

UNIVERSITE LIBRE DES PAYS DES GRANDS LACS

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

APPLIQUEES

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL



BP. 368 GOMA

www.ulpgl.net

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT
D'UN CENTRE DES MALNUTRIS A GOMA**

Par : AKILI BASHIZI Christian

Travail présenté et soutenu en vue de l'obtention du
Diplôme de Licence en Sciences de l'ingénieur

Option : Génie Civil

Directeur : Dr. Ir. Ally ALINABIWE

Encadreur : Ir CIRHUZA BADESIRE Paterne

ANNEE ACADEMIQUE 2023-2024

Epigraphe

« Je vous montrerai à qui est semblable tout homme qui vient à moi, entend mes paroles, et les met en pratique. Il est semblable à un homme qui, bâtissant une maison, a creusé, creusé profondément, et a posé le fondement sur le roc. Une inondation est venue, et le torrent s'est jeté contre cette maison, sans pouvoir l'ébranler, parce qu'elle était bien bâtie. »

Luc 6.47-48

Dédicace

A mes parents Jean BASHIZI et Mapendo BUSANE.

AKILI BASHIZI Christian

Remerciements

Nos remerciements vont d'abord à Dieu, qui par sa grâce nous a permis d'être où nous en sommes aujourd'hui.

Nous exprimons notre sincère remerciement à toutes personnes qui, de près ou de loin, par leurs actes ou leurs conseils, ont contribué à la réalisation de ce projet.

En particulier nous tenons à exprimer notre gratitude :

- A l'ingénieur Dr Ally ALINABIWE, directeur de ce travail pour sa disponibilité, ses conseils et ses orientations ;
- A l'ingénieur Paterné BADESIRE, notre encadreur, pour son suivi et son implication dans la réussite de ce travail ;
- A la faculté des sciences de l'ingénieur pour la formation reçue tout au long de ces années ;
- A nos parents Jean BASHIZI et Mapendo BUSANE qui ont toujours été là pour nous et nous ont soutenu depuis le début dans tout ;
- A nos chères frères et sœurs Jospin, Joyeuse, André et Dorcas pour leur soutien et leurs encouragements ;
- Nous ne manquerons pas aussi de remercier nos différents collègues qui ont contribué à l'achèvement de ce travail par leurs apports scientifiques quels qu'ils soient.

AKILI BASHIZI Christian

Résumé

Dans le contexte critique de lutte contre la malnutrition, ce mémoire se concentre sur la conception et le dimensionnement d'un centre de prise en charge des malnutris à Goma, L'objectif principal est de proposer une infrastructure en béton armé, conçue selon les normes du BAEL 91 modifié 99. La problématique adressée est le manque d'infrastructures adéquates pour traiter la malnutrition à Goma, une ville où les besoins sont importants. Ce projet vise à combler cette lacune en proposant une solution structurelle viable et adaptés aux spécificités locales. La méthodologie adoptée combine une revue de littérature approfondie sur les centres de traitement de la malnutrition avec une étude de conception et dimensionnement structurel détaillée. Les données relatives aux critères de conception ont été issues de la 10^{ème} édition d'Ernest Neufert. Le logiciel Robot Structural Analysis a été utiliser pour modéliser et analyser la structure. Une approche pragmatique a été privilégiée, en dimensionnant les éléments clés (poteaux, dalles, poutres, escaliers et semelles). Plus précisément, le dimensionnement des poteaux a été en considérant le poteau le plus chargé au RDC (supportant une charge de 2183,23KN) et celui le plus chargé à l'étage (1259,50KN), les dimensions résultantes étant ensuite généralisées aux autres poteaux de chaque niveau. De même la dalle a été dimensionnée en considérant le plus grand panneau, la poutre la plus sollicitée a été retenue, et la semelle supportant une charge maximale (2217,90KN) a servi de base pour le dimensionnement des fondations. L'escalier a été dimensionné en considérant une volée et un palier ; un métré quantitatif détaillée a permis l'évaluation du coût de la main d'œuvre nécessaire pour la construction de notre structure. En fin un planning d'exécution sous forme de diagramme de Gantt a été élaboré, tenant compte des différentes étapes pour la construction du centre.

Mots- clés : *Malnutrition, Centre de prise en charge, Béton Armé, BAEL, Robot Structural Analysis, Dimensionnement.*

Abstract

In the critical context of fighting malnutrition, this thesis focuses on the design and dimensioning of a care center of malnourished individuals in Goma. The main goal of is to propose a reinforced concrete structure designed according to BAEL 91 standards. The problem addressed in the lack of proper facilities to treat malnutrition in Goma, a city with significant needs. The project aims to fill this gap by offering a structural solution that is adapted to local conditions. The methodology used combines a thorough literature review of malnutrition treatment centers with a detailed structural design and dimensioning study. Data about design criteria came from the 10th edition of Ernest Neufert's guide. Robot Structural Analysis software was used to model and analyze the structures. A practical approach was chosen dimensioning key elements (columns, slabs, beams, stairs, and footings). Specifically, column dimensioning considered the most heavily loaded column on the ground floor (supporting a load of 2183,23 KN) and the most heavily loaded column on the upper floor (1259,50 KN). The resulting dimensions were then applied to other columns on each level. Similarly, the slab was dimensioned based on the larges panel, the most stressed beam was selected, and the footing supporting the maximum load (2217,90KN) was used as the basis for the foundation dimensioning. The staircase was dimensioned considering one flight of stairs and a landing, a detailed quantity survey allowed for the evaluation of labor costs required for the construction of our structure. To finish, we created a Gantt chart timeline schedule, which includes all the construction steps for the center.

Keywords: Malnutrition, Care Center, Reinforced Concrete, BAEL, Robot Structural Analysis, Dimensioning.

SOMMAIRE

Epigraphe.....	i
Dédicace	ii
Remerciements	iii
Résumé	iv
SOMMAIRE	vi
Liste des abréviations et symboles	ix
Liste des tableaux	xi
Liste des figures.....	xii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
0.1 Contexte.....	1
0.2 Identification et formulation du problème.....	2
0.3 Questions de recherche	2
0.4 Formulation des hypothèses	3
0.5 Justification du choix du sujet et motivations	3
0.6 Énoncé des objectifs de recherche.....	3
0.6.1 L’objectif général	3
0.6.2 Les objectifs spécifiques	4
0.7 Méthodologie et délimitation du travail	4
0.8 Subdivision du travail.....	4
Chapitre 1 : REVUE DE LA LITTERATURE.....	6
1.1 Conception d’un hôpital	6

1.2	Dimensionnement d'une structure en B.A	8
1.2.1	Le béton.....	8
1.2.2	Les armatures	11
1.3	Liaison acier béton.....	12
1.4	Conclusion partielle	13
Chapitre 2 : METHODOLOGIE		14
2.1	La situation géographique du milieu d'étude	14
2.2	Conception architecturale	14
2.2.1	Les principes fonctionnels.....	14
2.2.2	Les principes esthétiques.....	16
2.3	Pré dimensionnement des éléments structuraux (poutres, poteaux, dalles et la fondation) 16	
2.3.1	Pré dimensionnement de la dalle.....	17
2.3.2	Pré dimensionnement d'une poutre.....	18
2.3.3	Pré dimensionnement des poteaux	19
2.3.4	Pré dimensionnement de la fondation	20
2.3.5	Pré dimensionnement de l'escalier.....	23
2.4	Le métré.....	24
2.4.1	Fondation.....	24
2.4.2	Béton ordinaire	24
2.4.3	Corps de fondation	25
2.4.4	Coffrage.....	25
2.4.5	L'élévation	25
2.4.6	Les armatures	25

2.5	Le planning des travaux.....	26
2.6	Présentation du logiciel Robot structural analysis.....	26
2.6.1	Les hypothèses des calculs	27
2.7	Conclusion partielle	30
Chapitre 3 : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS.		31
3.1	Conception architecturale	31
3.1.1	Caractéristiques géométriques de la structure	31
3.2	Résultats du dimensionnement	37
3.2.1	Résultats du pré dimensionnement.....	37
3.2.2	Résultat des calculs dans Robot Structural	42
3.3	Analyse du coût de la main d'œuvre	51
3.4	Planning des travaux.....	52
3.5	Conclusion Partielle.....	54
CONCLUSION GENERALE		55
BIBLIOGRAPHIE		57
Annexes		I

Liste des abréviations et symboles

B	: Section transversale du poteau,
BA	: Béton Armé,
BAEL	: Béton Armé aux Etats Limites,
Cm	:Centimètre
DTR	: Documents Techniques Réglementaire,
ELU	:Etat Limite Ultime
ELS	:Etat Limite de Service
G	:Charge Permanente
I	: Moment d'inertie,
i	: Rayon de giration,
KN	:Kilo newton
L_f	: Longueur de Flambement,
L_0	: Longueur libre du poteau,
MPA	:MégasPascal
m	:Mètre
N_{serv}	:Charge de Services
Nu	: L'effort ultime apporter par l'ouvrage,
Q	:Charge d'exploitation
q	: La contrainte ou la capacité portante du sol,
RPA	: Règles Parasismiques Algériennes,

RDC : Rez De Chaussée

ULPGL : Université Libre des Pays des Grands Lacs,

α : Coefficient de portance de la dalle,

λ : élancement mécanique d'un poteau comprimé,

ρ : Poids volumique

Liste des tableaux

<i>Tableau 1-1 : Distribution des matériaux composants 1 m³ de béton</i>	10
<i>Tableau 1-2 : Caractéristiques mécaniques des armatures</i>	11
<i>Tableau 2-1 Charge permanente sur un panneau de dalle</i>	21
<i>Tableau 2-2 Nature du sol et capacité portante</i>	22
<i>Tableau 3-1 :Caractéristiques géométriques de la structure</i>	31
<i>Tableau 3-2 :Sollicitations en ELU dans les travées</i>	43
<i>Tableau 3-3 : Sections d'aciers théoriques</i>	44
<i>Tableau 3-4 : Flèches dans chaque travées</i>	45
<i>Tableau 3-5 : Elancements de poteaux</i>	48
<i>Tableau 3-6 Armatures poteaux</i>	49
<i>Tableau 3-7 : Armatures de l'escalier</i>	50
<i>Tableau 3-8 : Cout de la main d'oeuvre</i>	51
<i>Tableau 3-9 : Les étapes de construction</i>	52
<i>Tableau 0-1 : Dévis rez de chaussée</i>	XIV
<i>Tableau 0-2 : Dévis étage 1</i>	XVII
<i>Tableau 0-3 : Dévis étage 2</i>	XIX

Liste des figures

<i>Figure 1-1 : Dimension de l'éprouvette</i>	9
<i>Figure 1-2 : Une éprouvette dans une presse</i>	10
<i>Figure 1-3 : Diagramme de contraintes-déformations de l'acier</i>	12
<i>Figure 2-1 : Représentation d'un panneau</i>	17
<i>Figure 2-2 : Poutre de dimension $h * b$</i>	18
<i>Figure 2-3 : Surface affectée à un poteau</i>	20
<i>Figure 2-4 Partie d'un escalier</i>	23
<i>Figure 3-1 : Rez de chaussée</i>	33
<i>Figure 3-3 : Etage 2</i>	35
<i>Figure 3-4 : Plan de masse</i>	36
<i>Figure 3-5 : Structure en élévation</i>	42
<i>Figure 3-8 : Diagramme des flèches dans la poutre</i>	46
<i>Figure 3-9 : Vue 3D de poutre</i>	46
<i>Figure 3-10 : Poteau le plus chargé de la RDC en élévation</i>	47
<i>Figure 3-11 : Poteau le plus chargé du 1^{er} étage en élévation</i>	48
<i>Figure 3-12 : Vue 3D Semelle</i>	50
<i>Figure 3-13 : Diagramme de Gantt</i>	53

INTRODUCTION GENERALE

0.1 Contexte

La conception et le dimensionnement d'un centre des malnutris représente un enjeu crucial pour la prévention et le traitement de la malnutrition dans la ville de Goma, et plus largement, en République de Démocratie du Congo. Un centre de malnutrition, également désigné comme centre de réhabilitation nutritionnelle, est une structure de soins spécialisée dans la prise en charge des personnes atteintes de malnutrition, en particulier les enfants [1].

La République Démocratique du Congo figure parmi les 15 pays les plus touchés par la malnutrition à l'échelle mondiale avec une estimation de 3,3 millions d'enfants souffrant de malnutrition aigüe sévère. A Goma, certains hôpitaux offrent des soins tant soit peu adéquats aux enfants malnutris il s'agit de l'hôpital MUUNGANO, l'hôpital KYESHERO, l'hôpital LA CHARITE MATERNELLE et quelques autres hôpitaux.

La sécurité structurale du bâtiment sera rigoureusement étudiée, en conformité avec les normes de construction en vigueur, notamment le règlement BAEL 91 modifié 99, et en considérant les différentes charges qui s'appliquent à la structure : charges permanentes (poids propre des matériaux, etc.) et charges d'exploitation (occupants, équipements, etc.) ; ce faisant, le dimensionnement des éléments structuraux clés tels que les poutres, la dalle, les poteaux, les fondations (semelles) et escalier sera effectué de manière à garantir la stabilité et la durabilité de l'ouvrage.

La conception et le dimensionnement d'un centre des malnutris est une tâche très importante quant au traitement et la prévention de la malnutrition dans la ville de Goma. Un centre de malnutrition, aussi appelé centre de réhabilitation nutritionnelle, est un lieu spécialisé dans la prise en charge des personnes souffrant de la malnutrition, principalement chez les enfants. LA RD Congo l'un de 15

pays les plus touchés par la malnutrition dans le monde avec une estimation de 3.3 millions d'enfants souffrant d'une malnutrition sévère sur l'étendue du territoire nationale, à Goma certains hôpitaux offrent des soins tant soit peu adéquats aux enfants malnutris il s'agit de l'hôpital MUUNGANO, l'hôpital KYESHERO, l'hôpital LA CHARITE MATERNELLE et quelques autres hôpitaux. Les enjeux liés à la sécurité structurale seront considérés en tenant en compte les normes de construction en vigueur, BAEL 91mod 99 et les différentes charges appliquées à notre bâtiment, les charges permanentes et les charges d'exploitations pour notre cas, pour les dimensionnements des différents éléments structuraux notamment les poutres, la dalle, les poteaux, la semelle et l'escalier.

0.2 Identification et formulation du problème

La ville de Goma est confrontée à une crise de malnutrition infantile exacerbée par un manque criant des structures adéquates pour une prise en charge efficace. L'absence d'un centre spécifiquement dédiée au traitement de la malnutrition conduisant ainsi à une saturation des services de santé existants compromettant la qualité des soins prodigués. De plus, les infrastructures actuelles se révèlent insuffisantes pour accueillir un nombre croissant d'enfants malnutris. En fin un environnement non adapté marqué par un manque d'aménagements spécifiques pour les enfants. C'est dans ce cas que nous avons jugé qu'il était indispensable pour la ville d'avoir en son sein un centre de malnutrition moderne, sûr et adapté aux traitements de enfants malnutris.

0.3 Questions de recherche

Pour mener à terme ce travail et trouver une solution au problème que nous venons de soulever, différentes questions se posent :

- Comment optimiser les espaces tout en assurant une bonne circulation au sein du centre ?
- Comment assurer la stabilité et la sécurité structurale de ce centre ?
- A combien s'élève le coût de la main d'œuvre ?

0.4 Formulation des hypothèses

A partir des questions des recherches posées, pour notre travail nous allons considérer différentes hypothèses notamment :

- Les règles de conception concernant les bâtiments hospitaliers, énumérées dans la 10^{ème} édition de "Eléments de projet de construction" d'Ernest Neufert et le protocole pour la prise en charge de la malnutrition aiguë [2], pourraient nous guider dans la conception architecturale.
- Le dimensionnement de la structure du centre par les règlements du BAEL 91 mod serait un moyen efficace pour assurer la stabilité et la sécurité structurelle du centre.
- L'évaluation du métré de l'ouvrage permettrait d'estimer à combien pourrait s'élever le coût de la main d'œuvre.

0.5 Justification du choix du sujet et motivations

La ville de Goma connaît une augmentation des malades souffrants des maladies causées par la malnutrition et une manque d'attention quant au traitement et la prise en charge de ces malades est observées ; médecins, nutritionniste, architectes, ingénieurs chacun de ces corps disciplinaire devrait porter une attention sur la prise en charge des mal nourris ; c'est dans ce cadre que nous nous sommes fixés de faire la conception et le dimensionnement d'un centre des malnutris dans la ville de Goma[1].

0.6 Énoncé des objectifs de recherche

0.6.1 L'objectif général

L'objectif principal de ce travail de recherche est de réaliser la conception et le dimensionnement d'un centre des malnutris dans la ville Goma, dans le respect de l'art de l'architecture moderne et des règles préétablies pour le dimensionnement.

0.6.2 Les objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques qui pourront nous permettre d'atteindre le but ultime de ce travail de recherche sont :

- Concevoir le centre en tenant compte des besoins identifiés, les normes de Neufert et des protocoles de gestion de la malnutrition.
- Réaliser le dimensionnement structural des différents éléments constitutifs du bâtiment.
- Evaluation du coût de la main d'œuvre.

0.7 Méthodologie et délimitation du travail

Au cours de ce travail, nous avons procédé comme-suit :

- Réalisation du plan architectural à l'aide des normes de conception référencées dans le Neufert et le protocole pour la prise en charge de la malnutrition aiguë, en tenant compte de la logique de fonctionnement d'un hôpital moderne.
- Calculs et dimensionnement des éléments structuraux selon les normes BAEL 91 et du RPA 99 2003, à l'aide du logiciel Robot Structural Analysis.
- Calcul du coût basé sur les quantités issues des plans et des prix unitaires du marché local, selon la méthode de métré et d'estimation des travaux.

Le présent travail se limite à la conception architecturale d'un centre des malnutris, au dimensionnement de ses éléments structuraux en respectant la norme BAEL 91 R 99. L'aspect lié à l'étude géotechnique du sol et l'analyse dynamique de la structure ne seront pas traité dans ce présent travail.

0.8 Subdivision du travail

Notre travail est subdivisé en trois chapitres hormis l'introduction et la conclusion :

- Le premier chapitre, La revue de la littérature ou expositions des travaux antérieurs ; ce chapitre sera consacré à la synthétisation des connaissances existantes sur la conception et le dimensionnement d'un centre des malnutris.
- Le deuxième chapitre, consacré à la méthodologie ; ce chapitre expliquera comment la recherche a été menée, il décrira les étapes suivies pour collecter et analyser les données.
- Le troisième chapitre, consacré à la présentation et à l'interprétation des résultats issus de la conception et du dimensionnement.

