**  $Ih_s = (h_s - 1)S_e$
- **Salaire brute :**  $S_b = S_e + Ih_s$
- **Prime de rendement :**  $P_r = \%P_r \times S_b$
- **Salaire payé :**  $S_p = S_b + P_r$
- **CNaPS :**  $CNaPS = \%CNaPS \times S_p$
- **STP<sub>1</sub> :**  $STP_1 = S_p - CNaPS$
- **Allocation familiale :**  $All_{fam} = \%All_{fam} \times S_p$
- **STP<sub>2</sub> :**  $STP_2 = S_p + All_{fam}$
- **Indemnité de panier :**  $I_p = \frac{\text{Indemnité} \times \text{nbre de jours/sem}}{H}$
- **STP<sub>3</sub> :**  $STP_3 = STP_2 + P_d$

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 11 : Tableau PHMO**

Élément de prix de l'heure	Prix élémentaire pour chaque catégorie professionnelle		
	CE (Ar)	OS (Ar)	MAN (Ar)
<b>S<sub>e</sub></b>	2500,00	1875,00	875,00
<b>Ih<sub>s</sub></b>	105,00	78,75	36,75
<b>S<sub>b</sub></b>	2605,00	1953,75	911,75
<b>Pr (15%)</b>	390,75	293,063	136,763
<b>S<sub>p</sub></b>	2995,75	2246,813	1048,513
<b>CNaPS (8%)</b>	239,66	179,745	83,881
<b>STP<sub>1</sub></b>	2756,09	2067,068	964,632
<b>All<sub>fam</sub> (25%)</b>	748,938	561,703	262,128
<b>STP<sub>2</sub></b>	3505,028	2628,771	1226,76
<b>Indemnité de panier</b>	875,00	875,00	875,00
<b>STP<sub>3</sub> = PHMO</b>	4380,028	3503,771	2101,76

Source : Elisé ITALY, 2023



## CHAPITRE VIII : DEVIS DESCRIPTIFS ET QUANTITATIFS

### I. Devis descriptif

Un devis descriptif, dans le contexte de la construction et de la gestion de projets, est un document essentiel qui décrit en détail la portée, les caractéristiques et les spécifications d'un projet de construction. Il sert de référence pour les parties prenantes du projet, telles que les entrepreneurs, les ingénieurs et les architectes, en fournissant des informations précises sur ce qui doit être construit, comment cela doit être fait et quels matériaux doivent être utilisés.

Ci-dessous, le tableau de devis descriptif du projet :

**Tableau 12 : Devis descriptif**

N°	DESIGNATIONS	Unités	OBSERVATIONS
<b>A</b>	<b>INSTALLATION ET REPLIE DE CHANTIER</b>		
A-1	Installation et préparation du chantier, y compris amenés des matériels et matériaux, baraque de chantier	Fft	Installation de chantier
A-2	Replie de chantier, y compris amenés des matériels et matériaux généraux de chantier	Fft	Replie de chantier
<b>B</b>	<b>TERRASSEMENT</b>		
B-1	Décapage et nettoyage du terrain, y compris démolition et toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	Décapage
B-2	Fouille en rigole pour fondation de toutes dimensions exigées par la construction, y compris dressement des parois et fond de fouille	m <sup>3</sup>	Fouilles
<b>C</b>	<b>OUVRAGE EN INFRASTRUCTURE</b>		
C-1	Béton de propriété dosé à 200 Kg/m <sup>3</sup> de ciment coulé à même le sol sur une épaisseur de 0,05 m, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	Béton de propreté
C-2	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5 pour fondation, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	Béton armé
C-3	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre	Kg	Armature

C-4	Coffrage en bois ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement	m <sup>2</sup>	Coffrage
C-5	Maçonnerie de moellon, hourdé au mortier de ciment, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	Maçonnerie Moellon
C-6	Hérissonnage en pierre sèche d'épaisseur 0,15 m fini après arrosage, réglage et damage, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	Hérissonnage
C-7	Béton de forme dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière	m <sup>3</sup>	Béton de forme
<b>D</b>	<b>OUVRAGE EN SUPERSTRUCTURE</b>		
D-1	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière	m <sup>3</sup>	Béton armé
D-2	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre	Kg	Armatures
D-3	Coffrage en béton ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement	m <sup>2</sup>	Coffrages
<b>E</b>	<b>MAÇONNERIE ET RAVALEMENT</b>		
E-1	Maçonnerie de parpaing de 15x20x40 hourdés au mortier de ciment dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CPA	m <sup>2</sup>	M. Parpaings
E-2	Enduit au mortier de ciment dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	Enduits
E-3	Chape de ciment dosé à 400 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	Chape
<b>F</b>	<b>COUVERTURE - CHARPENTE</b>		
F-1	Fourniture et pose charpente en tôle ondulée TOG, y compris toutes accessoires de pose et de fixation faitière en TOG 40/100è	m <sup>3</sup>	Charpente
F-2	Fourniture et pose couverture en tôle ondulée ou Galva bacs de 40/1000è, y compris toutes accessoires de pose et de fixation, faitière en PTG 30/100è	m <sup>2</sup>	Couverture

Source : Elisé ITALY, 2023

## II. Devis quantitatif

L'avant-métré permet d'évaluer avec précision les quantités de matériaux nécessaires pour un projet. Cela permet d'estimer de manière réaliste les coûts associés à l'achat de ces matériaux, à leur transport et à leur mise en œuvre. Une estimation précise des coûts est essentielle pour élaborer un budget fiable et éviter les dépassements budgétaires.

Le tableau ci-dessous indique les quantités de matériaux nécessaire à la réalisation du projet :

**Tableau 13 : Tableau récapitulatif de l'Avant Métré**

N°	DESIGNATIONS	Unité	Nombre	Quantité	Q. total	Observation
<b>A</b>	<b>INSTALLATION ET REPLIE DE CHANTIER</b>					
A-1	Installation et préparation chantier, y compris amenés des matériels et matériaux, baraque de chantier	Fft	1,00	1,00		Installation
					<b>1,00</b>	
A-2	Replie de chantier, y compris amenés des matériels et matériaux généraux de chantier	Fft	1,00	1,00		Replie
					<b>1,00</b>	
<b>B</b>	<b>TERRASSEMENT</b>					
B-1	Décapage et nettoyage du terrain, y compris démolition et toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	1	141,47		Décapage
					<b>141,47</b>	
B-2	Fouille en rigole pour fondation de toutes dimensions exigées par la construction, y compris dressage des parois et fond de fouille					
		m <sup>3</sup>	18	7,50		S : 60x60
		m <sup>3</sup>	1	17,77		M. moellon
					<b>25,26</b>	

