



Étude technique détaillée d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5
de MOUN Sarl à Ouagadougou

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE Génie Civil – Bâtiment et Travaux Publics

Présenté et soutenu publiquement le 24 Janvier 2023 par

Gédéon Geraldin TCHAPCHET NJIYA
20200765

Encadrant 2iE : Decroly DJOUBISSIÉ, Enseignant-Chercheur, Département Génie Civil,
Institut 2iE

Maître de stage : Traoré ABDOULAYE, Ingénieur de Conception Génie civil à ACME

Structure d'accueil du stage : Africa Construction and Mining Equipment (ACME)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Pr Adamah MESSAN

Membres : Dr Césaire HEMA

M. Kader BANAOU DJIBO

Promotion 2022-2023

Dédicace

A mes chers parents

Mme WICK Eugénie, Mr. NJIYA Théodore et Mme NJIYA Née NYA Huguette

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence. Alors que ce document soit pour vous les prémices des résultats des efforts et sacrifices consentis, ainsi que des conseils prodigués tout au long de mon éducation.

Que Dieu tout puissant vous prête longue vie.

Remerciements

En premier lieu, on tient à remercier le dieu de nous avoir donné le courage et la force pour accomplir ce travail et nous le prions toujours qu'il soit à nos côtés.

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans l'action de plusieurs intervenants que nous tenons à remercier infiniment en particulier :

- ❖ A la fondation de l'institut 2iE et a tout le personnel administratif et corps enseignant de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement pour la qualité de formation reçue ;
- ❖ A Mon encadreur Dr. Decroly DJOUBISSIÉ, Enseignant-Chercheur au Département Génie Civil de l'Institut 2iE pour l'encadrement malgré son emploi du temps très chargé ;
- ❖ A Ing. Maxime Sawadogo, respectivement Directeur général de ACME qui nous a permis d'effectuer notre stage dans la structure dont il a la charge ;
- ❖ A l'encadreur professionnel Ing. Traoré Directeur Technique de ACME, de nous avoir accueilli et confié le poste de Chef de contrôle pour la maîtrise d'œuvre du dit projet ;
- ❖ A tout le personnel de l'Agence ACME pour l'accueil et le soutien ;
- ❖ A ma maman WICK Eugenie pour tout son soutien moral, ses multiples conseils et ses apports financiers pour ma formation ;
- ❖ A mes parents Mr. NJIYA Theodore et Mme. NYA Nana Huguette, pour leurs multiples conseils et soutien moral ;
- ❖ A toute la famille NANA pour l'amour et leur assistance multiforme ;
- ❖ A tous ceux qui sans être nommément cités ici, ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document.
- ❖ Enfin ma gratitude va à l'endroit de tous mes camarades de la promotion ainsi que tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de ma formation.

Sommaire

Dédicace	i
Remerciements	ii
Sommaire	iii
Abréviations et sigles	vi
Liste des figures	vii
Liste des tableaux	viii
Résumé	x
Abstract	xi
Introduction générale.....	1
Chapitre I. Présentation de la structure d'accueil et du projet.....	3
I.1. Présentation de la structure d'accueil	3
I.2. Présentation du projet	4
I.2.1. Présentation générale du projet	4
I.2.2. Présentation détaillée du projet	5
I.2.3. Description du Bâtiment.....	5
I.2.4. Conception du projet	8
I.2.5. Caractéristiques du projet.....	10
Conclusion partielle.....	12
Chapitre II. Conception structurale, descente de charges et prédimensionnement des éléments	13
II.1. Système de Contreventement	13
II.2. Hypothèses.....	13
II.2.1. Hypothèses générales	13
II.2.2. Hypothèses de charges	14
II.2.3. Caractéristiques des matériaux.....	15

II.3. Prédimensionnement	15
II.3.1. Prédimensionnement des éléments secondaires	15
II.3.2. Prédimensionnement des éléments principaux	21
II.3.3. Prédimensionnement des Fondations	28
II.4. Descente des charges	31
II.4.1. Évaluation des charges sur les planchers	31
II.4.2. Acrotère	32
II.4.3. Descente de charges sur les poutres	32
Conclusion partielle.....	33
Chapitre III. Étude des éléments de la structure.....	34
III.1. Éléments secondaires	34
III.1.1. Dimensionnement des planchers	34
III.1.2. Étude de l'acrotère.....	37
III.1.3. Calcul des escaliers.....	39
III.2. Étude des éléments structuraux principaux.....	40
III.2.1. Étude des poteaux	40
III.2.2. Étude des Poutres.....	41
III.3. Étude de la superstructure	42
III.3.1. Étude du Radier	42
III.3.2. Etude des nervures.....	42
III.3.3. Poteaux d'amorces.....	44
III.4. Méthode sur logiciel	44
III.5. Bilan comparatif.....	46
Conclusion partielle.....	47
Chapitre IV. Second œuvre	48
IV.1. Étude électrique.....	48

IV.1.1.	Plans électriques et Inventaires des installations	48
IV.1.2.	Hypothèses de calcul et schéma unifilaire.....	49
IV.1.3.	Méthodologie de calcul du bilan de puissance	50
IV.1.4.	Choix des disjoncteurs et Schémas unifilaires	51
IV.2.	Études hydriques (plomberie).....	52
IV.2.1.	Évaluation des crues et calculs des débits	52
IV.2.2.	Réseau d'Eau Froide : Dimensionnement des conduite et choix des diamètres.	52
IV.2.3.	Réseau d'Eau Usées et vannes : Dimensionnement des conduite et choix des diamètres.	53
IV.2.4.	Réseau d'eau pluviale.....	55
IV.3.	Sécurité incendie	55
IV.3.1.	Classification du bâtiment et mesures de protection	55
IV.3.2.	Indentification des zones et Choix des extincteurs/équipements d'alerte	56
	Conclusion partielle.....	57
Chapitre V.	Impact environnementale et étude financière du projet.....	58
V.1.	Impact environnementale du projet	58
V.2.	Coût du projet.....	62
	Conclusion partielle.....	63
	Conclusion générale et recommandations.....	64
V.1.	Conclusion générale	64
V.2.	Recommandations	65
	Bibliographie.....	66
	Annexes	- 1 -