Chapitre 1: REVUE DE LA LITTERATURE

L'objectif principal de cette revue de littérature est de synthétiser les connaissances existantes sur la conception hospitalière et le dimensionnement des structures en B.A.

La revue de littérature sera structurée en deux sections, la première abordant sur un aspect spécifique de la conception d'un hôpital et la deuxième du dimensionnement des structures en B.A. Nous analyserons les tendances en matière de planification spatiale.

Enfin, nous concluons en soulignant les principaux enseignements tirés de la revue de littérature et identifiant les axes de recherches futurs qui pourraient contribuer à l'amélioration de la conception et du dimensionnement des hôpitaux.

1.1 Conception d'un hôpital

La conception : est un processus de planification de construction des bâtiments et d'autres structures, elle implique la création des plans, de dessins et des modèles pour guider la construction [3].

Dans le travail de Mr BERRAZEG et Mlle OUDJEDI DAMEREDJI [4] on affirme que L'hôpital est un bâtiment très spécialisé dans son organisation comme dans sa structure ; la connaissance de l'organisation hospitalière c'est-à-dire le corps médical hospitalier, son administration et les services annexes sont essentiels à l'élaboration de tout projet hospitalier. Les équipements ont la plupart du temps, une lourde incidence sur le bâtiment, mais cependant seront obsolètes dans les cinq années avenir.

Gustave Nicolas Fischer et Virginie Dodeler évoquent dans leur ouvrage, psychologie de la santé et environnement [5], cinq mesures liées à la santé et au stress dans le bâtiment hospitalier : le niveau de stimulation, la cohérence, l'affordance, le contrôle et les qualités reconstituantes de l'espace.

- Le niveau de stimulation : il s'agit de la quantité d'information disponible pour le patient. Elle doit être ni trop faible (sentiment d'ennui) ni trop élevée. On peut jouer sur le niveau de stimulation par intermédiaire de l'intensité sonore et lumineuse, d'odeurs inhabituelles, de couleurs vives ;
- La cohérence : il s'agit de la lisibilité de l'espace ;
- L'affordance : cela renvoie à la possibilité de comprendre intuitivement comment utiliser un espace ;
- Le contrôle : il se définit par la capacité du patient à modifier son environnement physique et à le moduler ;
- Les qualités reconstituantes de l'espace : c'est le potentiel thérapeutique du bâtiment, celui-ci va directement produire des sources atténuant le stress.

Dans le travail de Mme Asma BENMANSOUR et Mlle Wassila BASSAID [6] , dans ce travail il est proposé les conditions que doit remplir un établissement sanitaire :

- Il doit être fonctionnel ;
- Il doit être accueillant ;
- Il doit rester humain (les usagers et les fonctionnels attendent également de l'établissement de pouvoir continuer à y mener une vie sociale ;
- Il doit respecter l'environnement ;
- Il doit s'adapter à des nouveaux modes d'organisation.

L'architecte pierre Ribollet [8] s'appuie sur les besoins sociaux pour avancer dans son projet du grand hôpital pédiatrique Robert Debré, note : « Que les enfants entrent là comme dans un lieu Familier, un lieu dont ils aient l'habitude », il conclut :

« Il faudrait entrer dans l'hôpital comme on passe dans une rue, une galerie où il y a beaucoup des choses à regarder, où l'on peut aller et venir sans obligation, courir et rêver. » Ce potentiel n'a été exploité que tardivement dans les études concernant les effets de lieux sur l'homme.

Dans le rapport : Offre de soins en milieu urbain de GOMA de ULB-COOPERATION [8], il y ait établi une ratio pour le nombre d'habitants par un lit d'hôpital. Le ratio est de 181 habitants par un lit hospitalier 326 habitants par lit hospitalier métallique.

1.2 Dimensionnement d'une structure en B.A

Le dimensionnement d'une structure est le processus de détermination des dimensions et des propriétés des éléments structurels (tels que les poutres, les colonnes, les dalles, les fondations...) pour qu'ils puissent supporter en toute sécurité les charges auxquelles ils seront soumis [9].

Notre structure qui est essentiellement en B.A ; le Béton Armé qui est un mélange du béton (qui reprend les efforts de compression) et des aciers (qui reprennent les efforts de traction).

1.2.1 Le béton

la norme européenne AFNOR [10] définit le béton comme étant un matériau composite qui est obtenu en mélangeant plusieurs matériaux : les granulats, le ciment, l'eau et éventuellement les adjuvants.

De ce qui est comme caractéristiques (propriétés du béton) du béton elles distinguent les propriétés du béton à l'état frais et à l'état durci néanmoins il se caractérise essentiellement par sa résistance à la compression, sa maniabilité (ouvrabilité), son imperméabilité et sa durabilité.

On distingue plusieurs méthodes de formulation du béton ; la formulation du béton qui est la détermination des différentes proportions des matériaux qui entrent dans une unité de béton ; Ces méthodes sont basées sur des principes physiques qui permettent de prédire la résistance du béton et les autres propriétés du béton [11], les méthodes les plus courantes sont :

- La méthode de Dreux-GORISSE : Méthode empirique qui est basée sur les expériences et les essais, elle est simple à utiliser mais moins précise que les autres ;
- Méthode de Bolomey : C'est une méthode semi-empirique, plus précise que la méthode de Dreux-Gorisse, mais elle est plus complexe ;

- Méthode de BARON-Olivier : elle est basée sur la théorie de la Rhéologie, elle est précise mais aussi complexe ;
- Méthode de CES : est une méthode analytique qui est basée sur la théorie de la mécanique des matériaux, elle est la plus précise mais également la plus complexe.

Parlant de la résistance en compression du béton, on effectue un essai destructif, l'essai normalisé (NFP 18-406, de 1981), après surfaçage de l'éprouvette de 16×32, la figure 1-1 présente les dimensions de cette éprouvette.



Figure 1-1 : Dimension de l'éprouvette

Celle-ci placée entre les plateaux d'une presse à béton et l'effort de compression est progressivement appliquée à une vitesse de $10 \pm 4 \text{ KN}$ par seconde, la figure 1-2 présente une éprouvette dans une presse.



Figure 1-2 : Une éprouvette dans une presse

A titre d'exemple, ci-joint une formulation d'un béton qui a été déterminée par la méthode « Dreux-Gorisse » pour un rapport (eau/ciment de 0.55), une résistance à la compression désirée à 28 jours de 25 MPa et de la dimension maximale des granulats $D = 25$ mm.

L'ouvrabilité désirée était caractérisée par l'affaissement au cône de 10 cm.

Une formulation du béton qui satisfait les caractéristiques désirées a été retenue. Cette composition est rapportée sur le tableau 1-1, où il est indiqué respectivement, les pourcentages en volumes absolus et le poids des matériaux composants un mètre cube de béton.

Tableau 1-1 : Distribution des matériaux composants 1 m³ de béton

Matériaux	Volume (%)	Poids (kg)
Eau	21.1%	211
Ciment	10.1%	325
Sable0/4	23.3%	617
Gravier4/8	24.6%	652
Gravier8/25	20.5%	545

1.2.2 Les armatures

Pour ce qui est des aciers entrant dans le béton armé, la norme européenne NF EN 1992-1-1 [12], définit les armatures comme étant des éléments en acier (le plus souvent des barres d'acier) intégrés dans le béton pour lui conférer une résistance qu'il ne possède pas intrinsèquement, notamment en traction.

Les caractéristiques mécaniques des armatures en Génie Civil sont principalement la limite d'élasticité, résistance à la traction et la rupture à l'allongement selon qu'ils sont à haute adhérence ou en treillis soudés ; le tableau 1-2 donne les caractéristiques mécaniques des différents types d'armature.

Tableau 1-2 : Caractéristiques mécaniques des armatures [13]

Designations	Symboles	Nuance $F_e E$	Limite d'élasticité (MPa)	Résistance à la Traction (MPa)	Allongement de rupture (%)
Barre à haute adhérence	HA	400	400	480	14
	HA	500	500	550	12
Treillis soudés	TS	500	500	550	8

La déformation des armatures dans le béton armé suit la courbe contrainte-déformation de l'acier ; cette courbe est un graphique qui représente la relation entre la contrainte appliquée à un matériau et la déformation qui en résulte. Pour l'acier d'armature, on peut identifier plusieurs phases :

La phase élastique de l'acier correspond au segment de droite OA en traction, dans cette phase la relation entre la contrainte et la déformation est linéaire ; les contraintes sont proportionnelles aux déformations et l'acier retrouve sa forme initiale lorsque la contrainte est enlevée.

La phase plastique quant à elle correspond au segment AB en traction ; la relation entre les contraintes et les déformations n'est plus linéaire. Les déformations continuent à croître même lorsque la contrainte reste constante et l'acier ne retrouve pas sa forme initiale quand la contrainte

est supprimée. La figure 1- présente le diagramme des contraintes en fonction des déformations de l'acier.

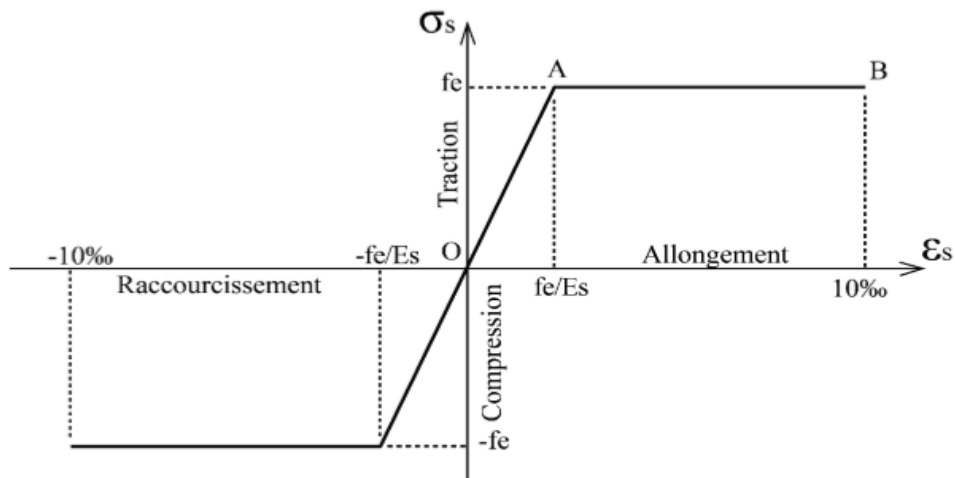


Figure 1-3 : Diagramme de contraintes-déformations de l'acier[13]

1.3 Liaison acier béton

La résistance d'un élément en béton armé et la maîtrise de la fissuration supposent que l'acier ne puisse pas glisser à l'intérieur du béton, c'est-à-dire qu'il y ait adhérence parfaite entre les deux matériaux.

L'adhérence des armatures est fonction de leur forme, de leur surface (les saillies ou les creux améliorent l'adhérence) et de la résistance du béton.

Le fonctionnement du béton armé suppose une « association » entre l'acier et le béton qui met en jeu l'adhérence des armatures au béton. Pour utiliser pleinement des aciers plus performants, il faut donc aussi que leur adhérence soit améliorée.

1.4 Conclusion partielle

En conclusion, cette revue de littérature a permis de mettre en lumière l'importance cruciale d'une approche intégrée dans la conception et le dimensionnement d'un centre à caractère hospitalier moderne et fonctionnel. Le choix du béton armé comme matériau de construction principale, nécessitant une compréhension approfondie sur les principaux éléments qui le constitue notamment le béton et l'acier et la qualité de liaison entre ces éléments.

Chapitre 2: METHODOLOGIE

Ce chapitre a pour objectif de présenter, dans un premier temps la situation géographique du milieu d'étude et les principes architecturaux ayant guidé la conception des plans du bâtiment ; dans un second temps, il s'agit de détailler le modèle de la structure adoptée, les actions à considérer ainsi que les techniques employées pour le pré dimensionnement ; enfin, une attention particulière est portée à la présentation du logiciel de calcul Robot Structural Analysis.

2.1 La situation géographique du milieu d'étude

L'ancienne concession du Complexe scolaire de L'Unité localisée en RD Congo dans la ville de Goma en province du Nord-Kivu au point de coordonnées **-1.655322, 29.210133** fait l'objet de notre milieu d'étude pour notre projet de recherche.

2.2 Conception architecturale

La phase de conception, cruciale dans tout projet de construction car c'est pendant cette phase que les exigences du maître d'ouvrage et les idées du maître d'œuvre se rencontrent pour faire naître le projet. La conception de différents niveaux de notre centre à R+2 sera faite en fonction des besoins et exigences liés au traitement de la malnutrition.

2.2.1 Les principes fonctionnels

En architecture, le fonctionnalisme est un principe selon lequel la forme d'un bâtiment doit être entièrement l'expression de sa destination. L'architecte Louis Sullivan [14] célèbre pour avoir le principe du fonctionnalisme en une phrase : « *La forme suit la fonction.* » Il a résumé ses idées selon lesquelles la taille, la masse, l'apparence et toutes les autres caractéristiques d'un bâtiment doivent provenir entièrement de sa fonction. Cette proposition signifie que si tous les aspects fonctionnels sont respectés, la beauté architecturale en coulera naturellement.

Les différents principes fonctionnels qui nous ont guidés dans l'élaboration des plans sont les suivants :

a) Notions de proportions

La taille des pièces composant un ouvrage doit être proportionnelle à aux usagers et aux meubles ou outils qu'ils vont contenir. C'est une notion importante dans la conception des plans car il permet de bien gérer l'espace disponible selon les besoins des utilisateurs. Ainsi donc, les dimensions en plan et la hauteur des salles d'hospitalisation, salle de jeux, salle à manger et des locaux de stockage dépendent des dimensions des lits, meubles et nombres de patients.

Sur base de cette notion on a pu établir la hauteur générale par niveau de notre bâtiment à 3.5m et les différentes dimensions en plan des autres salles tout en se basant sur les proportions de l'homme et des différents objets et meubles.

Nous allons nous passer de tout illustrer à ce niveau, tout en sachant que la plupart de ces principes sont énumérés dans le livre d'Ernest Neufert [15].

b) Notion du plan de base

L'architecte David Madsen [16] définit un plan de base comme une représentation à l'échelle d'un espace ou d'un bâtiment en vue de dessus, montrant la disposition des murs, de portes, des fenêtres et d'autres éléments architecturaux.

Le plan de base pour les cas de notre centre intègre les normes architecturales spécifiques aux hôpitaux, telles que les dimensions des chambres, les largeurs des couloirs, les normes d'accessibilité, ...

Le plan de base définit la manière dont les différents services de l'hôpital fonctionnent et interagissent, et comment les espaces sont organisés pour faciliter les flux de patients, de personnel et de matériel.

Ainsi donc il est conçu pour créer un environnement de soins sûr, efficace, confortable et durable, qui répond aux besoins des patients, du personnel et de la communauté.

2.2.2 Les principes esthétiques

Le principe esthétique d'un hôpital vise à créer un environnement qui favorise le bien-être, la guérison et le confort de tous les utilisateurs. L'esthétique hospitalière ne se limite pas à l'apparence visuelle mais englobe également l'expérience sensorielle globale, en tenant compte de l'éclairage des couleurs, des textures et même des odeurs [17]. Voici quelques éléments clés du principe esthétique d'un hôpital :

- Conformité et intimité : Les espaces doivent être conçus pour offrir un maximum de confort et d'intimité aux patients, en particulier dans les chambres et les salles d'attente. Cela peut inclure des rideaux occultants, des écrans de confidentialité et des espaces personnels.
- Inspiration et distraction : l'esthétique peut être utilisée pour inspirer et distraire les patients, en intégrant des éléments de design créatifs et des vues sur l'extérieur.

2.3 Pré dimensionnement des éléments structuraux (poutres, poteaux, dalles et la fondation)

Le pré dimensionnement d'une structure en béton armé est une étape cruciale de la conception, qui se situe avant le calcul détaillé. Il consiste à estimer les dimensions des éléments structuraux de manière à garantir la stabilité et la résistance de la structure ; il s'agit d'une première estimation des dimensions, qui sera ensuite vérifiée lors du calcul détaillé.

2.3.1 Pré dimensionnement de la dalle

Une dalle est un élément de construction généralement horizontal de forme rectangulaire, parfois incliné (paillasse d'escalier), dont l'épaisseur h est petite par rapport aux deux autres dimensions. La figure 2-1 représente un panneau de dalle de section $l_x * l_y$

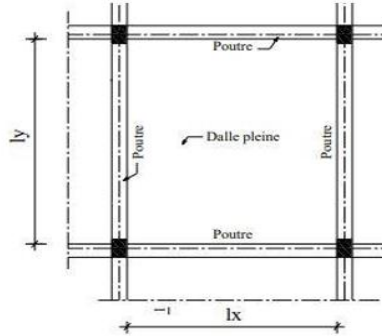


Figure 2-1 : Représentation d'un panneau

On définit un coefficient α comme étant le rapport $\alpha = \frac{l_x}{l_y} \leq 1$, la valeur de α permet de déterminer le comportement de la dalle ; une dalle est considérée portée dans un seul sens lorsque le coefficient $\alpha < 0,4$ dans ce cas, le calcul est assimilé à une poutre de longueur l_y et de hauteur h_0 .

Elle est considérée portée dans les 2 sens lorsque le coefficient α est compris entre 0,4 et 1.

- ❖ **Pour une dalle pleine :** Cas d'une dalle portant suivant une seule direction ($\alpha < 0,4$), l'épaisseur courante est appelée h_0 , les relations (2.1) , (2.2), (2.3) et (2.4) donnent différentes valeurs de h_0 pour chaque types de dalle.

$$h_0 \geq \frac{Lx}{20} \text{ Pour un panneau isolé} \quad (2.1)$$

$$h_0 \geq \frac{Lx}{25} \text{ Pour un panneau continu} \quad (2.2)$$

Cas d'une dalle suivant deux directions ($0,4 < \alpha < 1$)

$$h_0 \geq \frac{Lx}{30} \text{ Pour un panneau isolé} \quad (2.3)$$

$$h_0 \geq \frac{Lx}{40} \text{ Pour un panneau continu} \quad (2.4)$$

❖ **Dalle isostatique** : Une dalle est considérée comme isostatique lorsque les panneaux de dalles adjacents sont articulés sur leur contours, il n'y a donc aucune continuité entre les panneaux et ces derniers sont dimensionnés indépendamment les uns des autres. On admet que dans ce cas le panneau considéré se comporte comme une poutre de longueur L_x et de dimension $100 \times h_0$;

2.3.2 Pré dimensionnement d'une poutre

Une poutre est un élément de structure généralement horizontal dont la longueur (L) est de loin plus supérieure aux deux autres dimensions qui sont la base (b) et la hauteur (h). La figure (2-2) présente une poutre des dimensions h et b , dimensions obtenues au moyen des relations (2.5) et (2.6).