C	OUVRAGE EN INFRASTRUCTURE					
C-1	Béton de propriété dosé à 200 Kg/m <sup>3</sup> de ciment coulé à même le sol sur une épaisseur de 0,05 m, y compris toutes sujétions de mise en œuvre					
		m <sup>3</sup>	18	0,44		S : 60x60
		m <sup>3</sup>	1	1,48		M. moellon
					<b>1,92</b>	
C-2	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5 pour fondation, y compris toutes sujétions de mise en œuvre					
		m <sup>3</sup>	18	1,30		S : 60x60
		m <sup>3</sup>	18	1,73		AP1
		m <sup>3</sup>	1	3,67		M. moellon
					<b>6,69</b>	
C-3	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre	Kg	1	602,10		Armature
					<b>602,10</b>	
C-4	Coffrage en bois ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement	m <sup>2</sup>	1	100,35		Coffrage
					<b>100,35</b>	
C-5	Maçonnerie de moellon, hourdé au mortier de ciment, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	1	16,73		M. moellon
					<b>16,73</b>	
C-6	Hérissonnage en pierre sèche d'épaisseur 0,15 m fini après	m <sup>3</sup>	1	17,01		Hérissonnage

	arrosage, réglage et damage, y compris toutes sujétions de mise en œuvre					
					<b>17,01</b>	
C-7	Béton de forme dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière	m <sup>3</sup>	1	11,34		Béton de forme
					<b>11,34</b>	
<b>D</b>	<b>OUVRAGE EN SUPERSTRUCTURE</b>					
D-1	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière					
	Poteaux	m <sup>3</sup>	18	2,09		
	Linteaux	m <sup>3</sup>	2	0,10		P120/210
		m <sup>3</sup>	6	0,29		P120/110
	Auvents	m <sup>3</sup>	4	0,54		
	Poutres	m <sup>3</sup>	1	8,04		
					<b>11,05</b>	
D-2	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre	Kg	1	994,50		Armature
					<b>994,50</b>	
D-3	Coffrage en bois ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	165,75		Coffrage
					<b>165,75</b>	
<b>E</b>	<b>MAÇONNERIE ET RAVALEMENT</b>					
E-1	Maçonnerie de parpaing de 15x20x40 hourdés au					

	mortier de ciment dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CPA					
	Murs	m <sup>2</sup>	1	129,66		Ext+Cloison
	Pignons	m <sup>2</sup>	5	25,80		
					<b>298,08</b>	
E-2	Enduit au mortier de ciment dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre					
	Extérieurs	m <sup>2</sup>	1	154,88		Murs
	Intérieurs	m <sup>2</sup>	1	180,00		Murs
	Poteaux	m <sup>2</sup>	5	11,60		Extérieurs
	Pignons	m <sup>2</sup>	5	53,30		Int+Ext
	Chéneaux	m <sup>2</sup>	2	51,66		
	Poutres extérieures	m <sup>2</sup>	1	19,60		Poutres
	Auvents	m <sup>2</sup>	4	18,88		
					<b>484,92</b>	
E-3	Chape de ciment dosé à 400 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	1	130,17		Chape
					<b>130,17</b>	
<b>F</b>	<b>COUVERTURE</b>					
F-1	Fourniture et pose charpente en tôle ondulée TOG, y compris toutes accessoires de pose et de fixation faitière en TOG 40/100è					
		m <sup>3</sup>	48	1,476		Pannes
		m <sup>3</sup>	96	0,294		Entretoises
					<b>1,77</b>	
F-2	Fourniture et pose couverture en tôle ondulée ou Galva bacs 40/1000è, y compris toutes accessoires	m <sup>2</sup>	1	148,68		Couverture

	de pose et de fixation, faitière en TPG 30/100è					
					148,68	

*Source : Elisé IALY, 2023*

### III. CALCUL DU COEFFICIENT DE DÉBOURSÉ K<sub>1</sub>

K<sub>1</sub> est le coefficient auquel la marge que s'attribue l'entreprise est déterminée, c'est-à-dire le bénéfice qui lui revient.

C'est résultat du rapport suivant :

$$K_1 = \frac{(1 + \frac{A_1}{100})(1 + \frac{A_2}{100})}{(1 - \frac{A_3}{100})(1 + TVA)}$$

Dont, TVA : Taxes sur les Valeurs Ajoutées (TVA = 20%)

**Tableau 14 : Détermination de K1**

Origine des frais	Décomposition à l'intérieur de chaque catégorie de frais	Indices	Indices de composition de catégorie
Frais généraux proportionnels aux déboursés	Frais d'agence et patente	$a_1$	6
	Frais de chantier	$a_2$	19
	Frais d'étude et laboratoire	$a_3$	2
	Assurance	$a_4$	2
		Total $A_1$	29
Bénéfices brutes et frais financiers proportionnels aux prix de revient	Bénéfice net et impôts sur les bénéfices	$a_5$	5
	Aléas techniques	$a_6$	3
	Aléas de révision de prix	$a_7$	0
	Frais financiers	$a_8$	3
		Total $A_2$	11
Frais proportionnels aux prix de règlement avec TVA	Frais de sièges	$a_9$	0
		Total $A_3$	0

*Source : Elisé ITALY, 2023*

- $a_7 = 0 \%$ , car c'est un marché local à une durée de chantier inférieur à neuf mois.
- $a_9 = 0 \%$ , car l'entreprise exécutant ait son siège à Madagascar même.

D'après le tableau, nous pouvons tirer la valeur de K1, ainsi :  **$K_1 = 1,30$**



#### IV. LES SOUS – DÉTAILS DES PRIX

Nous allons calculer un déboursé sec unitaire correspondant pour chaque ouvrage élémentaire. Pour cela, nous devons établir des sous-détails de prix.

Nous allons présenter deux échantillons de tableaux pour mieux comprendre. Prenons comme exemples les prix du béton et d'armatures.

N° de prix	Quantité	Rendement	Unité	K1
C-2	6,69	1,00	m <sup>3</sup>	1,30

**Tableau 15 : Prix Unitaire pour le béton**

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	Montant cumulé (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	13,00	214,000	2 782,00	
	Bétonnière B500H	Ar/h	1,90	7 825,032	14 867,56	
	Pervibrateur	Ar/h	1,50	682,000	1 023,00	
						18 672,56
2	Mains d'œuvres					
	CE	h	1,300	4 380,028	5 694,04	
	OS	h	3,000	3 503,771	10 511,31	
	Man	h	13,000	2 101,760	27 322,88	
						43 528,23
3	Matériaux					
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,450	30 000,00	13 500,00	
	Gravillon 5/15 et 15/25	m <sup>3</sup>	0,850	70 000,00	59 500,00	
	Ciment	Kg	350,00	600,00	210 000,00	
						283 000,00
<b>Total Déboursé Sec « DS »</b>						<b>345 200,79</b>

*Source : Elisé IALY, 2023*

$$\text{Total PU} = 448\,761,03 \text{ Ar}$$

N° de prix	Quantité	Rendement	Unité	K1
C-3	602,10	1,00	Kg	1,30

**Tableau 16 : Prix Unitaire pour les armatures du béton**

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	Montant cumulé (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	0,100	214,00	21,400	
						21,40
2	Mains d'œuvres					
	CE	h	0,010	4 380,028	43,800	
	OS	h	0,210	3 503,771	735,792	
	Man	h	0,100	2 101,760	210,176	
						989,77
3	Matériaux					
	Acier pour armatures	Kg	1,050	10 000,00	10500,000	
	Fil recuit	Kg	0,105	15 000,00	1575,000	
						12075,00
<b>Total Déboursé Sec</b>						13086,17

*Source : Elisé ITALY, 2023*

**Total PU = 17 012,02 Ar**

## CHAPITRE IX : DEVIS ESTIMATIF

### I. Bordereau Détails Estimatif (BDE)

#### 1. Définition

Un Bordereau Détails Estimatif, également connu sous le nom de Bordereau de Prix Unitaires, est un document couramment utilisé dans le domaine de la construction et de la gestion de projets. Il s'agit d'un tableau détaillé qui répertorie les différentes tâches et matériaux nécessaires à la réalisation d'un projet, ainsi que leurs coûts estimés unitaires.

Chaque élément du projet est décomposé en détail dans le bordereau, avec une description précise, une unité de mesure (comme le mètre carré, Kg, etc.), et le coût estimé par unité de mesure. Le résultat est une liste exhaustive des éléments nécessaires au projet, avec des estimations de coûts spécifiques pour chacun d'entre eux.