Abréviations et sigles

A_{th}	: Section d'acier théorique
B.A.E.L	: Béton Armé aux Etat Limites
E_b	: Module de béton
f_{c28}	: Valeur caractéristique de résistance à la compression du béton
f_e	: Limite de l'élasticité de l'acier
G	: Charges permanentes
H.A	: Haute Adhérence
HT	: Hors Taxes
kN	: Kilo newton
Ks	: Coefficient de simultanéité
Ku	: Coefficient d'utilisation
LED	: Light Emitting Diode
MPa	: Méga pascale
M_t	: Moment en travée
Mu	: Moment ultime
Neq	: Effort normal équivalent
NF	: Norme Française
Nu	: Effort normal ultime
PFE	: Projet de Fin d'Etude
PH	: Plancher Haut
Q	: Charges d'exploitations
RDC	: Rez De Chaussée
St / esp	: Espacement des armatures
T	: Effort tranchant
WC	: Water closet
φ	: Diamètre
γ_s	: Contrainte

Liste des figures

Figure I-1 : Organigramme de l'entreprise ACME.....	4
Figure I-2 : Emplacement géographique du projet.....	5
Figure I-3 : images 3D de l'immeuble	6
Figure I-4 : (a) vitesse des vents dans la zone [16]; (b) carte de séismes de l'Afrique [17]....	12
Figure II-1 : coupe dalle à corps creux.....	17
Figure II-2 : schéma des poutres sur la file Y10-RDC.....	22
Figure II-3 : schéma des poutres sur la file Y10-PH-R+1.....	23
Figure II-4 : schéma des poutres sur la file X15-PH-R+2.....	24
Figure II-5 : les poteaux d'étude	26
Figure II-6 : Croquis du radier	30
Figure II-7 : zone d'influence du poteau sur le radier.....	30
Figure II-8 : Schéma de l'acrotère.....	32
Figure II-9 : schéma mécanique de la file Y10	33
Figure III-1 : schéma de ferrailage des poutrelles.....	35
Figure III-2 : schéma de ferrailage de la dalle de compression	36
Figure III-3 : schéma mécanique de la volée 1	39
Figure III-4 : schéma mécanique de la volée 2	39
Figure III-5 : schéma mécanique du radier	42
Figure III-6 : schéma mécanique des nervures.....	43
Figure III-7 : Modèle d'analyse structurel sur ARCHICAD.....	45
Figure IV-1 : Appareils de détection(b) et prévention (a et c) d'incendie	57

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Caractéristiques de la structure	10
Tableau II-1 : Charges d'Exploitation.....	14
Tableau II-2 : Charges Permanentes	14
Tableau II-3 : Géométrie de la Cage d'escaliers principale	19
Tableau II-4 : Géométrie de la Cage d'escaliers de secours	20
Tableau II-5 : Descente de charge et Geometrie des poteaux	27
Tableau II-6 : Charges permanentes des éléments secondaires	31
Tableau II-7 : Charges sur la file Y10	32
Tableau III-1 : Récap calcul du panneau de dalle pleine	37
Tableau III-2 : Récap calcul de l'acrotère	38
Tableau III-3 : Récap du calcul de l'escalier : volée I	39
Tableau III-4 : Récap du calcul de l'escalier : volée II	40
Tableau III-5 : Données d'entrée au calcul de la file	41
Tableau III-6 : recap du calcul de la poutre sur la file Y10 PH-R+1	41
Tableau III-7 : Récap du calcul du radier.....	42
Tableau III-8 : Récap des sollicitations sur les nervures.....	43
Tableau III-9 : Récap du calcul des nervures	43
Tableau III-10 : Récap du calcul de la poutre sur logiciel	45
Tableau III-11 : Récap du calcul du poteau sur logiciel.....	45
Tableau III-12 : Récapitulatif du calcul des poutres sur logiciel	46
Tableau III-13 : Eléments de comparaison des deux méthodes	46
Tableau IV-1 : Puissance des équipements	48
Tableau IV-2 : Récapitulatif des installations	49
Tableau IV-3 : Récapitulatif des circuits.....	49
Tableau IV-4 : Récapitulatif de calcul du bilan de puissance	51

Tableau IV-5 : Choix des disjoncteurs généraux	51
Tableau IV-6 : diamètre des conduites d'approvisionnement des équipements en EF.....	53
Tableau IV-7 : Choix des diamètres des conduites des équipements EV	53
Tableau IV-8 : Tableau de choix du diamètre de ventilation.....	54
Tableau IV-9 : Tableau de choix du diamètre de chute des eaux usées.....	55
Tableau IV-10 : Tableau de choix du diamètre de chute de la descente d'eau pluviale	55
Tableau V-1 : Sources d'impact environnementales.....	59
Tableau V-2 : Cout du gros œuvre	63

Résumé

Le présent projet de fin d'études a pour objet l'étude et le dimensionnement d'un bâtiment en béton armé au compte de la société immobilière MOURN SARL sis à Ouagadougou. Les normes et règlements utilisés comme référence dans ce travail sont : les NV65 pour le calcul au vent, le BAEL 91 pour le dimensionnement des éléments en béton armé.

La conception et le prédimensionnement des éléments structuraux ont été faits en tenant compte des contraintes architecturales et structurales. Quant aux logiciels choisis, la modélisation a été réalisée sur le logiciel ARCHICAD 25 et le calcul de certains éléments structuraux et des escaliers fait manuellement suivant les procédures et abaques de calcul BA mais également sur les logiciels RDM7 et ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS. Ainsi à la suite de ces calculs nous avons obtenu :

- Un recensement de près de 40 poutres par niveau de 4 sections dont la plus grande est de 40x80
- 3 familles de poteaux avec des section allant de 50x50 au RDC à 25x25 au 5^{ème} étage
- 2 types d'escaliers avec épaisseurs de paillasse de 15cm
- Un system de plancher mixte en dalle pleine de 15cm et corps creux de 20cm
- Un radier général d'épaisseur 75cm et d'une superficie de 206m²

Un dossier d'exécution contenant les plans de coffrage de chaque étage et de ferrailage pour chaque élément représentatif de la structure établis et présenté en annexe.