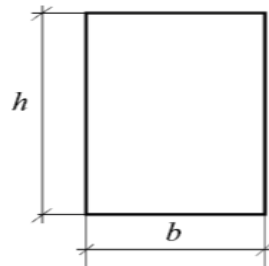


Figure 2-2 :Poutre de dimension $h * b$

- Conditions de portée de BAEL (critère de rigidité) :

$$\begin{cases} \frac{L_{max}}{15} \leq h \leq \frac{L_{max}}{10} \\ 0.3h \leq b \leq 0.4h \end{cases} \quad (2.5)$$

-Vérification aux conditions du RPA 99 :

$$\begin{cases} b \geq 20cm \\ h \geq 30cm \\ \frac{b}{h} \leq 4 \end{cases} \quad (2.6)$$

Avec :

H : hauteur de la poutre principale,

b: largeur de la poutre,

L_{max} : Portée max entre nus d'appui.

2.3.3 Pré dimensionnement des poteaux

Les poteaux sont des éléments verticaux, leur fonction principale est de reprendre les efforts dus aux charges et surcharges ramenées par les poutres et ensuite les transmettre aux fondations ; ils sont pré dimensionner par :

- ✓ Les conditions du RPA 99 : les dimensions transversales des poteaux doivent répondre aux conditions suivantes :
 - $Min (b_1, h_1) \geq 25cm$ en zone 1 et 2, (zone 1 : sismicité faible, zone 2 : sismicité moyenne)
 - $Min (b_1, h_1) \geq 30cm$ en zone 3, (zone 3 : sismicité forte)
 - $Min (b_1, h_1) \geq \frac{h_e}{20}$; avec h_e : hauteur d'étage,
 - $\frac{1}{4} \leq \frac{b_1}{h_1} < 4$
- ✓ Critère de stabilité : condition du non-flambement, pour un poteau l'élancement λ pour une section rectangulaire $b \cdot h$ est vérifié en fonction des paramètres définis par les relations (2.7), (2.8) et (2.9)

$$\lambda = \frac{l_f}{i} \leq 50 \quad (2.7)$$

$$l_f = 0,7l_0 \quad (2.8)$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{B}} \quad (2.9)$$

Avec – λ : élancement mécanique d'un poteau comprimé,

- l_f : longueur de flambement,

- l_0 : longueur libre du poteau,

- i : Rayon de giration,

- I : Moment d'inertie,

- B : Section transversale du poteau .

Pour un bâtiment à étage, Article B.1.3.1 la longueur l_0 est comptée :

- Entre les faces supérieures de deux planchers consécutifs dans le cas d'un poteau d'étage courant,
 - Entre la face supérieure du premier plancher et la jonction avec la fondation dans le cas du premier niveau.
- ✓ Critère de résistance : la descente des charges.

La figure 2-3 représente un poteau centré sur sa surface d'influence de section $l_x \times l_y$.

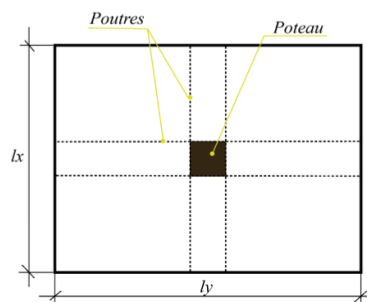


Figure 2-3 : Surface afferente à un poteau

2.3.4 Pré dimensionnement de la fondation

Un ouvrage quelle que soit sa forme et sa destination prend toujours appui sur un sol d'assise les éléments qui jouent le rôle d'interface entre l'ouvrage et le sol s'appellent 'fondations'. Le rôle principal d'une fondation est d'assurer la transmission des charges appliquées sur l'ouvrage au sol.

Le pré dimensionnement de la fondation fournit une estimation des dimensions des fondations, assurant ainsi une répartition adéquate des charges sur le sol. Lors de calcul de la fondation il ne s'agit pas de calculer la charge globale que reprend l'ouvrage mais la charge reprise par chaque fondation, la charge reprise par une fondation. Nous allons faire une descente des charges pour

déterminer la charge que reprend chaque fondation tout en considérant comme référence le poteau le plus chargé de notre structure.

Les charges qui seront appliquées à notre bâtiment R+2, sont de différentes natures et sollicitent ainsi la structure de différente manière.

Pour ce travail on ne pourra considérer que deux types de charges dont les charges permanentes et les charges d'exploitation.

- Les charges permanentes (G) qui proviennent du poids propre de la structure, et du poids des revêtements. Ils dépendent donc des dimensions des éléments de la structure mais aussi de la masse volumique des matériaux utilisées.
- Les charges d'exploitations (Q) sont constituées par le poids des équipements et des utilisateurs. Pour notre ouvrage, il s'agit d'un bâtiment à usage hospitalier, la norme prévoit une charge de 5KN/m^2 . Notre plus grand panneau a une surface $S= 32.4\text{m}^2$ et a comme grandeur $l_x = 5.4\text{m}$ et $l_y = 6\text{m}$. Les longueurs des poutres sont $l_{px} = 12\text{m}$ et $l_{py} = 11.80\text{m}$.

Le tableau 2-1 reprend l'évaluation des charges permanentes agissant sur un panneau de dalle.

Tableau 2-1 Charge permanente sur un panneau de dalle

Matériaux	Epaisseur (cm)	Densité (kN/m ³)	Poids (kN/m ²)
Béton	15	25	3.75
Mortier de pose	2	21	0.42
Carrelage	1	22	0.22
<i>Gdalle</i>			4.39

La charge du mur sur une longueur de 1m, pour le cas de nos parpaings de 15*20*40 vaut :

Charge totale= *charge due aux parpaings* + *charge due au mortier*

Charge due aux parpaings= $\rho_p \times \text{ép du parpaing} \times h \text{ du mur}$

La surface de la semelle doit être suffisante pour répartir sur le sol, les charges apportées par les porteurs verticaux.

Répartir une force sur une surface c'est exercer une pression, la formule (2.10) met en relation la pression en fonction de la force et de la surface.

$$\mathbf{Pression (Pa) = \frac{force(N)}{Surface(m^2)}} \quad (2.10)$$

La capacité portante du sol doit être supérieure à la pression exercée par les fondations. Le tableau 2-2 présente la capacité portante du sol selon la nature du sol.

Tableau 2-2 Nature du sol et capacité portante [18]

Nature du sol	Capacité portante du sol en MPa
Argile, limons	0,15 à 0,30
Alluvions anciennes, graviers	0,60 à 0,90
craie	0,90 à 1,00
Calcaire grossier, roches	1,80 à 4,5

La surface minimale S d'une semelle est donnée par la formule (2.11) :

$$\mathbf{S(mm^2) \geq \frac{Nserv\ en\ (N)}{q\ en\ (MPa)}} \quad (2.11)$$

Nu représente l'effort ultime apporter par l'ouvrage,

q représente la contrainte ou la capacité portante du sol.

La hauteur h de la semelle se détermine au moyen de la relation de rigidité (2.12).

$$\mathbf{\frac{B_x - A_x}{4} + 5cm \leq h} \quad (2.12)$$

2.3.5 Pré dimensionnement de l'escalier

Un escalier est une construction architecturale constituée d'une succession de marches permettant de relier deux niveaux différents d'un bâtiment ou d'une structure. Il facilite le déplacement vertical des personnes et, parfois, des biens. La figure (2-4) montre les différentes parties d'un escalier.

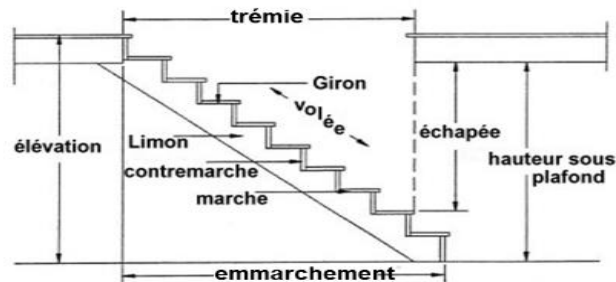


Figure 2-4 Partie d'un escalier

- h : hauteur de la marche qui varie entre 0.15m à 0.18m
- G : (giron) largeur de la contre marche variant entre 0.26m à 0.36m
- α : inclinaison de la volée, elle est déterminée au moyen de la relation (2.13)

$$\alpha = \arctg\left(\frac{h}{g}\right) \quad (2.13)$$

- H : hauteur de la volée, égale à la hauteur libre sous plafond + épaisseur du plancher fini.
- L : longueur projetée de la volée.
- E : épaisseur de la dalle (paillasse et palier)

Les différentes dimensions géométriques de l'escalier sont obtenus grâce à la formule (2.14) dit la formule de BLONDEL :

$$60 \leq g + 2h \leq 64cm \quad (2.14)$$

L'épaisseur E (épaisseur de la dalle) est trouvée au moyen de la formule (2.15).

$$E = 0.018 \times l \times \sqrt[3]{\rho \times e + Q} \quad (2.15)$$

ρ = Poids volumique du béton armé

Q = Charge d'exploitation de l'acier

L= longueur projetée

$$L_{\text{projetée}} = \text{profondeur marche} \times \text{Nbre de marches} \quad (2.16)$$

H= $h \times n$: la hauteur totale est égale à la hauteur de la marche multipliée par le nombre de contre marches

Longueur de la ligne de foulée (LF) : la distance diagonale entre le nez d'une marche et le nez de la marche suivante, elle présente la distance que votre pied parcourt lorsqu'il monte une marche, elle est déterminée au moyen de la formule (2.17).

$$LF = \sqrt{h^2 + p^2} \quad (2.17)$$

Avec p : la profondeur de la marche (elle représente la longueur de votre pas sur la marche).

2.4 Le métré

Le métré est l'ensemble des opérations qui permettent de calculer les dimensions d'une construction et en déduire le coût global en utilisant correctement le prix unitaire [19].

2.4.1 Fondation

Les calculs de volume de fondation sont faciles à évaluer car elles affectent toujours presque la même forme de parallélépipède droit. Il suffit de multiplier la surface (section horizontale ou verticale) par la profondeur ou la largeur.

2.4.2 Béton ordinaire

Le métré du béton s'évalue par m³

- Quantité de sable : m³ x 0,4
- Quantité de gravier : m³ x 0,8
- Quantité de ciment : m³ x dosage

2.4.3 Corps de fondation

Elle s'évalue au m³ aussi :

- Quantité de sable : $V/3$
- Quantité de ciment : $(V/3) \times \text{dosage}$
- Quantité de moellon : En principe la quantité de moellon est égale au m³ calculer mais compte tenu que les moellons seront commander en vrac la quantité de moellon sera donné par la relation suivante **m³ x k avec K = 1,3 (K = 1,1 ou K = 1,2 cas exceptionnelle)**.

2.4.4 Coffrage

Nombre de planches = Surface à coffrer / Surface d'une planche ; avec Surface à coffrer = périmètre à coffrer * hauteur à coffrer.

La quantité de clous est obtenue par la procédure suivante : Clous = 0.15Kg par m² à coffrer.

2.4.5 L'élévation

L'avant métré de l'élévation de se comme pour la fondation, mais alors ici on doit tenir compte des ouvertures (porte, fenêtre, troue d'aération, baies) et des éléments en béton (poutres, et colonnes).

- Pour le vide à déduire leur surface doit être > à 0,5 m²
- Le vide formant des joints (joints sismique, de séparation, d'isolation, etc...) entre mur de même nature et ne dépassant pas 10 cm ne sont pas déduits.

2.4.6 Les armatures

Le métré des armatures se fait en tenant compte de la longueur utile, la longueur de recouvrement, la longueur de scellement et des crochés. Pour le cas de ce travail les quantités d'aciers obtenues après analyse des différents éléments de la structure permettrons d'estimer le coût de la main d'œuvre en généralisant les quantités obtenues sur tous les éléments structuraux correspondants

Pour le métré des fils de recuits, en pratique d'une manière forfaitaire on suppose que 60 ligatures correspondent à 1Kg de fil à ligaturer.

De fois en pratique, on additionne le nombre de barres longitudinales et le nombre de barres transversales qu'on divise par 5 pour une estimation aussi approximative de cette quantité de fils recuit ou fil a ligaturé qui sera toujours en kg.

2.5 Le planning des travaux

Le diagramme de GANTT (ou chronogramme) est un outil de gestion de projet de planification de tâches. Il a été introduit en 1910 par Henry Gantt pour assister Taylor dans l'amélioration de l'organisation des ateliers. Son efficacité pour répertorier les activités nécessaires en vue de mener à bien ses projets a été améliorée en 1957, grâce aux contributions de Morgan Walker et James Kelley en intégrant la Méthode dite du « Chemin Critique ». En amont du GANTT on prépare généralement un PERT qui permet de traduire un objectif en tâches. Tracer un diagramme de GANTT consiste à représenter, dans un tableau, les tâches en ordonnée et les unités de temps en abscisse (jours, semaines, mois, années). Sur chaque tâche, une barre horizontale est tracée dont la longueur précise sa durée. Sa position précise sa date de début, et sa date de fin. Les tâches peuvent se succéder ou être en parallèle (on parle de chevauchement). La représentation graphique permet une bonne visualisation de l'ensemble [20]

2.6 Présentation du logiciel Robot structural analysis

Le dimensionnement consiste à effectuer les calculs proprement dits des éléments structuraux enfin de déterminer les sections définitives des éléments et d'aciers qui pourront résister aux différentes actions sollicitant la structure.

Le logiciel Robot est un logiciel CAO/DAO (Calcul Assisté par Ordinateur et Dessin Assisté par Ordinateur) destiné à modéliser et dimensionner les différents types de structures. Robot permet à l'aide de CBS (Concrète Building Structural) inclus de modéliser les structures, les calculer, vérifier les résultats obtenus, et dimensionner les éléments spécifiques de la structure. La dernière

étape gérée par robot est la création de la documentation pour la structure calculée et dimensionnée.

Les caractéristiques principales du logiciel robot sont les suivantes :

- Définition de la structure réalisée en mode entièrement graphique dans l'éditeur conçu à cet effet et la possibilité d'ouvrir aussi un fichier au format DXF et importer la géométrie d'une structure définie dans un autre logiciel de CAO/DAO)
- Possibilité de présentation graphique de la structure étudiée et de représentation à l'écran des différents types des résultats de calcul (efforts internes, déplacements, travail simultané en plusieurs fenêtres ouvertes...);
- Possibilité de calculer (dimensionner) une structure et d'en étudier simultanément une autre (architecture multithread) ;
- Possibilité d'effectuer l'analyse statique et dynamique de la structure ;
- Possibilité d'effectuer les types des barres de la définition du model de la structure et non seulement dans les modules (très utile pour accélérer le dimensionnement) ; Possibilité de comparer librement les impressions (notes de calcul, capture d'écran, composition de l'impression, copie des objets vers d'autres logiciels).

2.6.1 Les hypothèses des calculs

Dans cette partie, les hypothèses de calcul retenues pour le dimensionnement des différents éléments structuraux sont décrites.

a) Les hypothèses de calcul qui ont été utilisés pour le calcul des poteaux

Pour le dimensionnement des poteaux, les hypothèses suivantes ont été considérées :

Calculs suivant	: BAEL 91 mod. 99
Dispositions sismiques	: non
Poteau préfabriqué	: non
Tenue au feu	: forfaitaire

Pré dimensionnement : non
Prise en compte de l'élançement : oui
Compression : simple
Cadres arrêtés : sous plancher
Plus de 50% des charges appliquées : après

b) Les hypothèses de calcul qui ont été utilisés pour le calcul des poutres

Pour le dimensionnement des poutres, les hypothèses suivantes ont été considérées :

Règlement de la combinaison : BAEL 91
Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99
Dispositions sismiques : non
Poutres préfabriquées : non
Enrobage :
- Aciers inférieurs $c = 3,0$ (cm)
- latéral $c1 = 3,0$ (cm)
- supérieur $c2 = 3,0$ (cm)
Tenue au feu : forfaitaire
Coefficient de redistribution des moments sur appui : 0,80
Ancrage du ferrailage inférieur :
- appuis de rive (gauche) : Auto
- appuis de rive (droite) : Auto

- appuis intermédiaires: Auto
(gauche)
- appuis intermédiaires: Auto
(droite)

c) Les hypothèses de calcul qui ont été utilisés pour le calcul des dalles

Pour le dimensionnement des dalles, les hypothèses suivantes ont été considérées :

Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99

Méthode de calcul de la section d'acier : Analytique

Fissuration

- lit supérieur : peu préjudiciable
- lit inférieur : peu préjudiciable

Vérification du poinçonnement : oui

Tenue au feu : 0 h

2.7 Conclusion partielle

En conclusion, la méthodologie présentée, basée sur les règles du BAEL, du RPA et l'utilisation du logiciel Robot Structural Analysis, a permis de définir une démarche rigoureuse et fiable pour la conception et le dimensionnement de notre structure. Les hypothèses ont été présentées et les résultats serviront de base au chapitre suivant.

Chapitre 3: PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans ce chapitre nous allons présenter les résultats de la conception architecturale, ensuite les résultats du pré dimensionnement trouvés grâce aux règlements du BAEL 91 mod 99 et du RPA 99 2003, enfin les résultats du dimensionnement réalisé dans le logiciel Robot Structural Analysis.

3.1 Conception architecturale

La conception des plans des différents niveaux de notre ouvrage pouvant recevoir 124 lits pour un ratio de 181 habitants par lit hospitalier, a été réalisé grâce au logiciel de DAO ArchiCAD 24.

3.1.1 Caractéristiques géométriques de la structure

Les caractéristiques géométriques du bâtiment principal qui sert de centre sont détaillées dans le tableau (3.1).

Tableau 3-1 :Caractéristiques géométriques de la structure

		Caractéristiques géométriques	Dimensions (m)
Bâtiment principal	Dimensions en plan	longueur totale (sens x-x)	41,50
		largeur totale (sens y-y)	29,85
Bâtiment secondaire	Dimensions en plan	longueur totale (sens x-x)	18,20
		largeur totale (sens y-y)	13,20
	Dimensions en élévation	Hauteur d'étage	3,5
		Hauteur totale	10,5

Au vu des grandeurs géométriques de notre bâtiment principal, on a prévu de placer 1 joint de dilatation dans le sens y-y, après 20 mètres.

La Rez de chaussée comprend 2 salles d'hospitalisations, deux bureaux, une salle d'accouchement, une salle de prise de poids, une salle à manger, une salle de chirurgie et un bureau pour la comptabilité.