#### 2. Objectif

L'objectif principal d'un Bordereau Détails Estimatif est de fournir une base solide pour l'estimation des coûts totaux d'un projet. En multipliant les quantités nécessaires, on obtient une estimation du coût total de chaque élément du projet, ce qui permet d'élaborer un budget global précis.

#### 3. Tableau récapitulatif BDE

Tableau 17 : Bordereau Détail Estimatif

N°	DESIGNATIONS	U. tés	Q. tés	PU (Ar)	Montant (Ar)
<b>A</b>	<b>INSTALLATION ET REPLIE DE CHANTIER</b>				
A-1	Installation et préparation chantier, y compris amenés des matériels et matériaux, baraque de chantier	Fft	1,00	1.300.000,00	1.300.000,00
A-2	Replie de chantier, y compris amenés des matériels et matériaux généraux de chantier	Fft	1,00	1.300.000,00	1.300.000,00
					2.600.000,00
<b>B</b>	<b>TERRASSEMENT</b>				
B-1	Décapage et nettoyage du terrain, y compris démolition	m <sup>2</sup>	141,47	2.538,68	359.147,06

	et toutes sujétions de mise en œuvre				
B-2	Fouille en rigole pour fondation de toutes dimensions exigées par la construction, y compris dressement des parois et fond de fouille	m <sup>3</sup>	25,26	2.241,66	56.624,33
				Sous-total	415.771,39
C	<b>OUVRAGE EN INFRASTRUCTURE</b>				
C-1	Béton de propriété dosé à 200 Kg/m <sup>3</sup> de ciment coulé à même le sol sur une épaisseur de 0,05 m, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	1,92	330.431,13	634.427,77
C-2	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5 pour fondation, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	6,69	448.761,03	3.002.211,29
C-3	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre	Kg	602,1	17.012,02	10.242.937,24
C-4	Coffrage en bois ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement	m <sup>2</sup>	100,35	5.359,24	537.799,73
C-5	Maçonnerie de moellon, hourdé au mortier de ciment, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	16,73	430.611,12	7.204.124,04
C-6	Hérissonnage en pierre sèche d'épaisseur 0,15 m fini après arrosage, réglage et damage, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>3</sup>	17,01	603.873,23	10.271.883,64
C-7	Béton de forme dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière	m <sup>3</sup>	11,34	409.761,03	4.646.690,08

				Sous-total	36.540.073,80
<b>D</b>	<b>OUVRAGE EN SUPERSTRURE</b>				
D-1	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière	m <sup>3</sup>	11,05	448.761,03	4.958.809,39
D-2	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre	Kg	994,5	17.012,02	16.918.453,89
D-3	Coffrage en bois ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement	m <sup>2</sup>	165,75	53.529,24	8.872.471,63
				Sous-total	30.749.734,80
<b>E</b>	<b>MAÇONNERIE ET RAVALLEMENT</b>				
E-1	Maçonnerie de parpaing de 15x20x40 hourdés au mortier de ciment dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CPA	m <sup>2</sup>	298,08	47 056,68	14.026.655,17
E-2	Enduit au mortier de ciment dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	484,92	17.432,25	8.453.246,67
E-3	Chape de ciment dosé à 400 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	130,17	13.143,38	1.710.873,77
				Sous-total	24.190.775,62

<b>F</b>	<b>COUVERTURE</b>				
F-1	Fourniture et pose charpente en bois dure du pays et de dimension 5x15, raboté sur quatre faces, y compris toutes sujétions de mise en œuvre	$m^3$	1,77	542.310,11	959.888,89
F-2	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre	$m^2$	148,68	101.652,60	15.113.708,57
				Sous-total	16.073.597,46
				<b>Total</b>	<b>110.569.953,07</b>

*Source : Elisé ITALY, 2023*

## II. RECAPITULATION

Le dernier calcul à faire est le montant total toutes taxes comprises (T.TC) en ajoutant le montant de la taxe sur les valeurs ajoutées (T.V.A) de 20% au montant total Hors Taxes (H.T) de l'ouvrage pour pouvoir estimer.

**Tableau 18 : Récapitulation et Montant T.T.C**

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)
A	INSTALLATION ET REPLIE DE CHANTIER	Fft	1,00	2 600 000,00	2 600 000,00
B	TERRASSEMENT	Fft	1,00	415 771,39	415 771,39
C	OUVRAGE EN INFRASTRUCTURE	Fft	1,00	36 540 073,80	78 354 055,80
D	OUVRAGE EN SUPERSTRUCTURE	Fft	1,00	30 749 734,80	30 749 734,80
E	MAÇONNERIE ET RAVALEMENT	Fft	1,00	24190775,62	24190775,62
F	COUVERTURE	Fft	1,00	16 073 597,46	16 073 597,46
<b>Total HT</b>					110.569.953,07
<b>TVA 20%</b>					22 683 943,68
<b>Total TTC</b>					<b>132 683 943,68</b>

*Source : Elisé ITALY, 2023*

Arrêté ce présent bordereau détail estimatif à la somme de **CENT TRENTE-DEUX MILLIONS SIX CENT QUATRE-VINGT-TROIS MILLE NEUF CENT QUARANTE-TROIS VIRGULE SOIXANTE-HUIT ARIARY (132 683 943,68 Ar) ; y compris toutes taxes sur la valeur ajoutée de vingt pour cent (20%) à la somme de VINGT-DEUX MILLIONS CENT TREIZE NEUF CENT QUATRE-VINGT-DIX VIRGULE SOIXANTE ET UN ARIARY (22 683 943,68 Ar).**

## **CHAPITRE X : Analyse – Suggestion – Recommandation**

### **I. Introduction**

Notre stage en tant que chef de chantier au sein de l'entreprise Évolution Construction a été une opportunité inestimable pour acquérir une expérience pratique dans le domaine de la construction. Pendant cette période, nous avons eu l'occasion de superviser et de contribuer activement à un projet de construction, tout en observant le fonctionnement interne de l'entreprise.

### **II. Déroulement du chantier**

Le chantier travaillait six jours sur sept et s'ouvrait chaque jour à 6h30 du matin et fermait ces portes à 18h00. Ces heures de travail étaient nécessaires pour respecter le calendrier du projet. Elles impliquaient une journée de travail intense, où la coordination et la gestion du temps étaient essentielles pour le bon déroulement des opérations.

### **III. Les différentes tâches du chef de chantier**

En tant que chef de chantier, nos responsabilités étaient variées et exigeantes. Nous avons été chargés de coordonner l'ensemble du personnel sur le chantier, de superviser les différentes étapes de construction, et d'assurer la sécurité des travailleurs. Cela incluait également la gestion des matériaux, la résolution de problèmes imprévus, et la communication constante avec l'encadrement de l'ingénieur.

### **IV. Points forts de l'entreprise**

Durant notre stage, nous avons eu l'occasion de constater plusieurs points forts qui font la renommée de cette entreprise. Tout d'abord nous avons été impressionnés par la solide expérience de l'entreprise dans le domaine de la construction. Fondée en 1998, Évolution Construction a accumulé une vaste expertise et un portefeuille diversifié de projets. Cette expérience se reflète dans la qualité de son travail et sa capacité à gérer des projets de différentes envergures.

De plus, l'entreprise se distingue par culture de la sécurité sur le chantier. Les mesures de sécurité étaient rigoureusement appliquées, avec une attention particulière portée à la prévention des accidents. L'entreprise s'efforce de fournir un environnement de travail sûr pour ses employés, ce qui est essentiel dans le secteur de la construction.



Un autre point fort notable est l'arsenal de matériel de construction quasiment complet et moderne à la disposition de l'entreprise. Les équipements, tels que les étais métalliques, sont essentiels pour garantir l'efficacité et la qualité du travail sur le chantier. L'utilisation de matériel moderne permet d'accroître la productivité et de répondre aux normes les plus élevées de l'industrie.