Et pour assurer le bon fonctionnement du bâtiment dans son ensemble, les canalisations du réseau d'eau intérieur ont été calculées à l'aide d'un programme Excel élaborer à la suite duquel les diamètres des collecteurs et de chutes obtenues varient entre 75mm et 125mm.

Et pour effectuer ce travail tout en limitant les impacts environnementaux, ont été recensés les effets négatifs et positifs du projet puis ont été proposés des mesures pour atténuer les effets négatifs.

Un bilan comparatif entre les deux variantes permettant ainsi de tirer une conclusion et une recommandation à prendre en compte lors de l'exécution de l'ouvrage sont présentés à la suite. A été établi également une estimation du montant global de la structure dont le cout s'élève à **268 890 850 F CFA**.

Mots clés : Bâtiment, Coût, Environnement, Réseaux, Structure

Abstract

The purpose of this end-of-study project is the study of a building in reinforced concrete on behalf of the real estate company MOURN SARL located in Ouagadougou. The standards and regulations used as a reference in this work are: the NV65 for wind calculation, BAEL 91 for sizing and the dimensioning of reinforced concrete elements.

The design and pre-dimensioning of the structural elements were done taking into account architectural and structural constraints. As for the chosen software, the modeling was carried out on the ARCHICAD 25 and the calculation of some structural elements and stairs done manually according to the procedures and calculation charts defined by the BAEL but also on RDM7 and ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS. Thus, following these calculations we have acquired:

- An inventory of nearly 40 beams per level of 4 sections, the largest of which is 40x80
- 3 families of columns with sections ranging from 50x50cm at the ground floor to 25x25cm at the 5th floor
- 2 types of stairs with a bench thickness of 15cm
- A mixed floor system with 15cm for full concrete slabs and 20cm for hollow body slabs
- A general reinforced concrete base slab with a thickness of 75cm and an area of 206m²

An execution file containing the formwork plans for each floor and reinforcement for each representative element of the structure established and presented in the appendix.

And to ensure the proper functioning of the building as a whole, the internal water network system was calculated using an Excel program after which the diameters of the collectors and of the falls were obtained varying between 75mm and 125mm.

In addition to that, to carry out this work while limiting the environmental impacts, the negative and positive effects of the project were identified and then measures were proposed to mitigate the effects.

A comparative assessment between the two variants makes it possible to draw a conclusion and recommendations to be taken into account during the execution is presented at the end.

An estimate of the overall amount of the structure was also established, the cost of which amounts to 268,890,850 CFA F.

Keywords: Building, Cost, Environment, Networks, Structure

Introduction générale

Au fil du temps le domaine du bâtiment ne cesse de progresser ; les projets acquièrent de l'ampleur et deviennent de plus en plus nombreux. Il est devenu l'un des principaux secteurs pour chaque pays et dont l'évolution reflète une grande partie du développement du pays en question. Les techniques de construction pour leur part, s'enrichissent d'innovations et de nouveautés dans le domaine du bâtiment dérivant d'une bonne maîtrise des caractéristiques des matériaux et des différentes découvertes au niveau des instruments de travail. Cette évolution est davantage devenue importante surtout avec l'essor de ce secteur et l'obligation de réaliser les projets dans le délai le plus bref et avec les moindres ressources devient contraignante.

Au Burkina Faso, le secteur du BTP a véritablement pris son envol ces dernières années. Le secteur du BTP connaît aujourd'hui une croissance moyenne de 17% par an et représente 42% des investissements publics réalisés sur les cinq dernières années dont 15% consacrés aux Bâtiments.

A ce titre, le mémoire de fin d'étude a pour but de confronter l'apprentissage théorique avec une application dans la réalité, il sert également à apprendre et maîtriser les ficelles du métier au sein d'une équipe et se familiariser avec les données des établissements. En outre, il permet d'acquérir les différentes qualités qu'on doit avoir afin de progresser et de préparer sa future carrière, aussi il permet d'apprendre l'utilité du travail en groupe et l'importance des relations humaines concernant le contact de l'ingénieur vis-à-vis les techniciens et ses autres collègues.

Ce mémoire porte d'une part sur la conception et l'étude d'un bâtiment par une l'analyse structurelle des éléments les composants selon deux méthodes de calcul : l'une manuelle et l'autre par logiciel. (L'ensemble de calculs a été réalisé sur la base des normes BAEL). D'ailleurs, ce rapport traduit les résultats des différentes activités, recherches et études pour la réalisation de ce mémoire de fin d'étude dont le thème est : « ***Etude technique détailler d'un immeuble : cas de l'immeuble rdc+5 de Moun Sarl en face du SIAO Ouagadougou*** ».

L'objectif de cette étude est donc de proposer une étude Avant-Projet Détaillée (APD) de l'ossature de l'immeuble.

De ce fait, ce mémoire de fin d'étude est composé de cinq chapitres :

➤ Le premier chapitre entame une présentation générale du projet d'élaboration du projet et une conception détaillée de la structure.

- Le deuxième chapitre présente le pré dimensionnement et la descente de charge sur les éléments porteurs secondaires et principaux.
- Le troisième chapitre présente le dimensionnement des éléments structuraux.
- Le quatrième chapitre porte sur les études annexes notamment l'étude électrique et hydraulique.
- Le cinquième chapitre est consacré à l'étude financière et environnementale de la structure et l'organisation de celle-ci.

Chapitre I. Présentation de la structure d'accueil et du projet

Pour une meilleure compréhension du présent mémoire, il apparaît approprié en premier lieu de présenter l'entreprise et sa structure de fonctionnement, puis de présenter de manière détaillée le projet sous différents aspects dans son environnement d'implantation.