Le premier étage comprend 13 salles d'hospitalisations pour deux lits, une salle d'attente et d'éducation nutritionnelle, une salle d'hospitalisation commune, deux salles de stockages, un bureau du directeur d'hôpital, un bureau de l'administration de l'hôpital, un local pour les vestiaires et une buanderie.

Le deuxième étage comprend : 13 autres salles d'hospitalisations pour deux lits, un local de stockage, un bureau de ressources humaines, un vestiaire, une pharmacie, une buanderie, une salle d'hospitalisation commune.

Les figures 3-1, 3-2 ,3-3 et 3-4 présentent respectivement le plan de la RDC, du premier étage, du deuxième étage et le plan de masse du bâtiment. Les différentes vues 3D seront présentés en Annexe O.

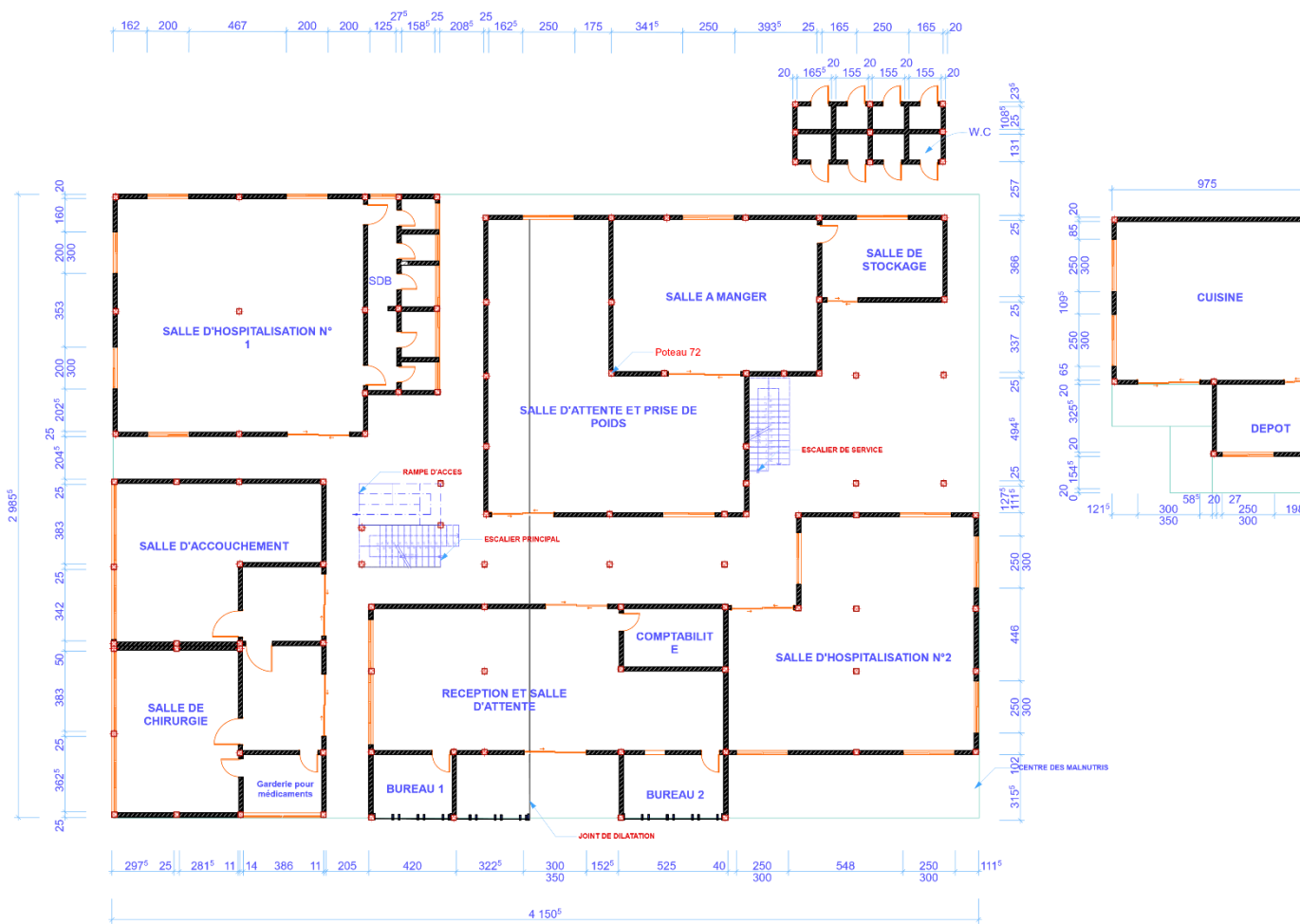


Figure 3-1 : Rez de chaussée



Figure 3-2 : Etage 1

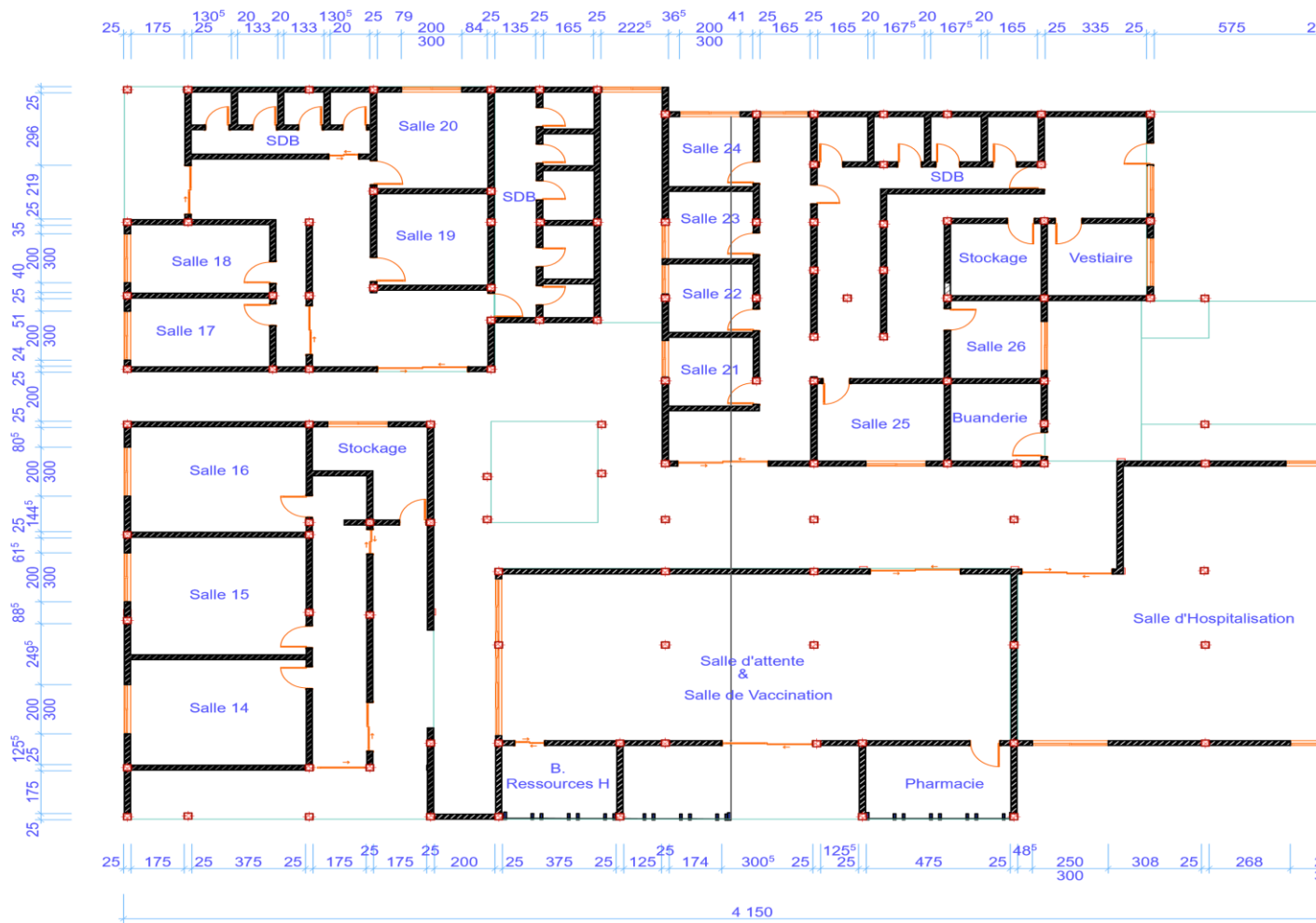


Figure 3-3 : Etage 2

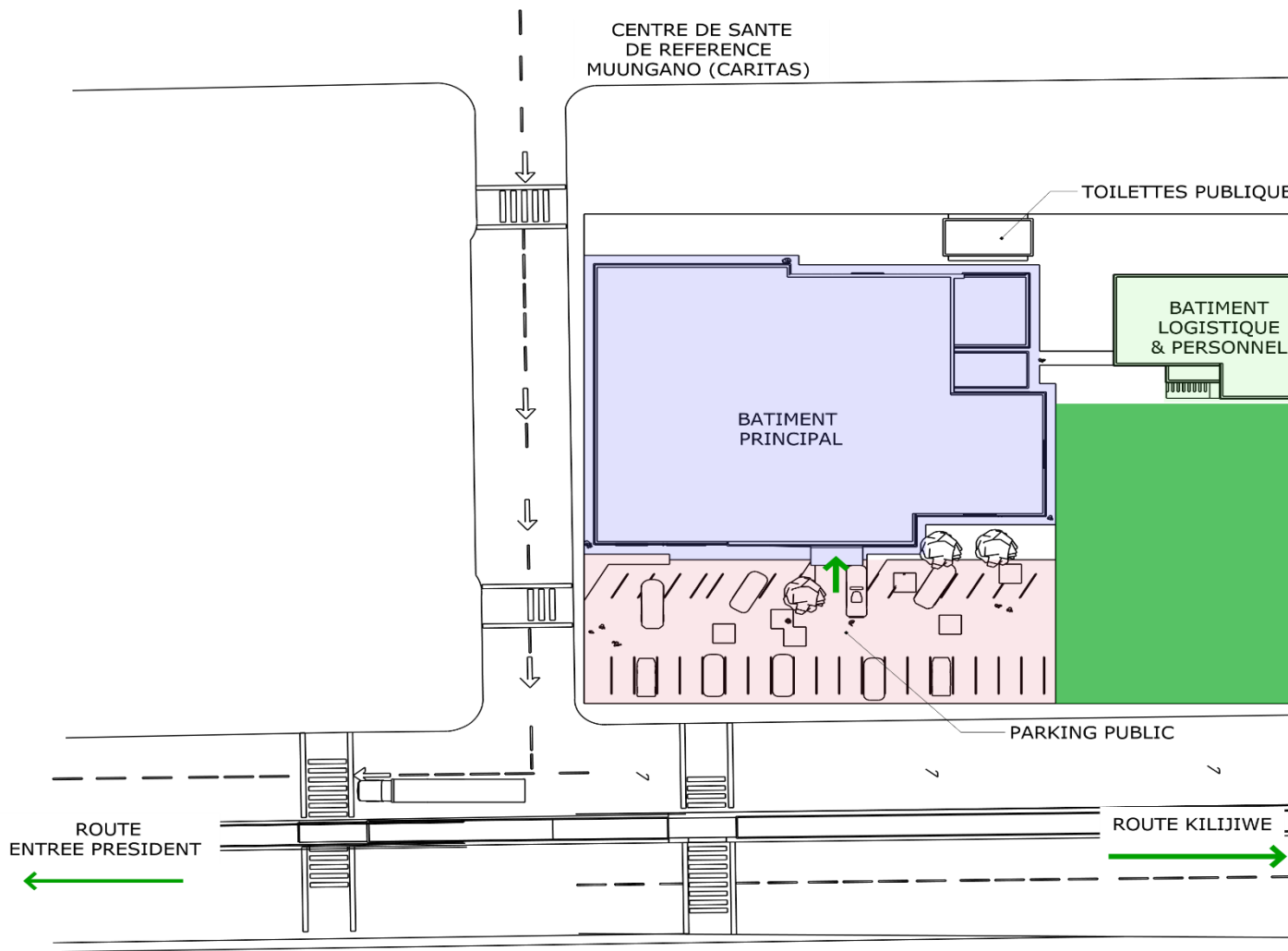


Figure 3-4 : Plan de masse

3.2 Résultats du dimensionnement

3.2.1 Résultats du pré dimensionnement

Les résultats présentés en ce point sont les dimensions des différents éléments de la structure pré dimensionnés.

a) Les planchers

Nous avons choisi le plus grand panneau pour le dimensionnement avec comme dimensions $l_x = 5.4m$ et $l_y = 6m$.

Le coefficient de portance α vaut :

$$\alpha = \frac{5.7}{6} = 0.95$$

On en déduit que notre panneau de la dalle sont bidirectionnels car :

$$0.4 \leq \alpha \leq 1$$

L'épaisseur de la dalle est trouvée par relation (2.4)

$$h_0 \geq \frac{Lx}{30} \Rightarrow h_0 \geq \frac{5.7}{40} = 0.1425m$$

On prend une épaisseur de 15cm pour nos planchers.

b) Les poutres

Pour le pré dimensionnement nous avons considéré la poutre ayant la plus grande portée, pour notre structure la plus grande portée est de 6m. Le pré dimensionnement des poutres est fait selon BAEL 91 modifié 99 et du RPA99, ainsi les dimensions de la section doivent satisfaire aux conditions (2.5) et (2.6) :

$$\left\{ \frac{6}{15} \leq h \leq \frac{6}{10} \Rightarrow 0.4 \leq h \leq 0.6 \right.$$

On prend $h = 0.5m$ soit 50cm

$$\{0.4 \times 0.5 \leq b \leq 0.5 \times 0.5 \Rightarrow 0.15 \leq b \leq 0.25$$

On prend $b = 0.25\text{m}$ soit 25cm

c) Les poteaux

- Les conditions du RPA 99 : Selon ThinkHazard, une application web de couverture mondiale pour mieux appréhender les risques naturels, la Ville de GOMA a une activité sismique modéré ;

D'où on a :- $Min (b, h) \geq 25\text{cm}$

Pour le cas de nos poteaux de section carrée ($b=h$) on va prendre 25cm comme coté.

$$-\frac{1}{4} \leq \frac{b}{h} < 4 \text{ Avec } \frac{b}{h} = 1, \text{ La condition du RPA est vérifiée}$$

- Critère de stabilité selon BAEL : Pour un poteau l'élancement λ d'une section rectangulaire de dimension b et h est vérifiée en fonction des paramètres décrit par les relations (2.7), (2.8) et (2.9) :

$$\lambda = Lf / i \leq 50$$

$$Lf = 0.7l_0$$

Pour le cas de ce travail, la longueur libre (l_0) = 3.5m ;

$$\text{On a } i = \sqrt{\frac{I}{B}} \text{ Avec } I = \frac{bh^3}{12} \text{ on a donc } I = \frac{25 \times 25^3}{12} = 32552.08 \text{ cm}^4$$

$$\text{Alors } i = \sqrt{\frac{32552.08}{625}} = 7.21\text{cm}$$

$$\text{Et } Lf = 0.7 \times 3.5 = 2.45\text{m} = 245\text{cm}$$

$$\text{Ainsi on a } \lambda = \frac{245}{7.21} = 33.98 \leq 50$$

\Rightarrow le flambement n'est pas à craindre

d) Les fondations

Pour déterminer la charge que va supporter éventuellement chaque fondation nous allons procéder par une descente de charges

Au niveau de la **RDC** :

$$- G_{dalle} = G_{dalle}(\text{voir tableau (2.1)}) * S$$

$$G_{dalle} = 4.39 * 32.4 = 142.236 \text{ KN}$$

$$- G_{poutres} = \gamma_b * l_p * S \quad \text{Avec } \gamma_b = 25 \text{ KN/m}^3$$

$$G_{poutre (x)} = 25 * 6 * (0.35 * 0.25) = 13.125 \text{ KN}$$

$$G_{poutre (y)} = 25 * 5.4 * (0.35 * 0.25) = 11.8125 \text{ KN}$$

$$- G_{murs} = \frac{8.3 \text{ KN}}{m} * (5.4 + 6) = 94.62 \text{ KN}$$

$$G_{RDC} = 142.236 + 13.125 + 11.8125 + 94.62(G_{murs}) = 261.79 \text{ KN}$$

Pour ce qui est de la charge d'exploitation :

$$Q_{RDC} = 5 * 32.4 = 162 \text{ KN}$$

Au niveau de la **R+1** :

$$G_{R+1} = G_{dalle} + G_{poutres} + G_{murs} = 261.79 \text{ KN}$$

$$Q_{R+1} = 162 \text{ KN}$$

Au **R+2**

$$G_{R+2} = 261.79 \text{ KN}$$

$$Q_{R+2} = 162 \text{ KN}$$

Alors N serv (charge de services) selon le principe de calcul en ELS : $N_{serv} = G + Q$

$$N_{serv} = (261.79 * 3) + (162 * 3) = 1271.37 \text{ KN}$$

Surface de la semelle vaut donc (voir formule 2.11) :

$$S(m^2) = \frac{1271.37 * 10^3}{3 * 10^6} = 0.42379 \text{ m}^2$$

Notre terrain est rocheux (roche basaltique), on prend 3MPa comme contrainte admissible du sol (voir tableau 2-2).

$$\text{On a donc } S(m^2) = 0.424 \text{ m}^2 = 4240 \text{ cm}^2$$

Pour notre semelle de section carrée on a comme côté de la semelle $b = \sqrt{s}$,

$b = \sqrt{4240} = 65.11 \text{ cm}$ Vu que nous avons le côté de nos amorces poteaux égale à 50cm on va prendre 70 cm comme côté de nos semelles pour assurer une bonne répartition des charges.

La hauteur h de la semelle vaut (voir formule 2.12)

$$\frac{70 - 25}{4} + 5 \leq h$$

$$\mathbf{h = 16.25cm}$$

On va considérer $h = 20\text{cm}$

e) Les escaliers

La hauteur à franchir de notre escalier est de 3.5m ($H = 3.5\text{m}$)

Selon les normes d'accessibilité, comme la loi handicap, imposent des contraintes pour les établissements recevant du public, dont font partie les hôpitaux, elles précisent notamment que les contremarches ne doivent pas dépasser 16cm.