Ces points forts sont d'autant d'atouts pour Évolution Construction, renforçant sa réputation en tant qu'entreprise de construction de premier plan. Ils témoignent de la capacité de l'entreprise à offrir des services de haute qualité et à faire face aux défis de la construction avec les meilleurs outils à sa disposition

## **V. Domaines d'amélioration**

Cependant, au cours de notre stage, nous avons également identifié des domaines qui pourraient bénéficier d'améliorations. Tout d'abord, la gestion des ressources financières et la budgétisation pourraient être optimisées. En raison de contraintes budgétaires, l'entreprise a dû faire des compromis sur certains aspects de la construction, ce qui a affecté la qualité globale de certains projets. Il pourrait être bénéfique de mettre en place des stratégies de gestion financières plus efficaces pour garantir que les normes de qualité ne sont pas compromises.

Un autre domaine d'amélioration réside dans le développement des travailleurs. Bien que l'entreprise soit soucieuse de sa sécurité, il est important de reconnaître le rôle essentiel que jouent les travailleurs dans le succès de tout projet. Leur formation et leur rémunération méritent une attention accrue pour assurer une main-d'œuvre motivée et compétente.

Enfin, le respect du délai est un aspect crucial de la gestion de projet dans l'industrie de la construction. L'entreprise a rencontré une difficulté à respecter l'échéance prévue du projet, ce qui a eu un impact sur ce dernier. Une meilleure planification, une gestion plus efficace des ressources et une communication transparente pourraient contribuer à améliorer la ponctualité des projets.

Ces domaines d'amélioration ne sont pas seulement des défis, mais aussi des opportunités d'évolution pour Évolution Construction. En réfléchissant à ces aspects, nous pouvons contribuer à renforcer davantage l'entreprise et à garantir son succès contenu dans un secteur exigeant.

## VI. Quelques compétences acquises durant le stage

### 1. Les qualités du chef de chantier

Voici quelques qualités que nous avons apprises pendant notre stage au sein de l'entreprise Évolution Construction et des explications pour chacune :

- **Leadership** : le leadership est une qualité importante pour un chef de chantier. Il doit être capable de guider et de motiver son équipe pour atteindre les objectifs du projet. Le chef de chantier doit donner l'exemple, prendre des décisions éclairées et inspirer la confiance.
- **Communication** : la communication efficace est essentielle pour coordonner les membres de l'équipe, transmettre les instructions et résoudre les problèmes. Un bon chef de chantier doit être capable de communiquer clairement et de manière constructive avec l'ensemble de l'équipe.
- **Planification et Organisation** : la planification minutieuse est indispensable pour gérer un projet de construction. Le chef de chantier doit être capable d'élaborer des calendriers, d'assigner des tâches, de gérer les ressources et de garantir que le projet suit le calendrier prévu.
- **Connaissance Technique** : une solide compréhension des aspects techniques de la construction est nécessaire. Le chef de chantier doit être capable de comprendre les plans, les matériaux, les méthodes de constructions et de résoudre les problèmes techniques qui se posent sur le chantier.
- **Prise de décision** : les chantiers de construction sont souvent confrontés à des situations imprévues. Un chef de chantier doit être capable de prendre des décisions rapides et éclairées pour résoudre des problèmes et minimiser les retards.
- **Gestion du stress** : les chantiers de construction peuvent être stressants en raison des délais serrés, des budgets et des défis techniques. Un chef de chantier doit être capable de gérer le stress et de rester calme sous pression.
- **Sens de la Sécurité** : la sécurité sur le chantier est une priorité absolue. Un bon chef de chantier doit être vigilant en ce qui concerne les normes de sécurité pour éviter les accidents.
- **Adaptabilité** : la construction est un secteur en constante évolution. Un chef de chantier doit être prêt à s'adapter aux nouvelles technologies et aux pratiques de construction pour rester compétitif.

- **Esprit d'Équipe** : le chef de chantier doit favoriser un esprit d'équipe positif. Il doit être capable de collaborer efficacement avec des professionnels de différents domaines pour atteindre les objectifs du projet.

Ces qualités démontrent l'importance d'un équilibre entre les compétences techniques, la gestion des ressources humaines et la communication pour être un chef de chantier efficace. Chacune de ces qualités est essentielle pour garantir le succès d'un projet de construction.

## **2. L'importance du calcul pour le chaînage**

Une de nos observations essentielles concernait le chaînage. Nous avons constaté que le calcul précis du chaînage était crucial, en le traitant comme une poutre, étant donné que les parpaings ne sont pas des murs porteurs. Plus les dimensions des parpaings augmentent, plus les creux à l'intérieur augmentent, ce qui diminue la capacité à supporter des charges. Cette réalisation a mis en lumière l'importance du calcul minutieux pour garantir la solidité de la structure.

## CONCLUSION

En clôturant ce récit, nous arrivons au terme d'une quête qui a révélé la fusion puissante de l'éducation, de l'entreprise et de la construction. Les pages de ce mémoire ont dévoilé les rouages complexes et les opportunités éclairées qui résident au croisement de ces domaines. Nous avons vu comment une approche novatrice peut façonner l'avenir de l'éducation, en créant des environnements d'apprentissage inspirants et adaptés aux besoins changeants de nos apprenants. Nous avons compris comment le partenariat avec le secteur privé peut apporter une valeur ajoutée considérable, tant sur le plan financier que sur celui de l'expertise.

Enfin, nous avons exploré le monde complexe de la construction d'infrastructures éducatives, en découvrant comment chaque élément, de la fondation à la poutre, contribue à façonner notre vision éducative.

À travers notre parcours, nous avons gardé en ligne de mire une réalité financière fondamentale. Notre projet, porteur d'aspirations et d'innovation, s'est matérialisé avec un budget de : **CENT TRENTE-DEUX MILLIONS SIX CENT QUATRE-VINGT-TROIS MILLE NEUF CENT QUARANTE-TROIS VIRGULE SOIXANTE-HUIT ARIARY (132 683 943,68 Ar) ; y compris toutes taxes sur la valeur ajoutée de vingt pour cent (20%) à la somme de VINGT-DEUX MILLIONS CENT TREIZE NEUF CENT QUATRE-VINGT-DIX VIRGULE SOIXANTE ET UN ARIARY (22 683 943,68 Ar).** Cette somme, fruit de planification scrupuleuses et d'une gestion budgétaire avisée, témoigne de notre engagement envers la concrétisation de rêves éducatifs tout en préservant l'équilibre financier.

C'est ainsi que se dessine un horizon prometteur, où l'éducation embrasse les opportunités de l'entreprise, et où l'entreprise investit dans la croissance éducative. En quittant ces pages, nous portons avec nous la certitude que cette harmonie est le ferment d'un avenir prospère et éclairé.

En rétrospective, ce mémoire nous a offert une opportunité précieuse d'élargir notre vision et d'affiner nos compétences. Chaque chapitre, chaque recherche, et chaque découverte ont contribué à notre croissance en tant qu'apprenants et innovateurs. Nous quittons ce projet avec une perspective élargie et une détermination renouvelée à contribuer à l'intersection de l'éducation, de l'entreprise et de la construction. Ces connaissances nouvellement acquises continueront de guider notre parcours, nous incitant à poursuivre des horizons audacieux et à repousser les limites de l'apprentissage et de la création.