I.1. Présentation de la structure d'accueil

Identité de la structure

Africa Construction & Mining Equipment (ACME) est né de l'idée d'un jeune Ingénieur burkinabè, déterminé, engagé, dynamique du nom de Maxime SAWADOGO en novembre 2019. En 2020, ACME a été lauréat à Pépites d'entreprises, ce qui a permis à l'entreprise d'engranger plus d'expériences.

Son siège social est situé à la cité Azimo, tampouy, dans la ville de Ouagadougou.

Domaine d'intervention

ACME propose des produits et services et intervient dans les domaines suivants :

- Bâtiment et travaux publics,
- Conception de plans Architecturaux,
- Travaux de rénovation,
- Etudes et suivis topographique et géotechnique,
- Achat et vente de parcelles et de maisons,
- Location d'engin BTP et miniers,
- Maintenance industrielle.

Expériences

ACME a trois (03) ans d'expériences sur le marché burkinabè avec plusieurs réalisations telles que :

- Des maisons de type F3, F4, R+1, R+2... ;
- Des immeubles de type R+4, R+5... ;
- Des magasins ;
- Des stations-services ;
- Des aires de jeux ;
- Et bien d'autres structures récentes qui viennent de faire l'objet d'une passation de marché.

Organigramme de la structure

L'organigramme de la structure est présenté à la Figure I-1

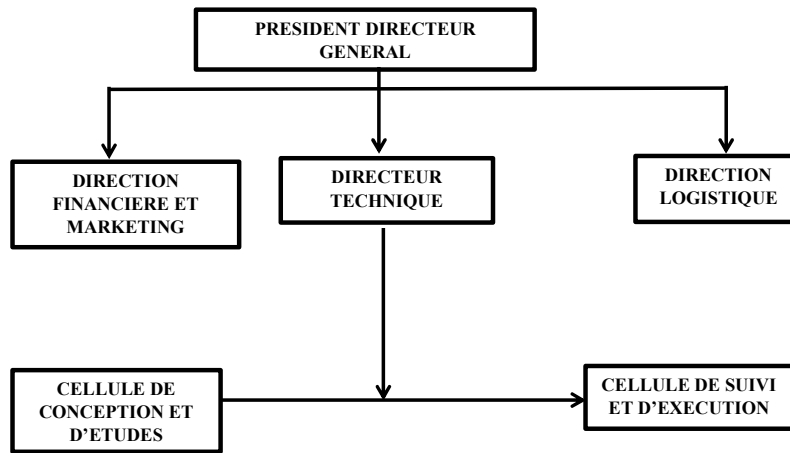


Figure I-1 : Organigramme de l'entreprise ACME

I.2. Présentation du projet

Pour qu'une étude génie civil soit bien faite, la reconnaissance des caractéristiques géométriques de la structure et des caractéristiques mécaniques et géotechniques des matériaux utilisés dans sa réalisation est indispensable, c'est ce qui fait l'objet de ce premier chapitre.

I.2.1. Présentation générale du projet

I.2.1.1. Contexte du projet

Afin d'offrir aux employés de MOUN Sarl, un cadre de travail décent et représentatif de la structure à l'échelle nationale et internationale, MOUN Sarl a sollicité la construction d'un immeuble de type RDC+5 étages à usage de salle de bureaux. Ce dernier permettra d'améliorer la qualité de services rendus des différents départements, des conditions de vie des travailleurs et de donner une meilleure visibilité à l'entreprise. Étant directement lié à la conception et à la réalisation d'édifices de manière à préserver la sécurité des vies humaines et des biens matériels, on doit tenir compte des aspects structuraux, fonctionnels et préserver la résistance, l'économie (en tenant compte du coût de réalisation), l'esthétique et la viabilité de l'édifice.

I.2.1.2. Particularité du projet

Le projet s'inscrit dans le quartier de Tensoba, situé à 200m du SIAO à l'Ouest du projet. La structure du projet définit un ensemble bâti, associant bureaux, salles de réunions, toilettes, un ascenseur en partie nord-ouest du bâtiment, une cafétéria à chaque étage. L'immeuble s'organise sur 6 niveaux.

I.2.2. Présentation détaillée du projet

I.2.2.1. Aperçu général du site

La zone du projet se situe dans le quartier de Karpala et plus précisément au point avec pour coordonnées géographiques : Latitude : 12°20'57.60"N et Longitude : 1°29'19.02"O



Figure I-2 : Emplacement géographique du projet

I.2.3. Description du Bâtiment

I.2.3.1. Description Architecturale

L'immeuble dispose d'un parking et d'une terrasse à l'avant du bâtiment, des espaces de bureaux, d'archives et de cafétéria du RDC au 5ème étage. La façade principale dispose d'une seule entrée donnant accès au hall du bâtiment et a une cage d'ascenseur située à l'extrémité nord-ouest du bâtiment. La cage d'ascenseur est entourée d'un escalier principal.