On prend donc $h = 16\text{cm}$

$$(n + 1) = \frac{350}{16} = 22, \quad \mathbf{on \ a \ donc \ 22 \ contremarches}$$

Les dimensions doivent respecter la relation (2.14) :

$$60 \leq 2h + g \leq 64, \quad \text{Pour notre cas on va prendre comme giron (g) = 29 cm}$$

$$60 \leq 2 \times 16 + 29 \leq 64$$

$$60 \leq 32 + 29 \leq 64$$

$$60 \leq 61 \leq 64, \quad \text{les dimensions vérifient la règle de Blondel.}$$

e, l'épaisseur de la paillasse se calcule par la relation (2.15)

$$e = 0.018 \times L \times \sqrt[3]{\rho \times e + Q}$$

$$L (\text{longueur projetée}) = \frac{H}{\sin \alpha} + 2 \times (\text{longueur du pallier}) \quad (\text{voir formule 2.16})$$

L'inclinaison de la volée α est calculée au moyen de la relation (2.13)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{g} = \frac{16}{29} = 0.552$$

$$\operatorname{Arc} \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{Arc} \operatorname{tg} 0.552 = 28.886^\circ \approx 29^\circ$$

$$\frac{175}{\operatorname{Sin} 29} + 200 = 512.5 \text{ cm} = 5.125 \text{ m}$$

$$Q \text{ (charge d'exploitation)} = 2.5 \text{ KN/m}^2$$

$$e = 0.018 \times 5.125 \times \sqrt[3]{25 \times e + Q}$$

$$e^3 = 0.0196e + 0.00196$$

$e^3 - 0.0196e - 0.00196 = 0$; en utilisant la formule itérative de Newton-Raphson :

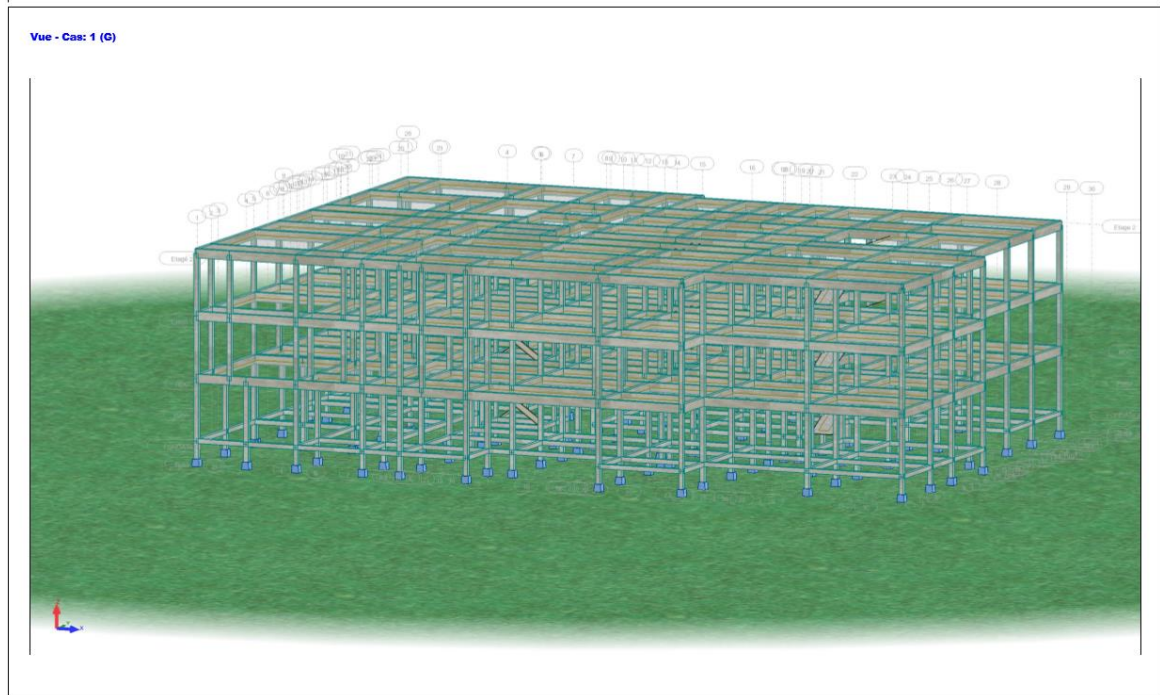
$e_{n+1} = e_n - (f(e_n)/f'(e_n))$, on a comme solutions approximatives : -0.1401, -0.0100, 0.1501,

On prend donc $e=15\text{cm}$.

3.2.2 Résultat des calculs dans Robot Structural

Les résultats présentés en ce point sont les efforts intérieurs et les plans d'exécution de nos différents éléments structuraux. La figure 3-5 la vue en élévation de la structure.

Figure 3-5 : Structure en élévation



A. La dalle

Pour l'étude dans Robot Structural, nous avons choisi le plus grand panneau. L'annexe A, B et C présentent respectivement le plan de coffrage de la dalle, le plan de ferrailage inférieur et supérieur de la dalle section des armatures et les espacements entre barres de la dalle, dont le volume de béton est de 5.40 m^3 et le poids des aciers de 749.15 KG. L'annexe D présente les différentes nomenclatures des aciers constituant les armatures du panneau choisi.

B. Les poutres

Après analyse statiques de la structure avec le logiciel RSA, nous avons trouvé que la poutre à trois travées 508,511,512 a le plus grand moment de travée, la travée 508 a le plus grand moment $M_t = 262,56 \text{ KNm}$ lors du dimensionnement de cette poutre la section qui a vérifié les conditions de résistance de la poutre est de $30 \times 60 \text{ (cm}^2\text{)}$. Les sollicitations en ELU sont reprises dans le tableau 3-2 et représenté graphiquement sur la figure 3-6.

Tableau 3-2 : Sollicitations en ELU dans les travées

Designations (kN*m)	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg(kN*m)	Md(kN)	Vg(kN)	Vd(kN)
P1	262,56	-39,38	-39,38	262,56	177,91	164,74
P2	223,51	-150,83	223,51	-150,83	-518,71	-547,90
P3	65,68	-25,70	-171,14	-32,58	194,47	-73,34

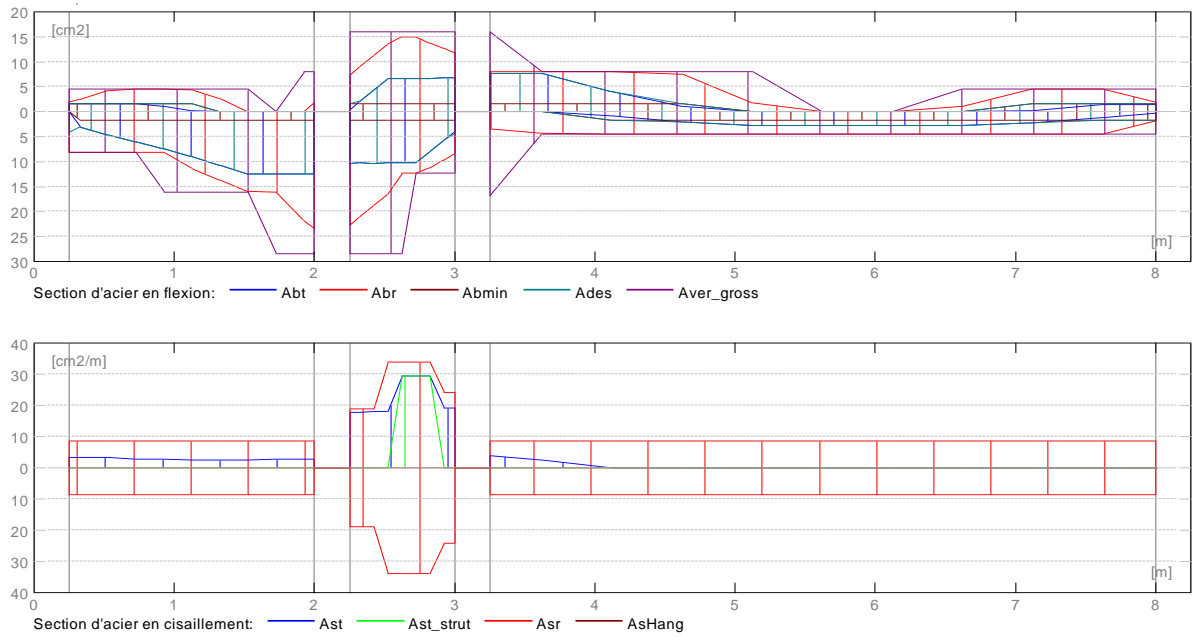


Figure 3-6 : Diagrammes de sollicitations

Les sections d'aciers théoriques calculées à partir des sollicitations du tableau 3-3 sont reprises dans le tableau 3-3.

Tableau 3-3 : Sections d'aciers théoriques

Designations	Travée(cm2)		Appui gauche(cm2)		Appui droit(cm2)	
	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf	Sup
P1	12.41	0.00	0.00	1.67	12.41	0.00
P2	10.36	0.00	10.30	0.46	3.97	6.73
P3	2.82	0.00	0.00	7.71	0.26	1.38

La figure 3-7 représente les sections théoriques des aciers en fonction du moment fléchissant et de l'effort tranchant.

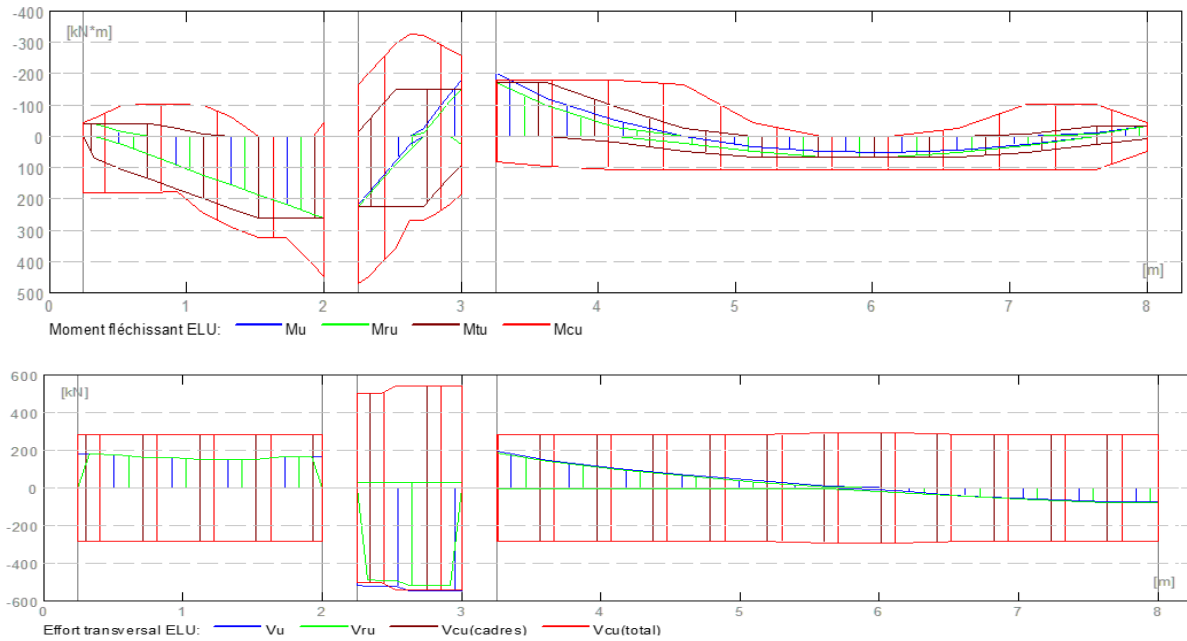


Figure 3-7 : Section d'acier théorique dans la poutre

Le tableau 3-4 reprend les valeurs de la flèche dans chaque travée suivant un certain chargement.

Tableau 3-4 : Flèches dans chaque travées

Travée	Fgi (cm)	Fgv (cm)	Fji (cm)	Fpi (cm)	ΔFt (cm)	Fadm (cm)
P1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
P2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
P3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0

La figure 3- 8 présente le diagramme des différentes flèches dans chaque travée de la poutre.

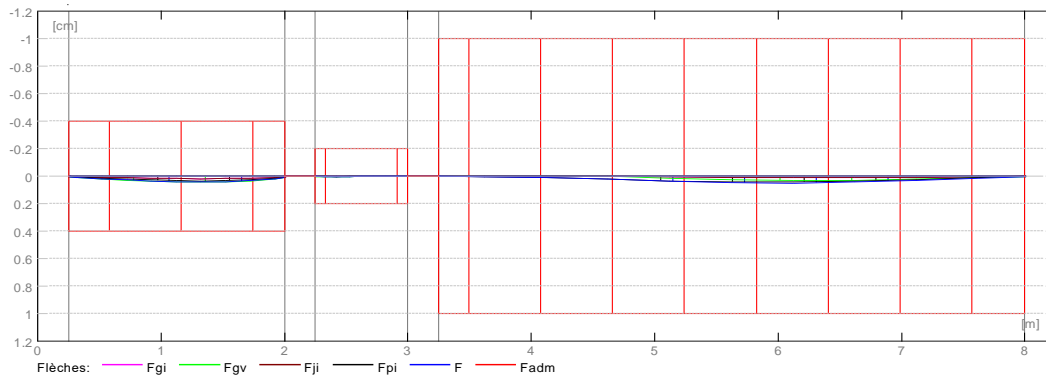


Figure 3-8 : Diagramme des flèches dans la poutre

- Fgi : flèche due aux charges permanentes totales
- Fgv : flèche de longue durée due aux charges permanentes
- Fji : flèche due aux charges permanentes à la pose des cloisons
- Fpi : flèche due aux charges permanentes et d'exploitation
- \square Ft : part de la flèche totale comparable à la flèche admissible
- Fadm : flèche admissible

L'annexe E, F et G présentent les plans d'exécutions des différentes travées de la poutre. La figure 3-9 montre le plan d'exécution du ferrailage de la poutre en image 3D.

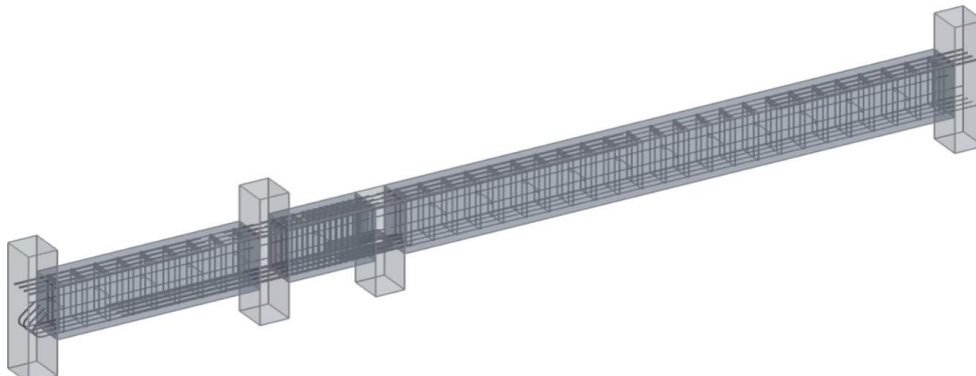


Figure 3-9 : Vue 3D de poutre

C. Les poteaux

Après analyse statique avec le logiciel RSA nous avons trouvé que le poteau 72 représenté à la figure 3-1 est le plus chargé de notre structure. La charge au-dessus de ce poteau est de **2183.23 KN**, lors du dimensionnement, la section trouvée lors du pré dimensionnement la section qui a vérifié les conditions de résistance du poteau de la RDC est de 35*40 (cm²) et 30*30 (cm²) pour le poteau le plus chargé du premier étage. Pour éviter le surdimensionnement tout en économisant les matériaux la section du poteau le plus chargé au niveau de la Rez De Chaussée est généralisée sur tous les poteaux de la RDC, et la section du poteau le plus chargé du premier étage est généralisée sur tous les poteaux des autres étages. Le poteau le plus chargé au niveau du premier étage est le poteau 108 qui est montré à la figure 3-2, la charge au-dessus de ce poteau est de **1259.50 KN**.

Les figures 3-10 et 3-11 représentent respectivement les poteaux les plus chargés au niveau de la RDC et du premier étage.

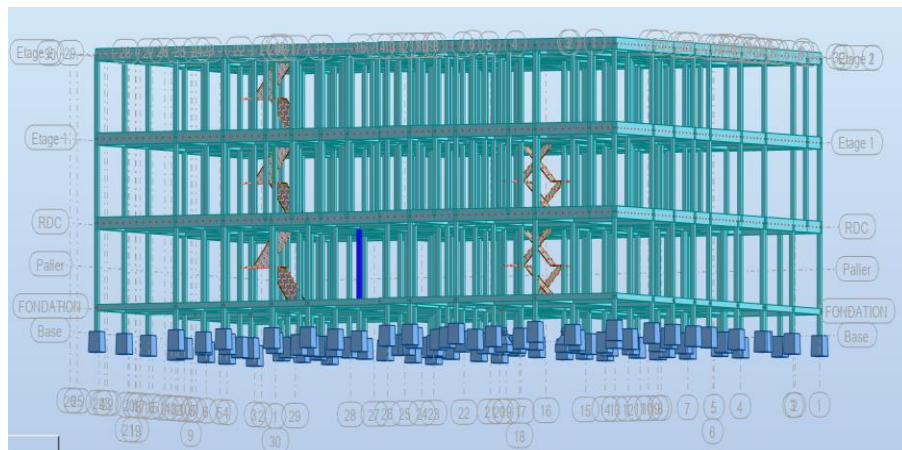


Figure 3-10 : Poteau le plus chargé de la RDC en élévation

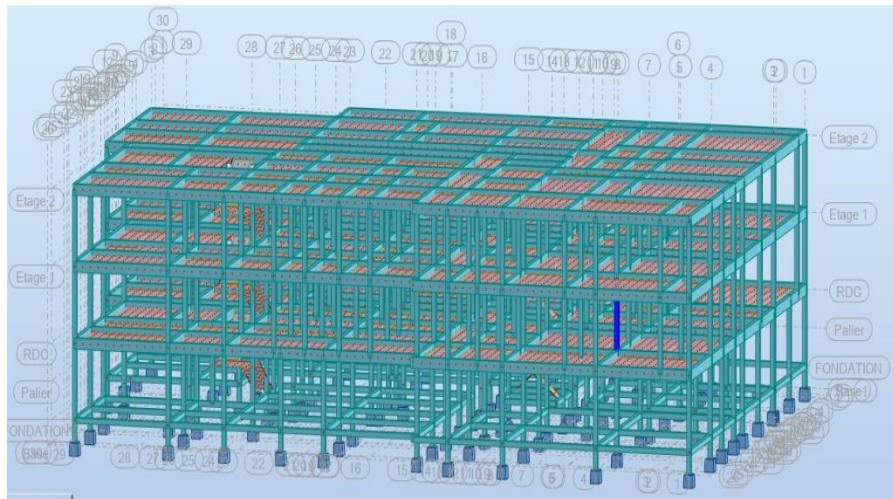


Figure 3-11 : Poteau le plus chargé du 1^{er} étage en elevation

❖ **L'Analyse de l'élanement**

Le tableau 3-6 présente les valeurs de l'élanement :

Tableau 3-5 : Elancements de poteaux

Niveau	K	L0	λ
RDC	0,7	3,5	27.63
ETAGE 1	0,7	3,5	31.12

Comme les valeurs de l'élanement est inférieur à 50 il n'y a donc pas de risque de flambement.