## BIBLIOGRAPHIE

### Ouvrages de support :

- 1 : Jean-Claude DOUBRERE, Résistance des Matériaux : cours et exercices corrigés, Edition N°11, 2011, 174P, consulté le 02 Septembre 20203
- 2 : Jacques LAMIRAULT, Béton armé : guide de calcul, Editeur : Foucher scolaire, 1998, 144P, consulté le 10 Septembre 20203
- 3 : Didier POUTEAUX, L'étude de prix dans le bâtiment, Editeur : Ellipses, 2019, 573P, consulté le 30 Septembre 20203

### Support de cours :

- 1 : Harivola Soa Mamy RANDRIANALISON, RDM, 2022-2023, IFT
- 2 : Harivola Soa Mamy RANDRIANALISON, BAEL, 2022-2023, IFT
- 3 : Harivola Soa Mamy RANDRIANALISON, Descente des charges, 2022-2023, IFT
- 4 : Harivola Soa Mamy RANDRIANALISON, Métré et Devis, 2022-2023, IFT
- 5 : Harivola Soa Mamy RANDRIANALISON, AutoCAD, 2022-2023, IFT

## WEBOGRAPHIE

- 1 : <https://www.google.com/url?q=https://www.sodibet.com/telechargement/BAEL%252091%2520R%252099.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjKy4bxmN6BAxWFEAHU4dBXEQFnoECAAQA&usg=AOvVaw1h7vAe7Ae7xYalBsrOlz5GDlx> / BAEL 91 MODIFIÉ 99, consulté le 20 Août 2023 à 9h00
- 2 : <https://google.com/url?q=https://geniecivilpdf.com/wp-content/uploads/pdf/backup/133.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwj8m5nDmd6BAxXdppUCHbwKDmgQFnoECAIQAg&usg=AOvVaw0mT5HeBB1mH6RSsfjkCq9x> / Descente des charges, consulté le 7 Septembre 2023
- 3 : <https://google.com/url?q=https://www.univ-chlef.dz/FGCA/wp-content/uploads/2017/03/CHAPITRE2-CHARGES-SURCHARGES.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwic6b-Umt6BAxWqQEHTPMxQQFnoECA YQAg&usg=AOvVawOYGTJo6tqKsiMs1J0NaVgl> / Charges et surcharges, consulté le 15 Septembre 2023 à 8h00
- 4 : [https://google.com/url?q=https://www.biblioconstruction.com/2020/02/le-calcul-du-dosage-beton-pdf.html&sa=U&ved=2ahUKEwi5u\\_D5m96BAxWrpJUCHSzqAz8QFnoECAgQAQAg&usg=AOvVaw0svOCFjkYUVsRrynMamXHt](https://google.com/url?q=https://www.biblioconstruction.com/2020/02/le-calcul-du-dosage-beton-pdf.html&sa=U&ved=2ahUKEwi5u_D5m96BAxWrpJUCHSzqAz8QFnoECAgQAQAg&usg=AOvVaw0svOCFjkYUVsRrynMamXHt) / Calcul de dosage du béton, consulté le 15 Septembre 2023 à 19h00

# **ANNEXES**

**ANNEXE 1 :**  
**DIVERS PLANS ARCHITECTURAUX**



**Annexe 2 : Tableau Avant-Métré**

N°	DESIGNATIONS	Unité	Nombre	DIMENSION				Q. part	Q. aux	Q. total	OBSERVATIONS
				Longueur	Largeur	Hauteur/Ep	Surface				
<b>A</b>	<b>INSTALLATION ET REPLIE DE CHANTIER</b>										
A-1	Installation et préparation chantier, y compris amenés des matériels et matériaux, baraque de chantier	Fft	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		Installation
							Total			1,00	
A-2	Replie de chantier, y compris amenés des matériels et matériaux généraux de chantier	Fft	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		Replie de chantier
							Total			1,00	
<b>B</b>	<b>TERRASSEMENT</b>										
B-1	Décapage et nettoyage du terrain, y compris démolition et toutes sujétions de mise en œuvre	m <sup>2</sup>	1,00				141,47	141,47			
							Total			141,47	
B-2	Fouille en rigole pour fondation de toutes dimensions exigées par la construction, y compris dressement des parois et fond de fouille										
		m <sup>3</sup>	18	0,70	0,70	0,85		0,42	7,50		S : 60x60
										7,50	

		m <sup>3</sup>	1	59,22	0,50	0,60		17,77	17,77		Moellon
										17,77	
							Total			25,26	
<b>C</b>	<b>OUVRAGE EN INFRASTRUCTURE</b>										
C-1	Béton de propriété dosé à 200 Kg/m <sup>3</sup> de ciment coulé à même le sol sur une épaisseur de 0,05 m, y compris toutes sujétions de mise en œuvre										
		m <sup>3</sup>	18	0,70	0,70	0,05		0,02	0,44		S : 60x60
										0,44	
		m <sup>3</sup>	1	59,22	0,50	0,05		1,48	1,48		M. Moellon
										1,48	
							Total			1,92	
C-2	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5 pour fondation, y compris toutes sujétions de mise en œuvre										
	Semelles	m <sup>3</sup>	18	0,60	0,60	0,20		0,07	1,30		S : 60x60
										1,30	
	Amorces poteaux	m <sup>3</sup>	18	0,40	0,40	0,60		0,10	1,73		AP1
										1,73	
	Longrine	m <sup>3</sup>	1	73,35	0,20	0,25		3,67	3,67		M. Moellon
										3,67	
							Total			6,69	

C-3	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre										
		Kg	1			90,00		6,69	602,10		Armature
							Total			602,10	
C-4	Coffrage en bois ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement										
		m <sup>2</sup>	1			15,00		6,69	100,35		Coffrage
							Total			100,35	
C-5	Maçonnerie de moellon, hourdé au mortier de ciment, y compris toutes sujétions de mise en œuvre										
		m <sup>3</sup>	1	69,72	0,4	0,60		16,73	16,73		M. Moellon
							Total			16,73	
C-6	Hérissonnage en pierre sèche d'épaisseur 0,15 m fini après arrosage, réglage et damage, y compris toutes sujétions de mise en œuvre										
		m <sup>3</sup>	1			0,15	113,4	17,01	17,01		Hérissonnage
							Total			17,01	

C-7	Béton de forme dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière										
		m <sup>3</sup>	1			0,1	113,4	11,34	11,34		Béton de forme
							Total			11,34	
<b>D</b>	<b>OUVRAGE EN SUPERSTRUCTURE</b>										
D-1	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre avec pervibration à aiguille et gâchage à la bétonnière										
	Poteaux	m <sup>3</sup>	18	0,20	0,20	2,90		0,12	2,09		Poteaux
										2,09	
	Linteaux	m <sup>3</sup>	2	1,60	0,15	0,20		0,05	0,10		P120/210
			6	1,60	0,15	0,20		0,05	0,29		P120/110
										0,38	
	Auvents	m <sup>3</sup>	4	2,40	0,70	0,08		0,13	0,54		
										0,54	
	Poutres	m <sup>3</sup>	1	89,35	0,20	0,45		8,04	8,04		Ptr. 20x45
										8,04	
							Total			11,05	

D-2	Armature qualité HA de diverses sections, y compris coupe, façonnage, montage, pose, ligature au fil recuit et toutes sujétions de mise en œuvre										
		Kg	1			90,00	11,05	994,50	994,50		Armatures
							Total			994,50	
D-3	Coffrage en béton ordinaire dressé et raboté, y compris toutes sujétions d'assemblage, de battage, de montage et d'étalement										
		m <sup>2</sup>	1			15,00	11,05	165,75	165,75		Coffrages
							Total			165,75	
<b>E</b>	<b>MAÇONNERIE ET RAVALEMENT</b>										
E-1	Maçonnerie de parpaing de 15x20x40 hourdés au mortier de ciment dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CPA										
	Murs RDC	m <sup>2</sup>	1	49,18		2,90		142,622	142,622		Ext+Cloison
										142,622	
	À déduire	m <sup>2</sup>	2	1,20	2,10			2,52	5,04		P120/210
			6	1,20	1,10			1,32	7,92		P120/110
										12,96	
							Sous-total			129,66	
	Pignons	m <sup>2</sup>	5				5,16	5,16	25,80		Pignons