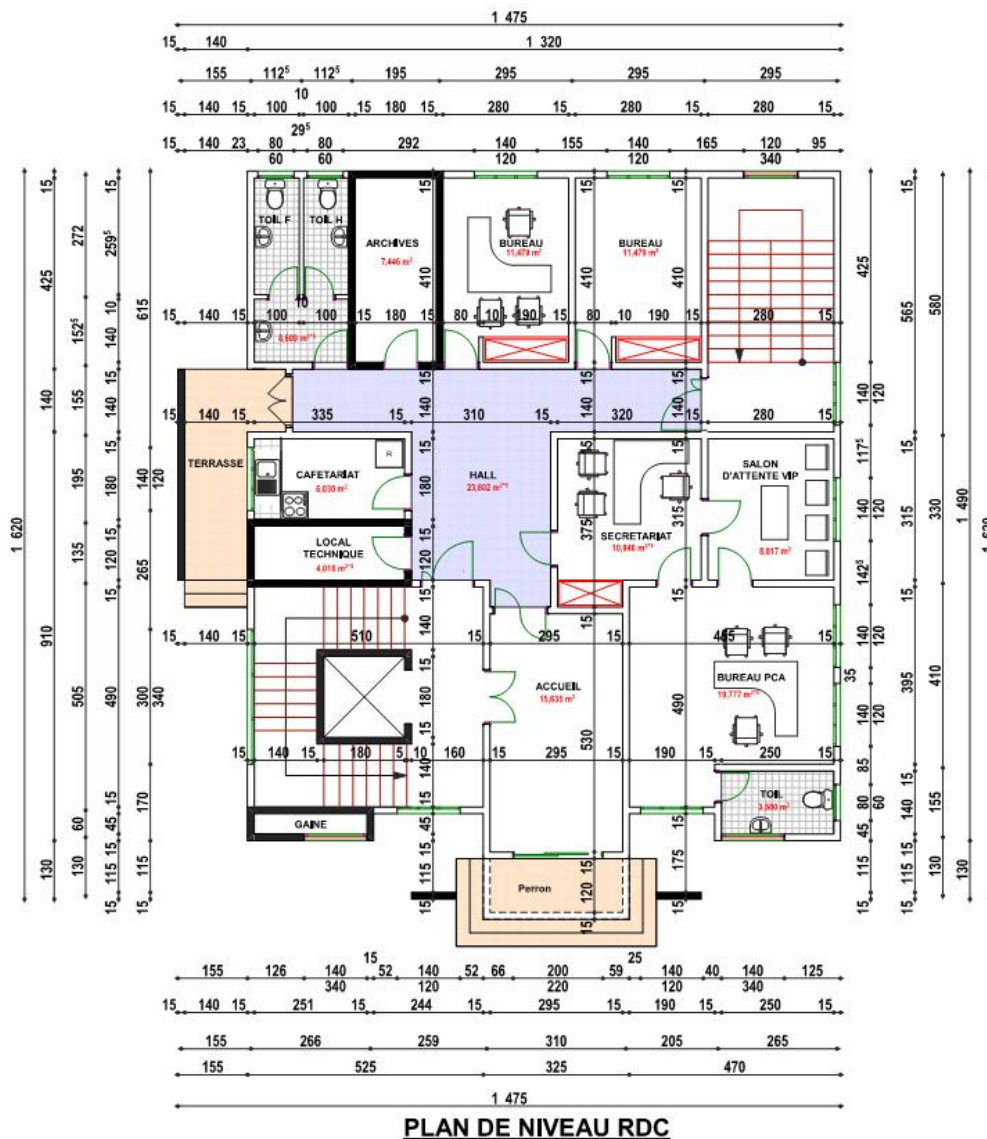
Pour des raisons de sécurité, un seul escalier ne pourra pas suffir à évacuer les étages supérieurs. Un escalier de secours est situé à l'autre extrémité du bâtiment. L'épaisseur des murs extérieurs et des cloisons (séparatives de distributions) est de 15 cm.

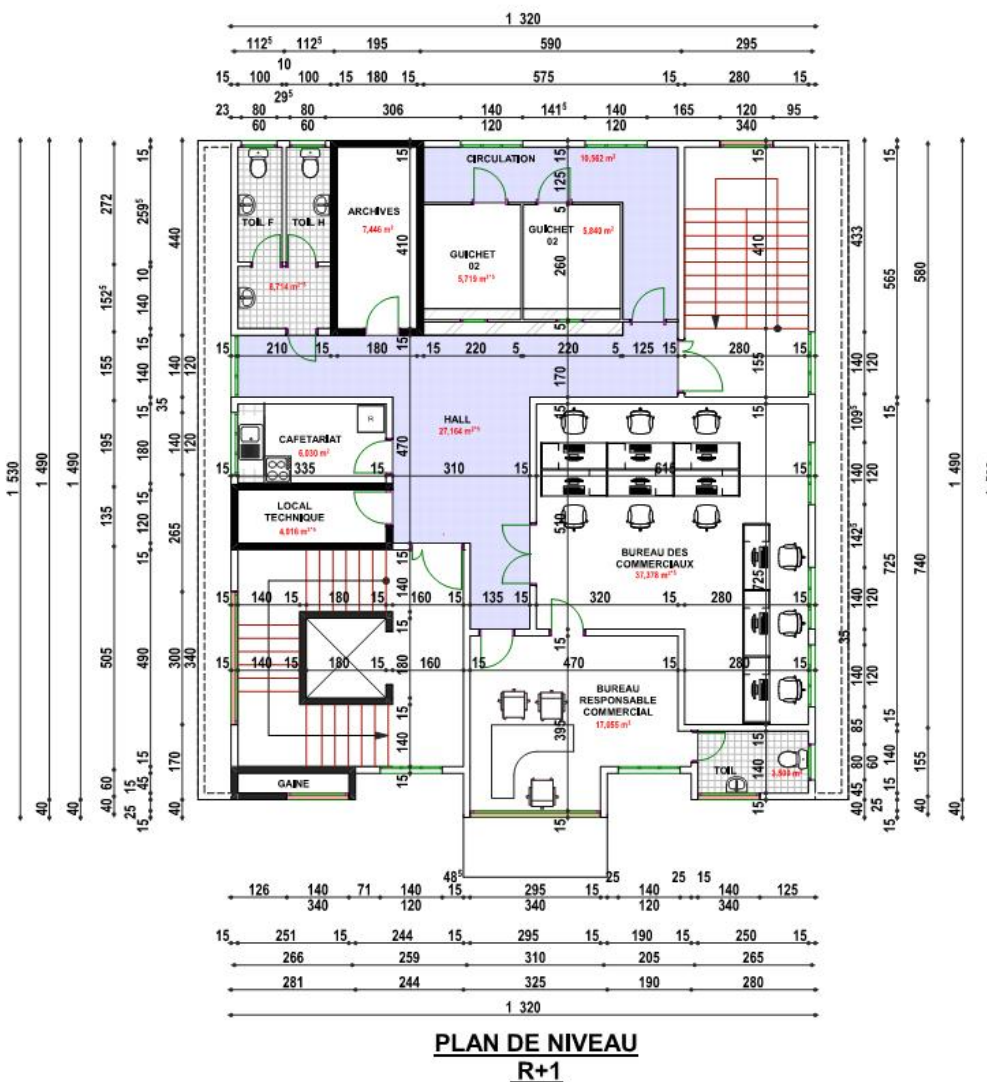
La principale caractéristique de ce bâtiment est l'architecture de façades. Un auvent en porte à faux de 120 cm de portée est présent au niveau de l'accès principal.