❖ **Evaluation du volume de béton**

Le volume du béton est respectivement 0.44m^3 et 0.27m^3 pour le poteau le plus chargé de la RDC et du premier étage pour une surface de coffrage de 4.69 m^2 et 3.60 m^2 .

❖ **Calcul des armatures**

Le tableau 3-7 présente les armatures utilisées pour le ferrailage des poteaux.

Tableau 3-6 Armatures poteaux

ETAGE	Désignations	Armatures	Section réelle	Barres	Longueur (cm)
RDC	HA 500	longitudinales	9,24 cm ²	8 ϕ 16	360
		transversales		30 Cad ϕ 6	107
				15 Ep ϕ 6	46
ETAGE 1	HA 500	longitudinales	16,08 cm ²	6 ϕ 14	347
		transversales		16 Cad ϕ 6	108
				16 Ep ϕ 6	36

Les Annexes H et I représentent respectivement le plan d'exécution du poteau le plus chargé de la RDC et du premier étage

D. La semelle

La semelle la plus chargée a été choisi pour le dimensionnement dans Robot Structural, la semelle la plus chargée est la 525, la section qui a vérifié les conditions de résistance de la semelle est de 90*90 (cm²) avec une épaisseur de 35cm. Elle supporte une charge de 2217.90 KN avec un volume de béton de 0.29m³ et un poids des aciers de 41.49KG.

L'annexe M présente le plan d'exécution de la semelle 525 et la nature des armatures qui la constitue. La figure 3-12 représente la vue 3D du plan d'exécution des armatures de la semelle.

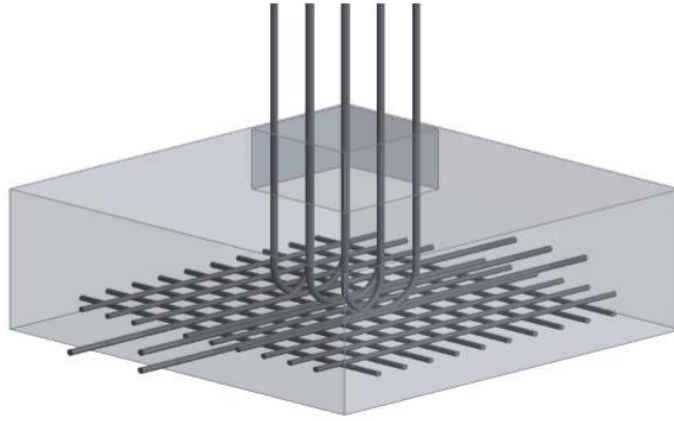


Figure 3-12 : Vue 3D Semelle

E. Les escaliers

Pour le dimensionnement des escaliers, nous avons choisi une volée et un palier intermédiaire pour l'étude dans Robot Structural. Après dimensionnement, on a eu un volume de béton de 0.77m^3 et un poids d'armatures de 317.65KG. Les annexes G, H et I présentent successivement le plan de coffrage, le plan de ferrailage inférieur et supérieur de l'escalier. Le tableau 3-7 présente les armatures constituant le ferrailage de l'escalier.

Tableau 3-7 : Armatures de l'escalier

Pos.	Armature	Code	Forme
①	79HA 16 l=1.93	00	⤴ 1.24 ⤵
②	17HA 12 l=1.74	00	⤴ 1.24 ⤵
③	13HA 12 l=4.40	00	⤴ 3.90 ⤵

3.3 Analyse du coût de la main d'œuvre

L'analyse du coût de la main d'œuvre dans le cadre de ce travail a été faite en fonction des données recueillies dans la conception architecturale et les quantités obtenues dans Robot Structural Analysis. Le tableau 3-8 montre l'estimation du coût de la main d'œuvre pour différents éléments du bâtiment, les détails de calculs sont présentés à l'annexe N.

Tableau 3-8 : Cout de la main d'oeuvre

FONDATION	
Semelles	11032,45\$
Longrines et Mur de fondation	13767,65\$
REZ DE CHAUSSE	
Mur en élévation en bloc	15077,92\$
Colonnes	19259,5\$
Poutres	24150,1\$
Dalle	66233,7\$
1^{er} ETAGE	
Mur en élévation	30634,11\$
Colonnes	13036,4\$
Poutres	41576,6\$
Dalle	151730,41\$
2^{em} ETAGE	
Mur en élévation	30634,11\$
Colonnes	13036,4\$
Poutres	41576,6\$
Cout Total	342778,41\$

3.4 Planning des travaux

Le tableau 3-10 présente les étapes de la construction et les durées des travaux.

Tableau 3-9 : Les étapes de construction

Niveau	Etape	Date début	Durée (jours)	Date de fin
	Installation du chantier	01/02/2026	5	06/02/2026
FONDATIONS	Terrassement	06/02/2026	20	26/02/2026
	Construction des Fondations	26/02/2026	20	18/03/2026
RDC	Colonnes	18/03/2026	25	12/04/2026
	Poutres et Dalles	12/04/2026	25	07/05/2026
ETAGE 1	Colonnes	07/05/2026	35	11/06/2026
	Poutres et Dalles	11/06/2026	30	11/07/2026
ETAGE 2	Colonnes	11/07/2026	35	15/08/2026
	Poutres	15/08/2026	20	04/09/2026
	Maçonnerie en Blocs	04/09/2026	90	03/12/2026
	Finissage	03/12/2026	90	03/03/2027
	Propreté du Site	03/03/2027	15	18/03/2027

La figure 3-13 présente le diagramme de Gantt pour la réalisation des travaux en se référant aux étapes de construction présentés ci-dessus.

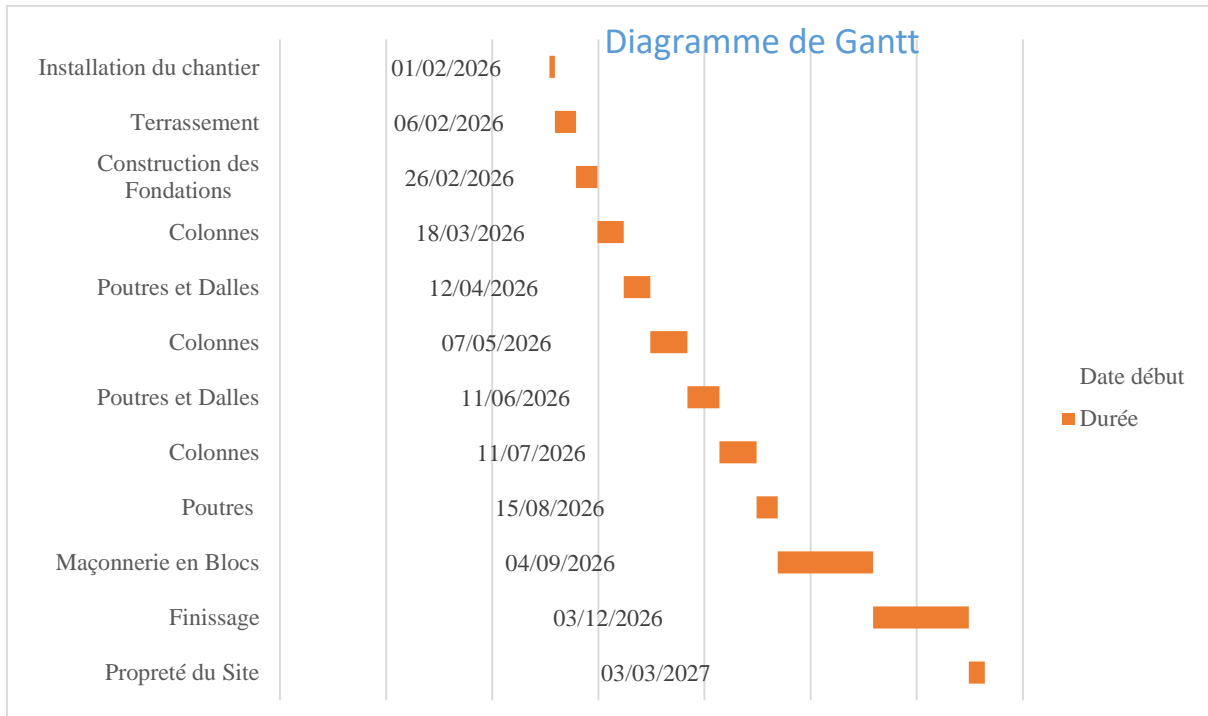


Figure 3-13 : Diagramme de Gantt

Le planning des travaux a été fait en considérant que l'exécution est peu mécanisée et les matériaux de construction sont disponibles.

3.5 Conclusion Partielle

En résumé, ce chapitre a présenté les résultats du pré dimensionnement, de la conception architecturale du dimensionnement réalisé au moyen du logiciel Robot Structural et l'analyse du coût de la main d'œuvre nécessaire pour l'exécution de ce projet. Dans ce chapitre nous avons présenté les dimensions des différents éléments de la structure qu'on se fixe à dimensionner ; Nous avons présenté les différents plans d'exécution des éléments dimensionnés qui pourront servir dans l'implantation et l'exécution de notre ouvrage, dans un tableau nous avons aussi présenté l'analyse du coût de la main d'œuvre, en fin au moyen d'un diagramme de Gantt nous avons présenté un planning des travaux pour la construction du centre.

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, ce mémoire a présenté une étude de la conception et du dimensionnement d'un centre de traitement de la malnutrition, une infrastructure cruciale pour lutter contre ce problème de santé publique majeur. L'objectif principal de ce travail était de réaliser la conception et le dimensionnement d'un centre des malnutris dans la ville Goma, dans le respect de l'art de l'architecture moderne et des règles préétablies pour le dimensionnement.

Les différentes phases de ce projet ont permis de définir l'agencement spatial du centre, en tenant compte des besoins des patients, du personnel médical et des activités spécifiques liées au traitement de la malnutrition. Notre centre a une capacité d'accueil de 124 lits pour un ratio de 181 habitants par lit hospitalier. Le coût total de travaux étant de 342 778,41\$.

Le dimensionnement des éléments structuraux clés à savoir les poteaux, les poutres, les dalles, l'escalier et les semelles, a été réalisé avec rigueur en utilisant le logiciel Robot Structural Analysis et en appliquant les normes de calcul du BAEL 91 mod 99. Le poteau le plus chargé de la rez de chaussée a un volume de béton de 0.44 m^3 et 0.27 m^3 pour le poteau le plus chargé du premier étage ; le poids des armatures du poteau le plus chargé de la rez de chaussée est de 54.04KG et 30.28 KG pour celui du premier étage. La travée 508 de la poutre la plus sollicitée a un moment de travée $M_t = 262.56 \text{ KNm}$; pour le dimensionnement de la dalle, on a considéré le plus grand panneau ayant un volume de béton de 5.40 m^3 et un poids d'armatures de 749.15KG ; pour ce qui est de la semelle, la semelle 525 est la plus sollicitée supportant une charge de 2217.90KN avec un volume de béton de 0.29 m^3 et un poids d'armatures de 41.49KG. Pour le dimensionnement de l'escalier, on a choisi une volée et palier, on a un volume de béton de 0.77 m^3 et un poids d'armatures de 317.65KG. Parlant de l'emplacement de notre bâtiment, la concession du complexe scolaire de l'unité au point de coordonnées **-1.655322, 29.210133** a été choisie pour y ériger notre centre.

Cependant, il est important de souligner que ce travail présente certaines limites. L'étude s'est concentrée sur les dimensionnements des éléments structuraux principaux, sans aborder en détail

d'autres aspects importants de la construction, tels que les murs, la toiture les installations sanitaires et électrique.

Pour les travaux futurs, il serait intéressant de compléter cette étude en intégrant certains aspects complémentaires tels que : une analyse comparative des différentes solutions en termes de construction en fonction de coûts et une étude de la vulnérabilité de la structure faces aux risques naturels (séismes, inondations, etc.) serait pertinente pour la sécurité du centre.

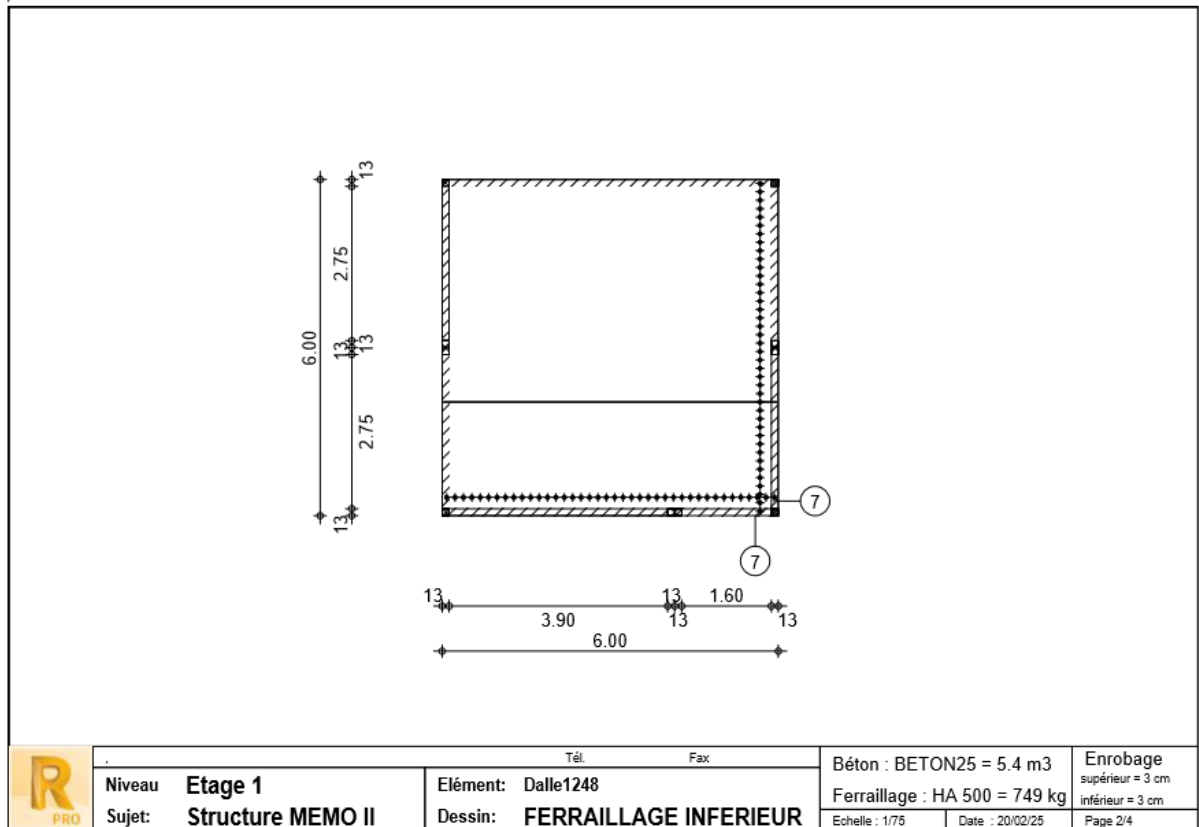
En conclusion, ce mémoire constitue une contribution significative à la conception et au dimensionnement d'un centre de traitement de la malnutrition. Les résultats obtenus peuvent servir de base pour la réalisation de projets similaires, en adaptant les solutions spécifiques de chaque site. Il est essentiel de poursuivre les efforts de recherche et de développement dans ce domaine afin de concevoir des infrastructures durables, efficaces et adaptées aux besoins des populations vulnérables.

BIBLIOGRAPHIE

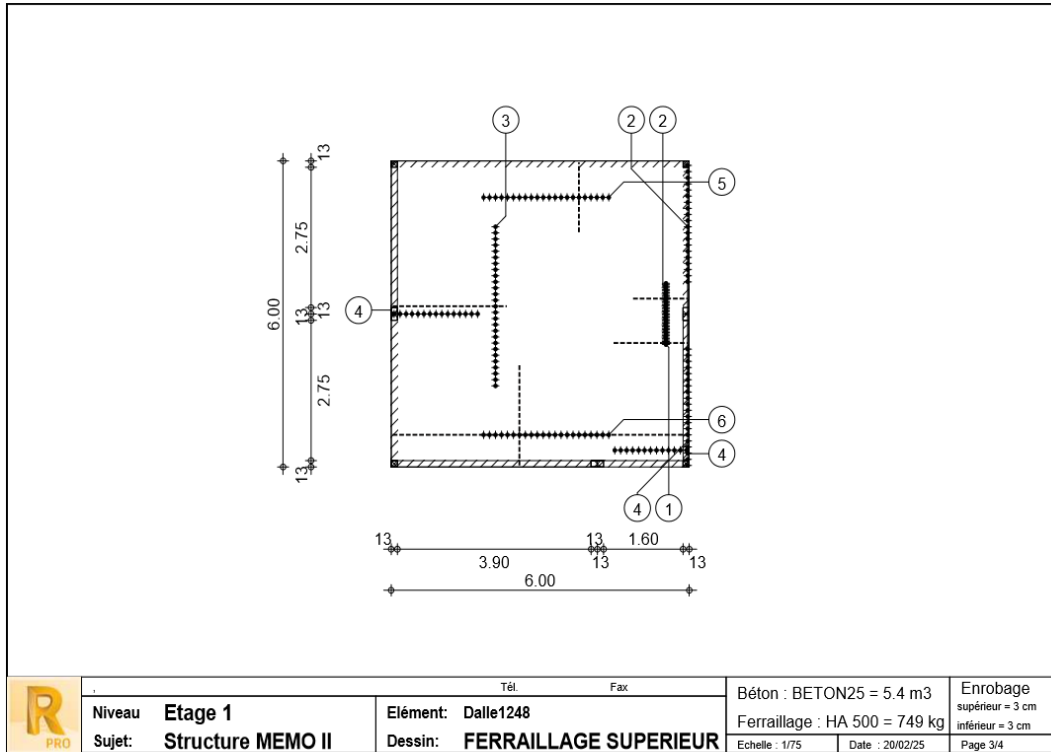
- [1] Organisation de Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Centre de récupération nutritionnelle, 1976.
- [2] Ministère De La Santé. République du RWANDA, Protocole pour la prise en charge de la malnutrition aigue, KIGALI, Février 2018.
- [3] Francis Dk. Ching, " Architecture: form, sapce, and Order".
- [4] Mr BERRAZEG & Mlle OUDJEDI, Etude et conception des ouvrages hospitaliers cas du centre anti cancer Chetouane Tlemcen (mémoire de master en Génie civil), 2015.
- [5] Gustave Ficher & Dodeler, Psychologie de la santé et environnement, 2009.
- [6] Mme BENMANSOUR et Mlle BASSAID, Centre hospitalier pour enfants, 2016.
- [7] P. Ribollet, Architecture d'Aujourd'hui, avril 2023.
- [8] ULB-COOPERATION, «Offre de soins en Milieu urbain de GOMA».
- [9] J.-P. Thonier, Béton armé : Calcul des sections et dimensionnement des armatures, 2004.
- [10] Association Française de la Normalisation (AFNOR), NF EN 206+A1: Béton- Spécification, performances, production et conformité, 2017.
- [11] M. Grace, Support Phsique et Technologie du béton, 2023.
- [12] N. E. 1992-1-1, Article 3.1.2 (5), 2004.