										25,80	
							Total			298,08	
E-2	Enduit au mortier de ciment dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre										
	Extérieur	m <sup>2</sup>	1	50,10		3,35		167,84	167,84		Murs
										167,84	
	À déduire	m <sup>2</sup>	2	1,20	2,10			2,52	5,04		P120/210
			6	1,20	1,10			1,32	7,92		P120/110
										12,96	
							Sous total			154,88	
	Poteaux	m <sup>2</sup>	5	0,80		2,90		2,32	11,60		Pt. Extérieur
										11,60	
	Intérieur	m <sup>2</sup>	1	57,60		3,35		192,96	192,96		Murs
										192,96	
	À déduire	m <sup>2</sup>	2	1,20	2,10			2,52	5,04		P120/210
			6	1,20	1,10			1,32	7,92		P120/110
										12,96	
							Sous total			180,00	
	Pignons	m <sup>2</sup>	5				10,66	10,66	53,30		Int+Ext
										53,30	
	Chéneaux	m <sup>2</sup>	2				25,83	25,83	51,66		
										51,66	
	Poutres extérieures	m <sup>2</sup>	1				19,60	19,60	19,60		Poutres



										19,60	
	Auvents	m <sup>2</sup>	4				3,47	3,47	13,88		
										13,88	
							Total			484,92	
E-3	Chape de ciment dosé à 400 Kg/m <sup>3</sup> de ciment CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre										
		m <sup>2</sup>	1				130,17	130,17	130,17		Chape
							Total			130,17	
<b>F</b>	<b>COUVERTURE-CHARPENTE</b>										
F-1	Fourniture et pose charpente en tôle ondulée TOG, y compris toutes accessoires de pose et de fixation faitière en TOG 40/100è										
		m <sup>3</sup>	48	4,1	0,05	0,15		0,03075	1,476		Pannes
		m <sup>3</sup>	96	0,85	0,06	0,06		0,00306	0,294		Entretoises
										1,77	
F-2	Fourniture et pose couverture en tôle endurée ou Galva bacs de 40/1000è, y compris toutes accessoires de pose et de fixation, faitière en PTG 30/100è										
		m <sup>2</sup>	1				148,68	148,68	148,68		
							Total			148,68	Couverture



**Annexe 3 : Tableau des Sous-Détails des prix**

<b>A- INSTALLATION ET REPLIE DE CHANTIER</b>						
A-1	Installation et préparation du chantier	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		A-1	1,00	Fft	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels	J				
	Petites outillages					
2	Mains d'œuvres					
	CE					
	OS	J				
	Man	J				
3	Matériaux					
	Installation et préparation	Fft	1,00	1 000 000,00		
						1 000 000,00
Total Déboursé Sec						1 000 000,00
Prix Unitaire						1 300 000,00

A-2	Replie de chantier	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		A-2	1,00	Fft	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels	J				
	Petites outillages					
2	Mains d'œuvres					
	CE					
	OS	J				
	Man	J				
3	Matériaux					
	Installation et préparation	Fft	1,00	1 000 000,00		
						1 000 000,00
Total Déboursé Sec						1 000 000,00
Prix Unitaire						1 300 000,00





B- TERRASSEMENT						
B-1	Décapage et nettoyage du terrain	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		B-1	141,47	m <sup>2</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	0,70	250,00	175,00	
2	Mains d'œuvres					175,00
	CE	h	0,07	4 380,03	306,60	
	OS	h		3 503,77		
	Man	h	0,70	2 101,76	1 471,23	
3	Matériaux					1 777,83
Total Déboursé Sec						1 952,83
Prix Unitaire						2 538,68

B-2	Fouille en rigole pour fondation	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		B-2	25,26	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	2	214,000	428,000	
2	Mains d'œuvres					428,00
	CE	h	0,2	4 380,028	876,006	
	OS	h		3 503,771		
	Man	h	0,2	2 101,760	420,352	
3	Matériaux					1 296,36
	Installation et préparation					
Total Déboursé Sec						1 724,36
Prix Unitaire						2 241,66



C- OUVRAGE EN INFRASTRUCTURE						
C-1	Béton de propriété dosé à 200 Kg/m <sup>3</sup>	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		C-1	1,92	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	13,000	214,00	2 782,00	
	Bétonnière B500H	Ar/h	1,900	7 825,03	14 867,56	
2	Mains d'œuvres					17 649,56
	CE	h	1,300	4 380,028	5 694,04	
	OS	h	3,000	3 503,771	10 511,31	
	Man	h	13,000	2 101,760	27 322,88	
3	Matériaux					43 528,23
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,450	30 000,00	13 500,00	
	Gravillon 5/15 et 15/25	m <sup>3</sup>	0,850	70 000,00	59 500,00	
	Ciment CPJ 35	Kg	200,000	600,00	120 000,00	
						193 000,00
Total Déboursé Sec						254 177,79
Prix Unitaire						330 431,13

C-2	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup>	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		C-2	6,69	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	13,00	214,000	2 782,00	
	Bétonnière B500H	Ar/h	1,90	7 825,032	14 867,56	
	Pervibrateur	Ar/h	1,50	682,000	1 023,00	
2	Mains d'œuvres					18 672,56
	CE	h	1,300	4 380,028	5 694,04	
	OS	h	3,000	3 503,771	10 511,31	
	Man	h	13,000	2 101,760	27 322,88	
3	Matériaux					43 528,23
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,450	30 000,00	13 500,00	
	Gravillon 5/15 et 15/25	m <sup>3</sup>	0,850	70 000,00	59 500,00	
	Ciment	Kg	350,00	600,00	210 000,00	
						283 000,00
Total Déboursé Sec						345 200,79
Prix Unitaire						448 761,03



C-3	Armature qualité HA de diverses section	N° de prix	Quantité	Rendement	Unité	K1
		C-3	602,10	1,00	Kg	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	0,100	214,00	21,400	
2	Mains d'œuvres					21,40
	CE	h	0,010	4 380,028	43,800	
	OS	h	0,210	3 503,771	735,792	
	Man	h	0,100	2 101,760	210,176	
3	Matériaux					989,77
	Acier pour armatures	Kg	1,050	10 000,00	10500,000	
	Fil recuit	Kg	0,105	15 000,00	1575,000	
						12075,00
Total Déboursé Sec						13086,17
Prix Unitaire						17 012,02

C-4	Coffrage en bois ordinaire dressé	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		C-4	100,35	m <sup>2</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	2,00	214,00	428,00	
2	Mains d'œuvres					428,00
	CE	h	0,200	4 380,028	876,006	
	OS	h	3,000	3 503,771	10511,313	
	Man	h	2,000	2 101,760	4203,520	
3	Matériaux					15590,84
	Planche de coffrage de 4m (raboté)	U	1,923	7 500,00	14422,500	
	Bois carré de 4x5x5 (raboté)	U	0,400	2 500,00	1000,000	
	Bois rond de 4m	U	3,000	3 000,00	9000,000	
	Pointes	Kg	0,105	7 000,00	735,000	
						25157,50
Total Déboursé Sec						41176,34
Prix Unitaire						53 529,24