Figure I-3 : images 3D de l'immeuble

I.2.3.2. Description par étage





Les autres plans architecturaux de l'immeuble sont présentés en Annexe 1.

- **Rez-de-chaussée**

Le Rez-de-chaussée est constitué d'un hall d'entrée et d'une cage d'ascenseur avec espace d'accueil, 2 espaces bureaux identiques orientés vers le hall, d'un bureau du PCA, d'une salle d'attente VIP & d'un secrétariat, d'une salle d'archives et d'une cafétéria. Il comporte aussi deux salles d'eau W.C : homme/femme.

Les cages d'escalier débutent dès le rez-de-chaussée et constituent une continuité entre les étages. Une gaine technique, se raccordant directement au système externe, pour l'évacuation des eaux usées.

- **1er étage**

Le premier étage est constitué d'un hall d'entrée et de deux guichets. Il est principalement constitué d'un espace bureau à multiples postes 2 à 2, du bureau du responsable commercial, d'une cafétéria, d'un local technique et d'une salle d'archives.

- **2ème étage**

Le deuxième étage est constitué d'un hall d'entrée et 2 espaces bureaux identiques tous les deux orientés vers le hall. Il est principalement constitué d'une grande salle de réunion de 70m², d'une cafétéria, d'un local technique et d'une salle d'archives.

- **3ème au 5ème étage**

Les trois derniers étages sont réservés pour des locaux de type bureaux aménagés avec du mobilier, tels que les placards et kitchenettes.

- **Façades, coupes et détails**

L'entrée principale dispose d'un perron à 3 marches ainsi le niveau du dallage est à +0,60 m sachant que le niveau +0.00 est celui de la voie d'accès.

Le niveau Toiture est composé d'un acrotère de 1 m de hauteur sur le périmètre du bâtiment, et d'un lanterneau métallique de 120 cm x 120 cm à commande mécanique au-dessus de l'escalier de secours pour évacuation des gaz chauds et fumées. Le drainage de l'eau se fait grâce à un système de pente à 5% conduisant l'eau vers la gaine technique qui descend directement aux étages inférieurs.

I.2.4. Conception du projet

I.2.4.1. Introduction

Avant d'être exécuté, tout bâtiment doit tout d'abord être étudié techniquement. Une telle étude a pour objectif d'évaluer le comportement du bâtiment vis-à-vis des différents efforts auxquels il sera probablement soumis, et par la suite le dimensionner afin qu'il puisse y résister.

L'étude technique comporte généralement trois phases :

1. Conception de l'ouvrage et pré dimensionnement de la structure afin de vérifier la faisabilité technique du projet
2. Dimensionnement des différentes éléments et vérification de la phase précédente afin de sortir les éléments nécessaires au bordereau du prix tels que les quantités de béton, d'acier...
3. Vérification et justification du dimensionnement retenu et élaboration des plans de coffrage et de ferrailage

I.2.4.2. Contraintes architecturales

Elle est d'une grande importance dans le dimensionnement d'un bâtiment. Au cours de cette étape le concepteur doit tenir compte des retombées financières de ses choix et aussi de la difficulté liée à l'étude technique, à la réalisation. Il faut également noter que la conception doit dans la mesure du possible, respecter les plans architecturaux. Dans cette mesure nous étudierons ces contraintes qui nous imposent un style particulier à adopter.

Dans un premier temps il s'agit d'adapter la conception à l'architecture technique retenue, tout en répondant aux exigences de stabilité et de résistance, et aux contraintes architecturales de viabilité de sécurité et d'esthétique. La conception a été ainsi réalisée en fonction des plans architecturaux. Les conditions architecturales prises en considération se résument à :

- Le respect des plans architecturaux,
- Nécessité d'espaces dégagés.
- Existence des portes à faux.
- Limitation de grandes retombées susceptibles de nuire au confort et à l'esthétique.

I.2.4.3. Description des éléments secondaires constitutifs du bâtiment

• Maçonnerie

Les murs extérieurs et intérieurs sont faits en agglomérés de ciment creux de 15cm d'épaisseur. Les murs de cloisons des salles d'archives et local technique sont en béton armé de 15cm.

• Les plafonds

Il est prévu des faux plafonds qui seront supportés par les planchers hauts. L'espace compris entre le faux plafond et le nu du plancher (30 cm) sera exploité pour les retombées de poutres.

• Revêtement

Les murs extérieurs et les cloisons seront revêtus en enduit de ciment. Un revêtement en carrelage sera fait sur les planchers. Le plancher terrasse sera recouvert par une étanchéité multicouche imperméable évitant la pénétration des eaux pluviales.

• Isolation

L'isolation acoustique est assurée par les revêtements et la masse du plancher. L'isolation thermique est assurée par les couches de polystyrène sur le plancher terrasse.

I.2.4.4. Choix du système de planchers

Les planchers ou les dalles se composent de trois parties distinctes : la partie portante, le revêtement et le plafond. La partie portante doit résister aux charges transmises par le poids propre et aux surcharges prévues par les règlements. Le poids propre comprend, outre le poids

de l'élément porteur lui-même, le poids du revêtement et celui éventuellement du plafond. Les surcharges à admettre, dans le calcul des planchers, sont fixées par les normes NF P 06-001 [11] et NF P 06-004 du règlement BAEL 91 Révisé 99 [7].

Afin de justifier le choix de plancher, plusieurs paramètres sont pris en compte, parmi lesquels :

- L'utilisation du bâtiment : l'architecture des appartements permettant le rapprochement des poteaux et des voiles, diminuant ainsi les portées des dalles.
- La facilité et la rapidité de la construction joue également un rôle dans la sélection du système de plancher.
- Le bâtiment est exposé à des forces horizontales tel que le vent. Le plancher doit assurer la fonction de diaphragme (assez rigide pour la transmission des charges).
- Les portées de l'ouvrage

Pour ces raisons, les deux variantes suivantes de plancher sont adoptées : la dalle à corps creux (hourdis) et la dalle pleine.