- [13] J. Lamirault. & J.-L. Renaud, le béton armé: bases du calcul des structures, Paris, 1991.
- [14] L. Sullivan, The Tall Office Building Artistically Considered, Chicago, 1896.
- [15] E. Neufert, Eléments de projets de construction, Berlin, 2012.
- [16] D. Madsen, Technical Drawing, 1988.
- [17] J. Malkin, Evidence-Based Design for Healthcare Facilities, Hoboken, 2008.
- [18] J.-L. Briaud, Géotechnique et Fondations, Paris: Presse des Ponts et Chaussées, 1999.
- [19] Docteur Ir. A. Benjamin. & Ir. Pascal, Cours de Mesure er Instrumentation, 2022-2023.
- [20] D. Casanova, Gestion de Projets, Paris: Dunod, 2006

B. Ferrailage Inferieur de la dalle



C. Plan de ferrailage supérieur de la dalle

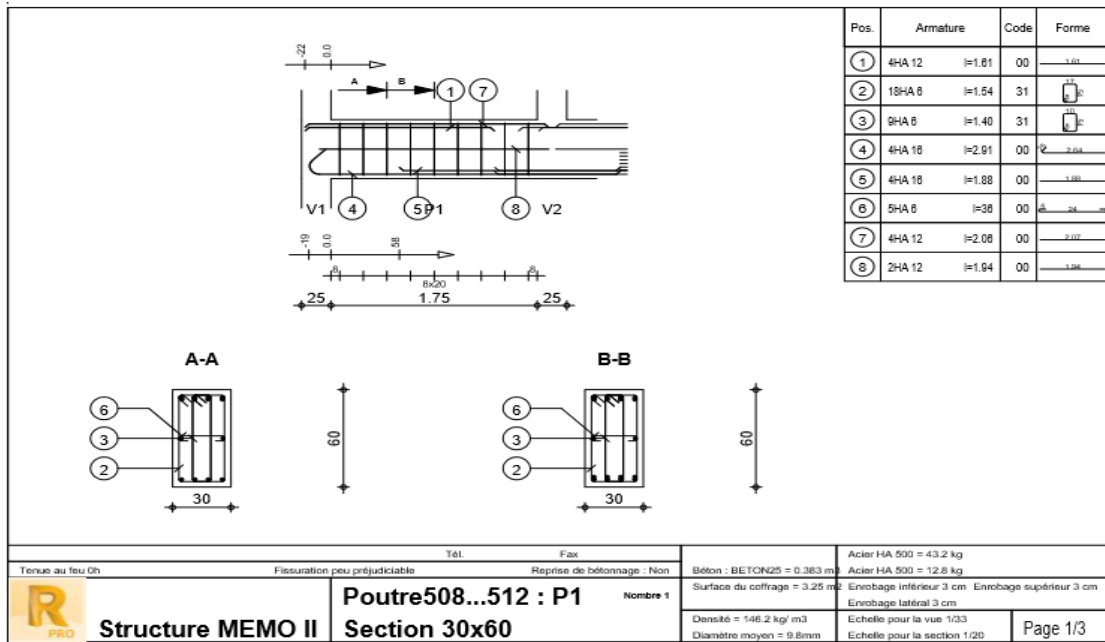


D. Nomenclatures des armatures utilisées dans la dalle

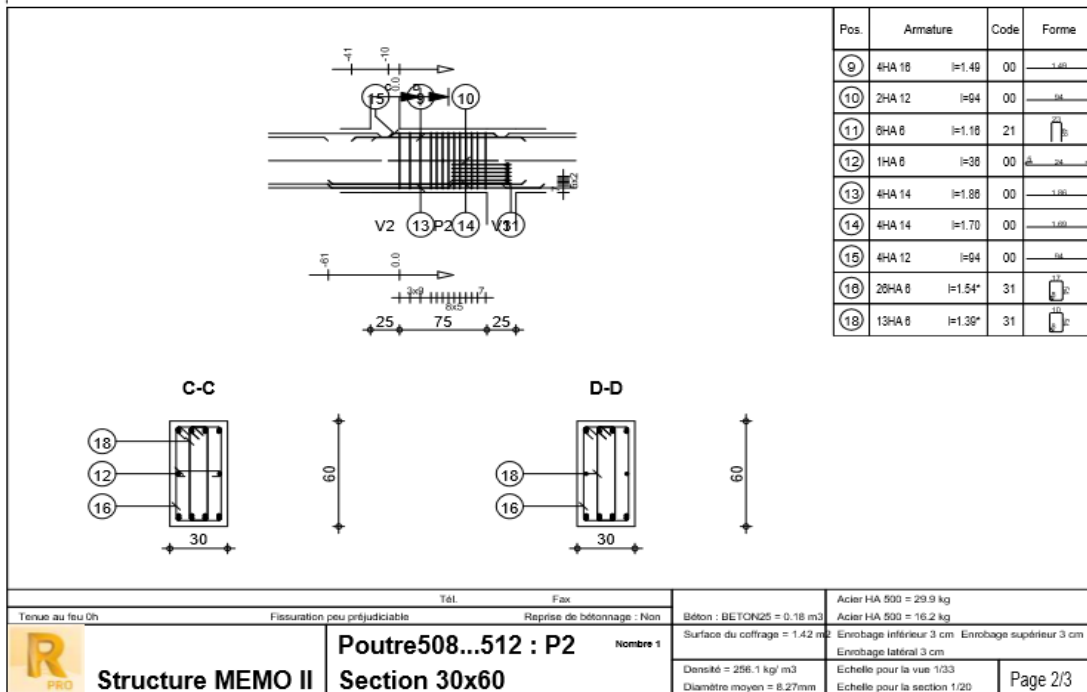
Pos	Armature	Code	Forme
①	31HA 12 l=1.10	00	1.10
②	27HA 12 l=1.49	00	1.49
③	27HA 12 l=2.30	00	2.30
④	51HA 12 l=5.94	00	5.94
⑤	22HA 12 l=1.37	00	1.37
⑥	22HA 12 l=2.00	00	2.00
⑦	80HA 10 l=5.94	00	5.94

R PRO	Tél		Fax		Béton : BETON25 = 5.4 m3 Ferrailage : HA 500 = 749 kg	Enrobage supérieur = 3 cm inférieur = 3 cm
	Niveau : Etage 1 Sujet : Structure MEMO II	Elément : Dalle1248 Dessin : NOMENCLATURE		Date : 20/02/25		

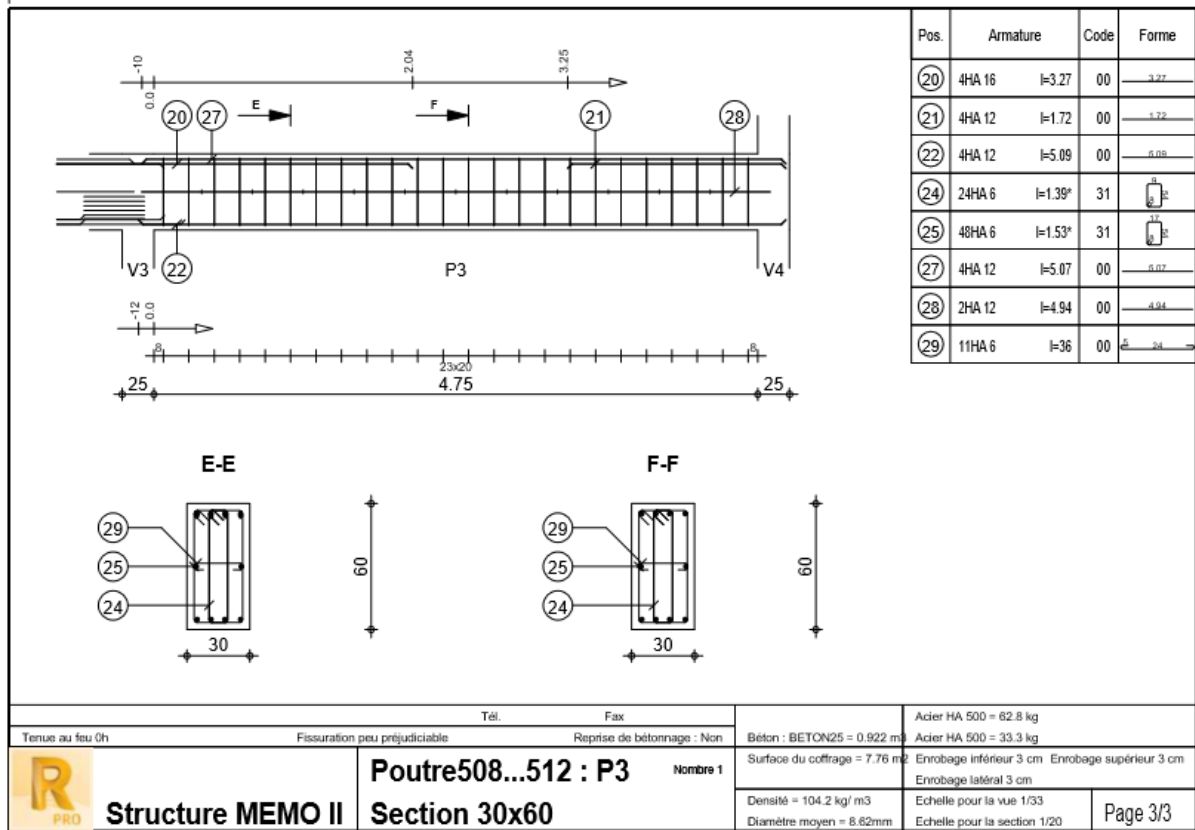
E. Plan de ferrailage de la travée 1



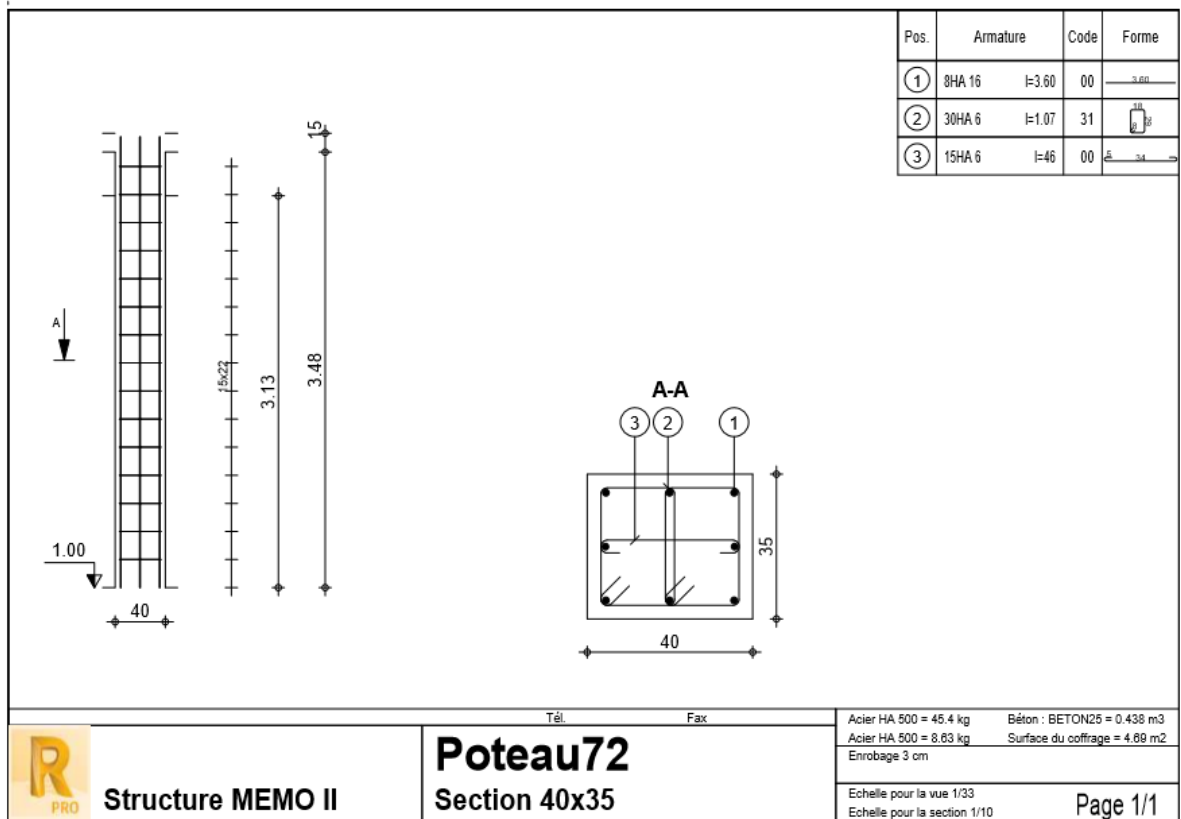
F. Plan de ferrailage de la travée 2



G. Plan de ferrailage de la travée 3



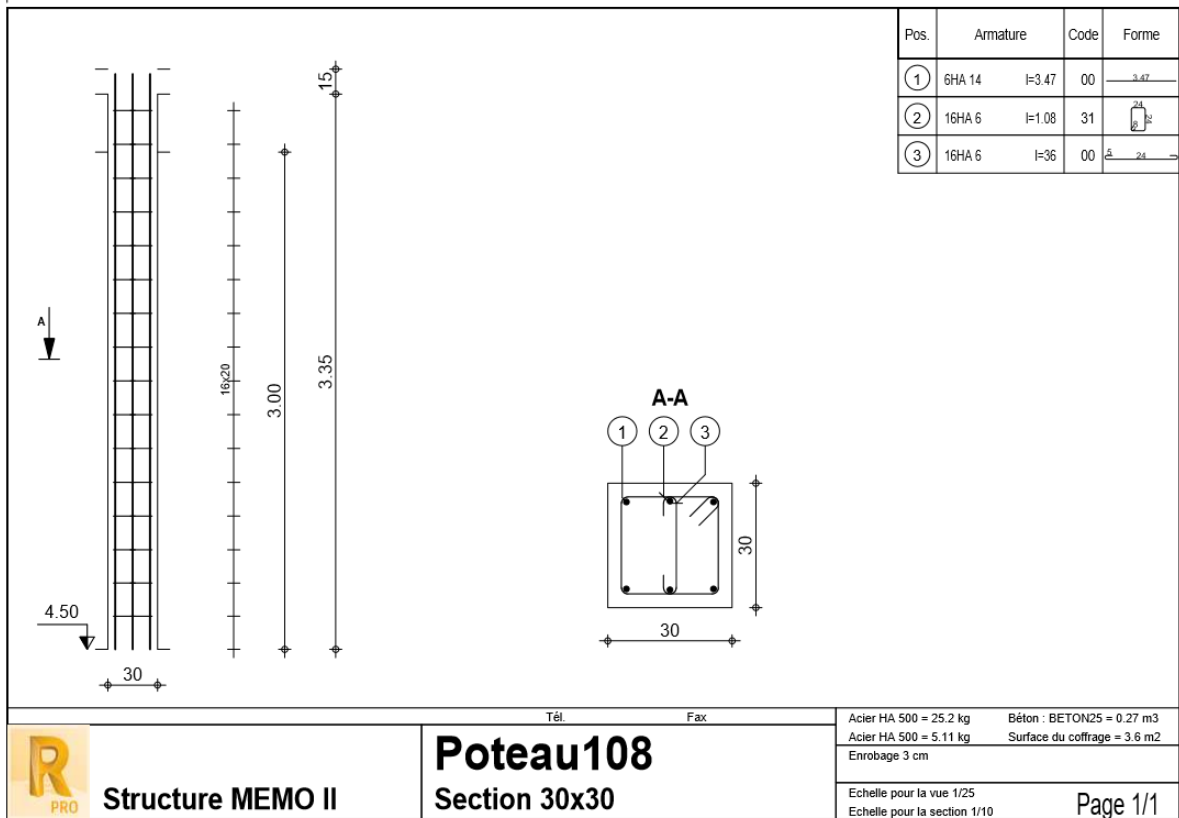
H. Plan de ferrailage du poteau le plus chargé du RDC