C-5	Maçonnerie de moellon	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		C-5	16,73	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	5,80	214,00	1241,2	
2	Mains d'œuvres					1241,2
	CE	h	1,45	4 380,028	6 351,041	
	OS	h	5,80	3 503,771	20 321,872	
	Man	h	5,80	2 101,760	12 190,208	
3	Matériaux					38 863,120
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,45	25 500,00	11 475,00	
	Moellons	U	125,00	1500,00	187 500,00	
	Ciment	Kg	144,00	640,00	92 160,00	
						291 135,00
Total Déboursé Sec						331 239,32
Prix Unitaire						430 611,12

C-6	Hérissonnage en pierre sèche	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		C-6	17,10	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	4,00	214,00	856	
	Dame sauteuse	Ar/h	0,20	4374,00	874,8	
2	Mains d'œuvres					1730,8
	CE	h	1,00	4 380,028	4380,028	
	OS	h		3 503,771		
	Man	h	4,00	2 101,760	8407,04	
3	Matériaux					12787,068
	Callasse 40/70	m <sup>3</sup>	1,00	450 000,00	450000	
						450 000,00
Total Déboursé Sec						464 517,87
Prix Unitaire						603 873,23



C-7	Béton de forme dosé à 300 Kg/m <sup>3</sup>	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		C-6	11,34	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	13,00	214,000	2 782,000	
	Bétonnière B500H	Ar/h	1,90	7 825,032	14 867,561	
	Pervibrateur	Ar/h	1,50	682,000	1 023,000	
2	Mains d'œuvres					18 672,561
	CE	h	1,3	4 380,028	5 694,036	
	OS	h	3	3 503,771	10 511,313	
	Man	h	13	2 101,760	27 322,880	
3	Matériaux					43 528,229
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,45	30 000,00	13 500,000	
	Gravillon 5/15 et 15/25	m <sup>3</sup>	0,85	70 000,00	59 500,000	
	Ciment	Kg	300,00	600,00	180 000,000	
						253 000,00
Total Déboursé Sec						315 200,79
Prix Unitaire						409 761,03

#### D- OUVRAGE EN SUPERSTRUCTURE

D-1	Béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup>	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		D-1	11,05	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	13,00	214,000	2 782,00	
	Bétonnière B500H	Ar/h	1,90	7 825,032	14 867,56	
	Pervibrateur	Ar/h	1,50	682,000	1 023,00	
2	Mains d'œuvres					18 672,56
	CE	h	1,300	4 380,028	5 694,036	
	OS	h	3,000	3 503,771	10 511,313	
	Man	h	13,000	2 101,760	27 322,880	
3	Matériaux					43 528,23
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,450	30 000,00	13 500,00	
	Gravillon 5/15 et 15/25	m <sup>3</sup>	0,850	70 000,00	59 500,00	
	Ciment	Kg	350	600,00	210 000,00	
						283 000,00
Total Déboursé Sec						345 200,79
Prix Unitaire						448 761,03



D-2	Armature qualité HA de diverses section	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		D-2	994,50	Kg	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	0,100	214,00	21,400	
2	Mains d'œuvres					21,40
	CE	h	0,010	4 380,028	43,800	
	OS	h	0,210	3 503,771	735,792	
	Man	h	0,100	2 101,760	210,176	
3	Matériaux					989,77
	Acier pour armatures	Kg	1,050	10 000,00	10500,000	
	Fil recuit	Kg	0,105	15 000,00	1575,000	
						12075,00
Total Déboursé Sec						13 086,17
Prix Unitaire						17 012,02

D-3	Coffrage en bois ordinaire dressé	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		D-3	165,75	m²	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	2,00	214,00	428,00	
2	Mains d'œuvres					428,00
	CE	h	0,200	4 380,028	876,006	
	OS	h	3,000	3 503,771	10511,313	
	Man	h	2,000	2 101,760	4203,520	
3	Matériaux					15590,84
	Planche de coffrage de 4m (raboté)	U	1,923	7 500,00	14422,500	
	Bois carré de 4x5x5 (raboté)	U	0,400	2 500,00	1000,000	
	Bois rond de 4m	U	3,000	3 000,00	9000,000	
	Pointes	Kg	0,105	7 000,00	735,000	
						25157,50
Total Déboursé Sec						41 176,34
Prix Unitaire						53 529,24



E- MAÇONNERIE ET RAVALEMENT						
E-1	Maçonnerie de parpaing de 15x20x40	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		E-1	298,08	m <sup>2</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	1,20	214,00	256,80	
2	Mains d'œuvres					256,80
	CE	h	0,30	4 380,028	1 314,01	
	OS	h	1,20	3 503,771	4 204,53	
	Man	h	1,20	2 101,760	2 522,11	
3	Matériaux					8040,65
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,04	30 000,00	1 200,00	
	Parpaing de 15x20x40	U	13,00	1 500,00	19 500,00	
	Ciment	Kg	12,00	600,00	7 200,00	
						27 900,00
Total Déboursé Sec						36 197,45
Prix Unitaire						47 056,68

E-2	Enduit au mortier de ciment dosé à 35	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		E-2	484,92	m <sup>2</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	1,00	214,00	214,00	
2	Mains d'œuvres					214,00
	CE	h	0,10	4 380,028	438,00	
	OS	h	1,50	3 503,771	5 255,66	
	Man	h	1,00	2 101,760	2 101,76	
3	Matériaux					7 795,42
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,02	30 000,00	600,00	
	Ciment	Kg	8,00	600,00	4 800,00	
						5 400,00
Total Déboursé Sec						13 409,42
Prix Unitaire						17 432,25



E-3	Chape de ciment dosé à 400 Kg/m <sup>3</sup>	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		E-3	130,17	m <sup>2</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	0,530	214,00	113,42	
2	Mains d'œuvres					113,42
	CE	h	0,063	4 380,028	275,942	
	OS	h	0,530	3 503,771	1856,999	
	Man	h	0,530	2 101,760	1113,933	
3	Matériaux					3246,87
	Sable de rivière	m <sup>3</sup>	0,025	30 000,00	750	
	Ciment	Kg	10,000	600,00	6000	
						6 750,00
Total Déboursé Sec						10 110,29
Prix Unitaire						13 143,38

#### F- COUVERTURE-CHARPENTE

F-1	Fourniture et pose charpente en bois	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		F-1	1,77	m <sup>3</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	48,00	214,000	10 272,00	
						10 272,00
2	Mains d'œuvres					
	CE	h	4,80	4 380,028	21 024,13	
	OS	h	48,00	3 503,771	168 181,01	
	Man	h	48,00	2 101,760	100 884,48	
3	Matériaux					290 089,62
	Bois de charpente	m <sup>3</sup>	1,060	30 000,00	31 800,00	
	Accessoire pour assemblage charpente	Fft	1,000	50 000,00	50 000,00	
		Kg	5	7000	35 000,00	
						116 800,00
Total Déboursé Sec						417 161,62
Prix Unitaire						542 310,11





F-2	Fourniture et pose couverture en tôle	N° de prix	Quantité	Unité	Rendement	K1
		F-2	148,68	m <sup>2</sup>	1,00	1,30

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	PU (Ar)	Montant (Ar)	M.C (Ar)
1	Matériels					
	Petites outillages	Ar/h	1,500	214,000	321,00	
	Visseuse	Ar/h	0,375	60,000	22,50	
2	Mains d'œuvres					343,50
	CE	h	0,375	4 380,028	1 642,51	
	OS	h	1,500	3 503,771	5 255,66	
	Man	h	1,500	2 101,760	3 152,64	
3	Matériaux					10 050,81
	Tôle TOG 40/100	ml	1,320	15 000,00	19 800,00	
	Pinte tôle	U	4,000	7 000,00	28 000,00	
	Joints	U	4,000	5 000,00	20 000,00	
						67 800,00
Total Déboursé Sec						78 194,31
Prix Unitaire						101 652,60