I.2.4.5. L'acrotère

Étant donné que l'acrotère est un élément non structural entourant le bâtiment au niveau du toit, il est conçu pour la protection contre l'infiltration des eaux pluviales et sert à l'accrochage du matériel des travaux d'entretien des bâtiments. Il est considéré comme une console encadrée dans le plancher terrasse, soumis à son poids propre G , à une force latérale F_p due à l'entretien et une surcharge horizontale due à l'action du vent.

Pour cette raison nous optons pour un acrotère en béton armé de faibles épaisseurs.

I.2.4.6. Escaliers et ascenseurs

• Escaliers

C'est une partie du gros œuvre qui fait communiquer entre eux les différents niveaux d'un immeuble. Le bâtiment dont nous étudions en dispose de 02 type d'escalier soit : un escalier à un palier et un autre à deux paliers.

• Ascenseurs

Notre bâtiment dispose d'un qui vas du RDC au 5^{ème} étage. Mais dans le cadre de notre mémoire, nous allons dimensionner uniquement la cage d'ascenseur de celui-ci.

I.2.5. Caractéristiques du projet

I.2.5.1. Caractéristiques géométriques

Tableau I-1 : Caractéristiques de la structure

Dimensions de l'ouvrage	en (m)
-------------------------	--------

Longueur totale	18 m
Largeur totale	15,00m
Hauteur totale compris l'acrotère	21,70m
Hauteur étage courant	3,20m
Hauteur RDC	3,40m

I.2.5.2. Caractéristiques géotechniques du sol

D'après le rapport du laboratoire National de Bâtiment et Travaux Publics (LNBTP), la contrainte admissible du sol dans la zone d'implantation de notre bâtiment est de 0,10 MPa avec un niveau de fond de fouille de -2,50 m. Le poids volumique du sol est de 20 kN/m³. Le coefficient d'élasticité du sol K_z est pris égale à 40,00 kN/m³. Le coefficient de poussée statique K_0 est de 1 étant donné la nature du sol (argile molles).

I.2.5.3. Caractéristiques Environnementaux

La vitesse extrême de vent est de 32 km/h. Elle correspond à la pression dynamique extrême des 20 dernières années. C'est la plus grande vitesse instantanée à laquelle la construction peut être soumise durant sa vie. La Figure I-4(a) présente une illustration de la vitesse des vents et de leurs directions dans la zone.

D'après la carte de séisme de l'Afrique (Figure I-4(b)), le Burkina Faso se trouve dans une zone de très faible sismicité. Cependant le niveau minimal de protection sismique accordé à un ouvrage dépend de sa destination et de son importance vis-à-vis des objectifs de protection fixés par la collectivité. Cette classification préconise des seuils minimaux de protection qu'un maître d'ouvrage peut modifier uniquement en surclassant l'ouvrage pour une protection accrue, compte tenu de la nature et de la destination de l'ouvrage vis-à-vis des objectifs visés. Tout ouvrage qui relève du domaine d'application des présentes règles doit être classé dans l'un des quatre (04) groupes :

- GROUPE 1A : ouvrages d'importance vitale.
- GROUPE 1B : ouvrage de grande importance.
- GROUPE 2 : ouvrages courants ou d'importance moyenne.
- GROUPE 3 : ouvrage de faible importance.

Ainsi dans le cadre du présent mémoire, la zone sera considérée comme zone de faible sismicité et selon le RPA99/version 2003, le bâtiment est de type Ouvrages courants : Habitations-Bureaux dont la hauteur est inférieure à 48 m donc il est classé dans le groupe 2.

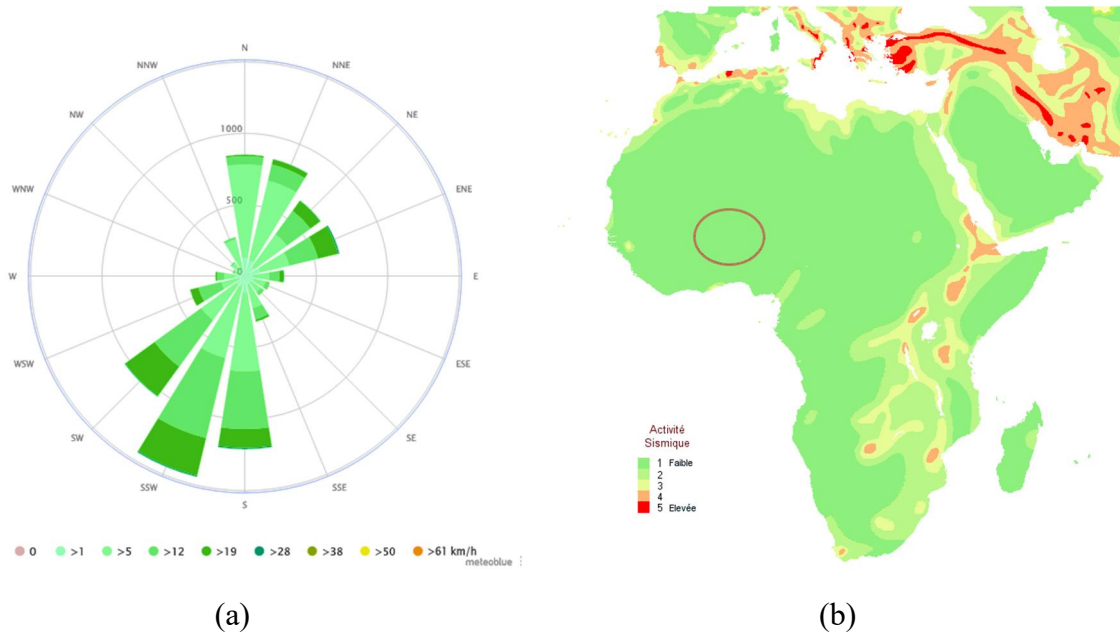


Figure I-4 : (a) vitesse des vents dans la zone [16]; (b) carte de séismes de l'Afrique [17]

Conclusion partielle

Compte tenu de l'aptitude et des moyens dont dispose l'entreprise pour l'exécution de ce projet, au regard de la disposition des pièces dans l'immeuble, de l'architecture en générale et des conditions climatiques de la zone dans laquelle est réalisé le projet, grâce à la phase de planification et de gestion du projet, il est possible de gérer le projet de façon proactive en suivant les règles de contrôle.