Structure MEMO II

Poteau72
Section 40x35

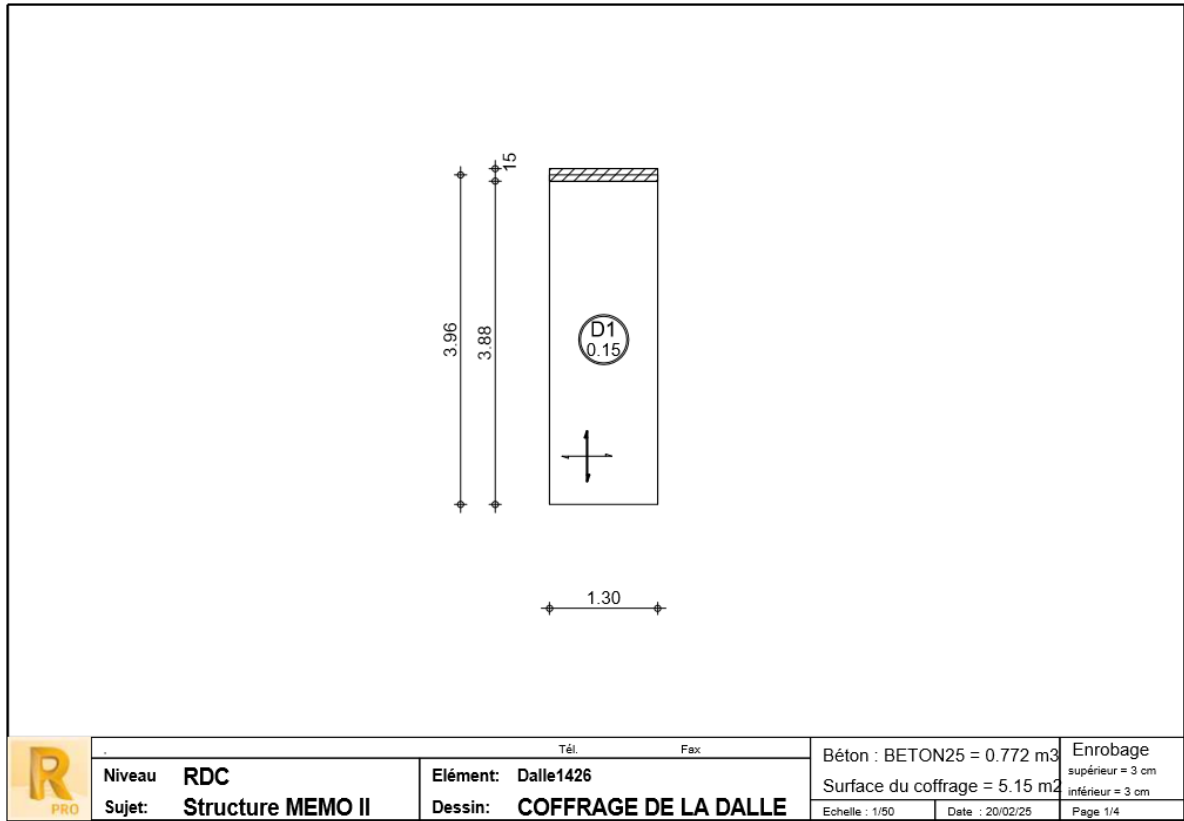
I. Plan de ferrailage du Poteau le plus chargé du E1



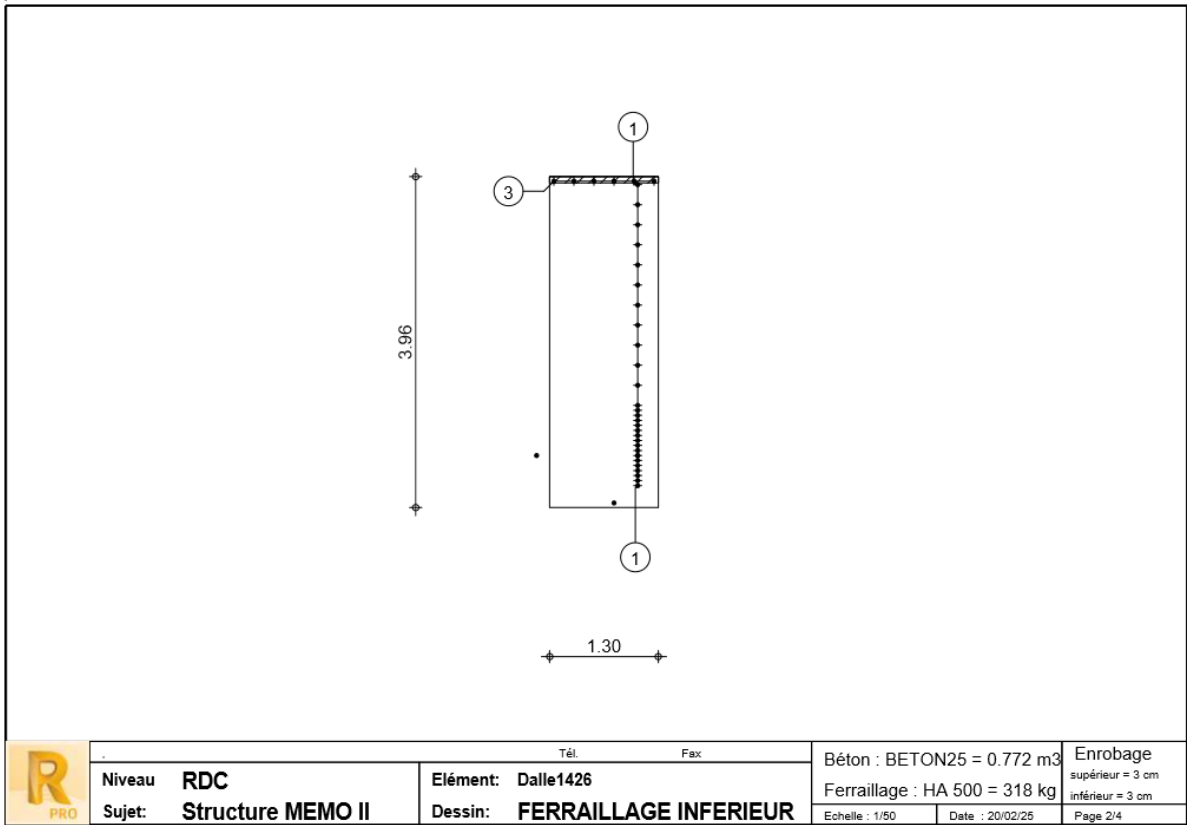
Structure MEMO II

Poteau108
Section 30x30

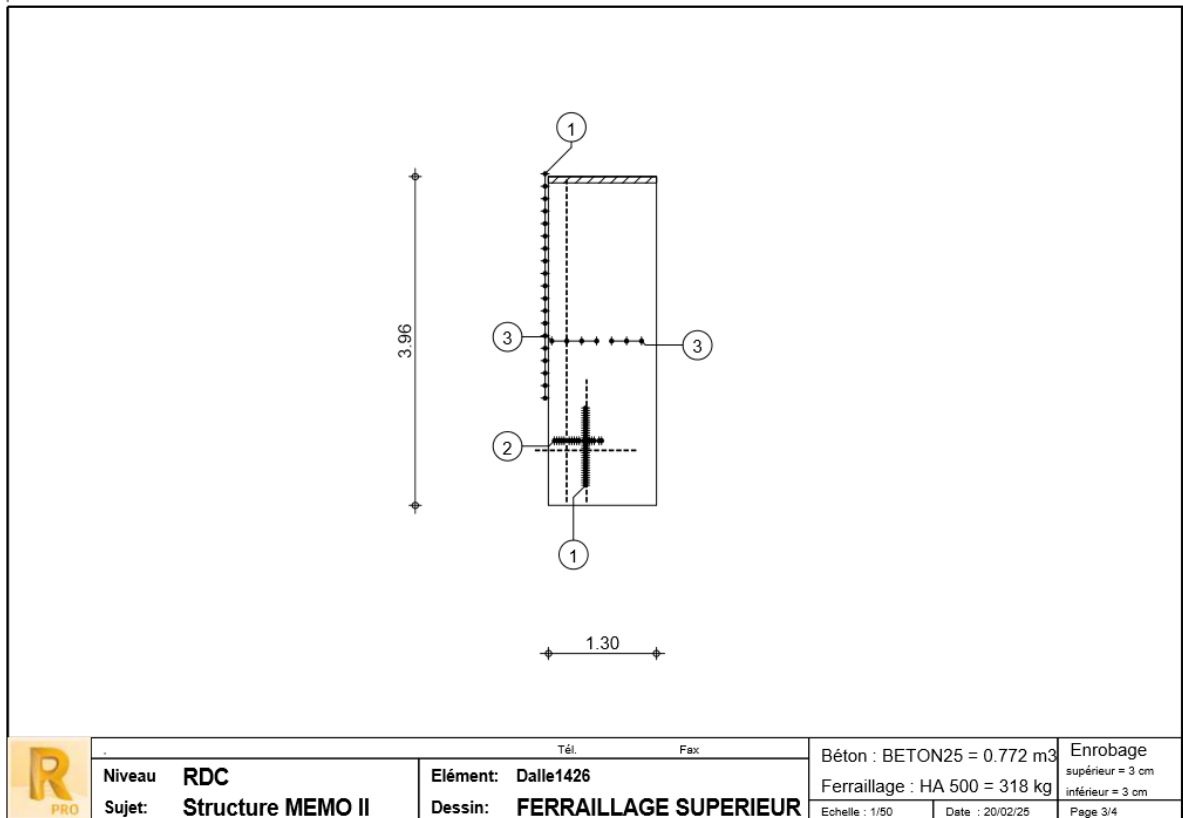
J. Plan de coffrage de l'escalier



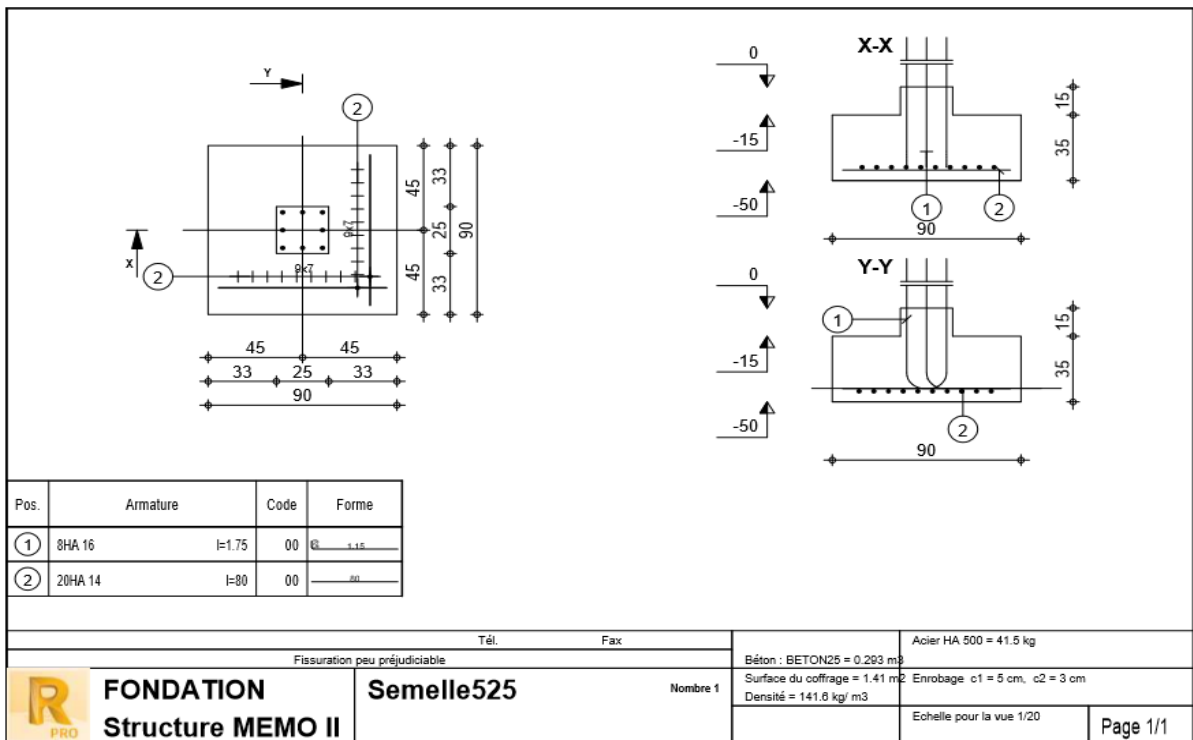
K. Ferrailage inferieur de l'escalier



L. Ferrailage supérieur de l'escalier



M. Plan de ferrailage de la semelle



N. Analyse du coût de la main d'œuvre

Tableau 0-1 : Dévis rez de chaussée

N°	Désignations	Unités	Quantités	P.U en \$	Prix Total en \$
SEMELLES					
1	Ficelles	Rouleau	4	2,5	10
2	Bèches	Pièces	6	5	30
3	Pioches	Pièces	3	7	21
4	Chevrons	Pièces	80	1,3	104
5	Sticks	Pièces	15	4	60
6	Barre de mines	Pièces	3	15	45
7	Clous	Sacs	5	75	375
8	Armatures $\phi 14$	Pièces	175	7	1225
9	Armatures $\phi 16$	Pièces	153	8	1224
10	Fil à ligaturer	Rouleau	10	30	300
11	Lames de Scies	Pièces	5	1,5	7,5
12	Ciments	Sacs	267	10	2670
13	Sable	Camion	3,5	150	525
14	Graviers	Camion	7	90	630
15	Planches	Pièces	180	7	1260
Sous Total					8486,5
M.O					2545,95
Total Général					11032,45
MUR DE FONDATION EN MOELLONS ET LONGRINES					
1	Moellons	Camion	17	70	1190
2	Sable	Camion	15	150	2250
3	Graviers	Camion	2	90	180
4	Ciments	Sacs	260	10	2600
5	Moellons (vides sanitaires)	Camion	31	50	1550
6	Armatures $\phi 14$	Pièces	130	7	910
7	Armatures $\phi 6$	Pièces	170	4	680
8	Fil à ligaturer	Rouleau	1	30	30

9	Lames de Scies	Pièces	5	1,5	7,5
10	Planches	Pièces	149	7	1043
11	Clous	Sacs	2	75	150
				Sous Total	10590,5
				M.O	3177,15
				Total Général	13767,65

ELEVATION MUR EN BLOCS DE 15*20*40

1	Blocs	Pièces	12907	0,7	9034,9
2	Sables	Camion	5	150	750
3	Ciments	Sacs	126	10	1260
4	Roofing	mètre	335	1	335
5	Ficelles	Rouleau	3	2,5	7,5
6	Sticks échafaudages	Pièces	24	4	96
7	Madriers	Pièces	15	7	105
8	Clous	kilos	5	2	10
				Sous Total	11598,4
				M.O	3479,52
				Total Général	15077,92

COLONNES

1	Sables	Camion	5	150	750
2	Graviers	Camion	10	90	900
3	Ciments	Sacs	405	10	4050
4	Armatures $\phi 16$	Pièces	345	8	2760
5	Armatures $\phi 6$	Pièces	460	4	1840
6	Fil à ligaturer	Rouleau	3	30	90
7	Planches	Pièces	600	7	4200
8	Clous	Sacs	3	75	225
				Sous Total	14815
				M.O	4444,5
				Total Général	19259,5

POUTRES

1	Sables	Camion	6	150	900
2	Graviers	Camion	12	90	1080
3	Ciments	Sacs	500	10	5000
4	Armatures $\phi 16$	Pièces	148	8	1184
5	Armatures $\phi 14$	Pièces	56	7	392

6	Armatures ϕ 12	Pièces	317	6	1902
7	Armatures ϕ 6	Pièces	846	4	3384
8	Fil à ligaturer	Rouleau	15	30	450
9	Planches	Pièces	580	7	4060
10	Clous	Sacs	3	75	225
				Sous Total	18577
				M.O	5573,1
				Total Général	24150,1

DALLE

1	Sables	Camion	18	150	2700
2	Graviers	Camion	36	90	3240
3	Ciments	Sacs	1114	10	11140
4	Sticks pieds droits	Pièces	700	4	2800
5	Armatures ϕ 10	Pièces	1557	5	7785
6	Armatures ϕ 12	Pièces	1676	6	10056
7	Chevrons	Pièces	1220	1,3	1586
8	Clous de 8mm	kilos	6	2	12
9	Clous de 10mm	kilos	9	2	18
10	Fil à ligaturer	Pièces	60	30	1800
11	Planches	Pièces	1376	7	9632
12	Eau	Litre	14112		180
				Sous Total	50949
				M.O	15284,7
				Total Général	66233,7
				Cout Total	149521,32

Tableau 0-2 : Dévis étage 1

N°	Désignations	Unités	Quantités	P.U en \$	Prix Total en \$
COLONNES					
1	Sables		3	150	450
2	Graviers		6,5	90	585
3	Ciments		255	10	2550
4	Armatures ϕ 14		234	7	1638
5	Armatures ϕ 6		259	4	1036
6	Fil à ligaturer		8	30	240
7	Planches		472	7	3304
8	Clous		3	75	225
Sous Total					10028
M.O					3008,4
Total Général					13036,4

ELEVATION MUR EN BLOCS DE 15*20*40

1	Blocs		26246	0,7	18372,2
2	Sables		10	150	1500
3	Ciments		342	10	3420
4	Roofing				0
5	Ficelles		5	2,5	12,5
6	Sticks échafaudages		30	4	120
7	Madriers		18	7	126
8	Clous		7	2	14
Sous Total					23564,7
M.O					7069,41
Total Général					30634,11

POUTRES

1	Sables		12	150	1800
2	Graviers		24	90	2160
3	Ciments		992	10	9920
4	Armatures ϕ 16		303	8	2424

5	Armatures ϕ 14		112	7	784
6	Armatures ϕ 12		646	6	3876
7	Armatures ϕ 6		1727	4	6908
8	Fil à ligaturer		15	30	450
9	Planches		480	7	3360
10	Clous		4	75	300
Sous Total					31982
M.O					9594,6
Total Général					41576,6

DALLE

1	Sables		19	150	2850
2	Graviers		38	90	3420
3	Ciments		1118	10	11180
4	Sticks pieds droits		720	4	2880
5	Armatures ϕ 10		1607	5	8035
6	Armatures ϕ 12		1706	6	10236
7	Chevrons		1220	1,3	1586
8	Clous de 8mm		6	2	12
9	Clous de 10mm		10	2	20
10	Fil à ligaturer		30	30	900
11	Planches		1406	7	9842
12	Eau		14112		180
Sous Total					51141
M.O					15342,3
Total Général					66483,3
Cout Total					151730,41

Tableau 0-3 : Dévis étage 2

N°	Désignations	Unités	Quantités	P.U en \$	Prix Total en \$
COLONNES					
1	Sables		3	150	450
2	Graviers		6,5	90	585
3	Ciments		255	10	2550
4	Armatures φ14		234	7	1638
5	Armatures φ6		259	4	1036
6	Fil à ligaturer		8	30	240
7	Planches		472	7	3304
8	Clous		3	75	225
Sous Total					10028
M.O					3008,4
Total Général					13036,4

ELEVATION MUR EN BLOCS DE 15*20*40

1	Blocs		26246	0,7	18372,2
2	Sables		10	150	1500
3	Ciments		342	10	3420
4	Roofing				0
5	Ficelles		5	2,5	12,5
6	Sticks échafaudages		30	4	120
7	Madriers		18	7	126
8	Clous		7	2	14
Sous Total					23564,7
M.O					7069,41
Total Général					30634,11

POUTRES

1	Sables		12	150	1800
---	--------	--	----	-----	------

2	Graviers		24	90	2160
3	Ciments		992	10	9920
4	Armatures φ16		303	8	2424
5	Armatures φ14		112	7	784
6	Armatures φ12		646	6	3876
7	Armatures φ6		1727	4	6908
8	Fil à ligaturer		15	30	450
9	Planches		480	7	3360
10	Clous		4	75	300
Sous Total					31982
M.O					9594,6
Total Général					41576,6

O. Vues 3D Du projet