#### Annexe 4 : PHOTO RÉEL DU PROJET



Source : *Elisé IALY*, 2023

**ANNEXE 5 : Tableau des valeurs de  $\mu_{lu}$  pour  $\theta = 1$**

$\mu_{lu}$	$\theta$	1		
	$f_{c28} [MPa]$	20	25	30
$\gamma$	1,000	1370	1615	1860
$\gamma$	1,050	1542	1787	2032
$\gamma$	1,100	1714	1959	2204
$\gamma$	1,150	1886	2131	2376
$\gamma$	1,200	2058	2303	2548
$\gamma$	1,250	2230	2475	2720
$\gamma$	1,300	2402	2647	2892
$\gamma$	1,350	2574	2819	3064
$\gamma$	1,400	2746	2991	3236
$\gamma$	1,450	2918	3163	3408
$\gamma$	1,500	3090	3335	3580
$\gamma$	1,550	3262	3507	3752
$\gamma$	1,600	3434	3679	3924
$\gamma$	1,650	3606	3851	4096
$\gamma$	1,700	3778	4023	4268
$\gamma$	1,750	3950	4195	4440
$\gamma$	1,800	4122	4367	4612
$\gamma$	1,850	4294	4539	4784
$\gamma$	1,900	4466	4711	4956
$\gamma$	1,950	4638	4883	5128
$\gamma$	2,000	4810	5055	5300

## TABLE DES MATIÈRES

<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>v</b>
<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE L'IFT .....</b>	<b>2</b>
1. Historique .....	2
2. Mentions existantes .....	3
3. Diplômes délivrés .....	3
<b>4. Organigramme de l'IFT .....</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ÉVOLUTION CONSTRUCTION .</b>	<b>6</b>
I. FICHE DE RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ENTREPRISE.....	6
II. LISTE DU PERSONNEL PRINCIPAL.....	7
III. REFERENCE TECHNIQUE ET FINANCIERE .....	8
<b>CHAPITRE III : PRÉSENTATION DU PROJET .....</b>	<b>14</b>
I. INTRODUCTION .....	14
II. CONTEXTE.....	14
III. OBJECTIFS DU PROJET.....	14
IV. MÉTHODOLOGIE .....	14
V. LOCALISATION DU PROJET.....	15
<b>CHAPITRE IV : PRÉDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ET HYPOTHÈSES DES CALCULS.....</b>	<b>16</b>
SECTION 1. HYPOTHÈSES DES CALCULS .....	16
I. Généralités.....	16
II. Actions et sollicitations .....	17
SECTION 2. PRÉDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES .....	19
I. PRÉDIMENSIONNEMENT DE LA POUTRE.....	19
II. PRÉDIMENSIONNEMENT DU POTEAU .....	20
III. PRÉDIMENSIONNEMENT DE LA SEMELLE .....	22
<b>CHAPITRE V : DESCENTE DES CHARGES ET SOLLITATIONS .....</b>	<b>27</b>
I. DESCENTE DES CHARGES .....	27

1. Charges permanentes.....	27
2. Surcharges d'exploitation.....	28
II. SOLLICITATIONS.....	28
1. Fondation.....	28
2. Poteau.....	29
3. Poutre.....	29
<b>CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DES ÉLÉMENTS EN BÉTON ARMÉ.....</b>	<b>29</b>
I. FONDATION (Semelle carré).....	29
II. POTEAUX.....	32
1. Généralité.....	32
2. Calculs.....	32
III. POUTRES.....	37
1. Généralité.....	37
2. Démonstration de calcul par la RDM.....	37
3. DÉTERMINATION DES ARMATURES.....	45
<b>CHAPITRE VII : PRIX HORAIRES MOYENS DES OUVRIERS.....</b>	<b>52</b>
I. GÉNÉRALITÉ.....	52
II. PHMO.....	52
<b>CHAPITRE VIII : DEVIS DESCRIPTIFS ET QUANTITATIFS.....</b>	<b>55</b>
I. Devis descriptif.....	55
II. Devis quantitatif.....	57
III. CALCUL DU COEFFICIENT DE DÉBOURSÉ K1.....	61
IV. LES SOUS – DÉTAILS DES PRIX.....	63
<b>CHAPITRE IX : DEVIS ESTIMATIF.....</b>	<b>65</b>
I. Bordereau Détails Estimatif (BDE).....	65
1. Définition.....	65
2. Objectif.....	65
3. Tableau récapitulatif BDE.....	65
II. RECAPITULATION.....	69
<b>CHAPITRE X : Analyse – Suggestion – Recommandation.....</b>	<b>70</b>
I. Introduction.....	70
II. Déroulement du chantier.....	70
III. Les différentes tâches du chef de chantier.....	70



IV. Points forts de l'entreprise .....	70
V. Domaines d'amélioration .....	71
VI. Quelques compétences acquises durant le stage.....	72
1. Les qualités du chef de chantier .....	72
2. L'importance du calcul pour le chaînage .....	73
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>75</b>
<b>WEBOGRAPHIE.....</b>	<b>76</b>
<b>ANNEXE 1 :.....</b>	<b>78</b>
<b>DIVERS PLANS ARCHITECTURAUX .....</b>	<b>78</b>
<b>Annexe 2 : Tableau Avant-Métré.....</b>	<b>lxxii</b>
<b>Annexe 3 : Tableau des Sous-Détails des prix .....</b>	<b>lxxix</b>
<b>Annexe 4 : PHOTO RÉEL DU PROJET .....</b>	<b>lxxxix</b>
<b>ANNEXE 5 : Tableau des valeurs de <math>\mu_{lu}</math> pour <math>\theta = 1</math>.....</b>	<b>xc</b>

# CONCEPTION ET ÉTUDES D'UN BÂTIMENT À USAGE D'UN RÉFECTOIRE ET DE DORTOIR CAS « CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNEL » SIS À VOHITSARA

Nom : RAZAFINDRAFAHASOAVANA

Prénom : IALY Elisé

Adresse : CEG Ambodisaina, carreau II, Toamasina II

Contact : 038 89 033 93

E-mail : [fahasoavanalis500@gmail.com](mailto:fahasoavanalis500@gmail.com)

Nombre de pages : 74

Nombre de tableaux : 18

Nombres de figures : 18



## RÉSUMÉ

Le centre de Formation Professionnelle ne dispose pas d'hébergement pour les élèves venant de loin, ce qui limite leur accès à une éducation de qualité. La réalisation de ce bâtiment à usage mixte était donc impérative, car il a répondu à un besoin critique au sein du centre, comblant ainsi une lacune majeure dans l'accès à l'éducation.

Ce mémoire explore la réalisation d'un projet ambitieux, motivé par la quête de l'innovation éducative. Avec un budget de **CENT TRENTE-DEUX MILLIONS SIX CENT QUATRE-VINGT-TROIS MILLE NEUF CENT QUARANTE-TROIS VIRGULE SOIXANTE-HUIT ARIARY (132 683 943,68 Ar)**, ce projet incarne la fusion entre l'éducation et l'entreprise.

La conséquence majeure de ce projet est l'émergence d'une symbiose, où l'éducation s'enrichit des opportunités entrepreneuriales, tandis que l'entreprise investit dans la croissance éducative.

**Mots-clés :** Béton, armature, section, dimensionnement

**Encadreur Pédagogique :** Monsieur RANDRIANALISON Harivola Soa Mamy

**Encadreur Professionnel :** Monsieur Andry Saturnin Ruckie

**Année Universitaire :** 2022-2023

**Promotion :**