Chapitre II. Conception structurale, descente de charges et prédimensionnement des éléments

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer le comportement du bâtiment vis-à-vis des différents efforts auxquels il sera probablement soumis, de concevoir les plans de structures et par la suite le dimensionner afin qu'il puisse y résister.

II.1. Système de Contreventement

Le système de contreventement est la partie de la structure qui doit reprendre les forces horizontales dues aux actions climatiques ou sismiques. Au regard de la taille du bâtiment et de son importance, un système de contreventement a été choisi. Ceci renvoie à une bonne réflexion sur l'implantation des poteaux et poutres couplés aux voiles de la cage d'escalier pour assurer un meilleur contreventement de la structure. L'interaction des deux types de structure produit par conséquent un effet de raidissage favorable du bâtiment.

II.2. Hypothèses

En présence des résultats du rapport géotechnique établi par le LNBTP les hypothèses de calcul suivantes ont été prises :

II.2.1. Hypothèses générales

Le bâtiment a une structure totalement en béton armé composée essentiellement de dalles à corps creux, de poutres, de poteaux et de voiles. La fondation est de type superficiel sur radier généralisé.

Les charges sont transmises du plancher supérieur aux poutres, puis aux poteaux qui les retransmettent à leur tour aux planchers inférieurs ou à la fondation selon les niveaux.

II.2.1.1. Résumé

Type d'ouvrage : BATIMENT R+5 À USAGE MIXTE

Type de fondation : Fondation superficielle

Structure : BETON ARME = radier, longrines, poteaux, poutres dalle

Fissuration peu préjudiciable en superstructure

Fissuration préjudiciable en fondation

Teneur au feu : 1 heure

II.2.1.2. Règlements

B.A.E.L 91 révisé 99

Les combinaisons d'actions sont :

- A l'état limite ultime : $ELU = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$; $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q + W$

- A l'état limite de service : $ELS = G + Q ; G + Q+W$

Les contraintes admissibles de cisaillement sont :

- $\sigma_u = \text{Min} (0,2 f_{cj}/\gamma_b, 5MPa)$, Fissuration peu préjudiciable
- $\sigma_u = \text{Min} (0,15 f_{cj}/\gamma_b, 4MPa)$, Fissuration préjudiciable ou très préjudiciable.

Coefficient de poisson :

- $\nu=0.2$ à ELS
- $\nu=0$ à ELU

II.2.2. Hypothèses de charges

Le Tableau II-1 présente les différentes charges d'exploitation applicables aux différents locaux de l'immeuble. Le Tableau II-2 présente les charges permanentes des matériaux et constituants de la structure.

Tableau II-1 : Charges d'Exploitation

Charges d'Exploitation Référence [11]	
Désignation	Valeur (kN/m ²)
Entretien toiture	1,00
Sanitaires	1.50
Salles de réunions avec siège, bibliothèque	4,00
Cantines	3,50
Escaliers, circulations	4,00
Hall	4,00

Tableau II-2 : Charges Permanentes

Charges Permanentes Référence [10]	
Désignation	Valeur (kN/m ²)
Béton armé (kN/m ²)	25,0
Agglomérés creux $e_p = 20$ cm (*)	3,30
Agglomérés creux $e_p = 15$ cm (*)	2,93
Agglomérés creux $e_p = 10$ cm (*)	1,80
Plancher à entrevous 20+5	3,10
Faux plafond	3,30
Forme de pente (épaisseur= 10 cm)	0,20
Étanchéité multicouche	2,30
Revêtement sol (**)	1,00

(*) = y compris enduits d'épaisseur 1,5cm sur les deux faces

(**) = y compris enduits d'épaisseurs 1,5cm en sous face plancher

II.2.3. Caractéristiques des matériaux

II.2.3.1. Béton

Pour les éléments en infrastructure, F_{c28} est de 25 MPa et en superstructure F_{c28} de 20 MPa. La contrainte de traction F_{t28} prise égale à 1,80 MPa et 2,1MPa. Le module d'élasticité du béton E_{b25} de 32164 MPa et E_{b20} de 29858 MPa. Les dosages de béton sont de 400 kg/m³ en fondation et de 350 kg/m³ superstructure avec des enrobages de +5cm en fondation et de + 3cm en élévation. Les coefficients de fissuration et de sécurité respectivement de 1,6 et de 1,5.

II.2.3.2. Acier

Les aciers de nuance à considérer sont des HA FeE400 avec un module d'élasticité de 210.000 MPa. Les coefficients de sécurité et la contrainte de calcul de 1,15 et la contrainte de résistance 347,82Mpa.

II.3. Prédimensionnement

Le but du pré dimensionnement est d'optimiser les sections afin de réduire les coûts. Ainsi une fois la conception faite, c'est-à-dire la disposition des éléments porteurs verticaux et horizontaux étant choisie, chaque élément doit être pré dimensionné, vis-à-vis des conditions de résistance et de déformation.

II.3.1. Prédimensionnement des éléments secondaires

II.3.1.1. Détermination de l'épaisseur des planchers (corps creux et dalles pleines)

Au vu du cout, des différences de charges et des portées de nos planchers dans notre structure, nous avons opté pour deux types de planchers : les plancher à corps creux et dalles pleines

a. Corps creux

Les corps creux n'interviennent pas dans la résistance de l'ouvrage sauf qu'ils offrent un élément infiniment rigide dans le plan de la structure.

- Les portées ne sont pas importantes (max 6 m) c'est $\leq 8m$.

- Elle diminue le poids de la structure

Condition de flèche

L'épaisseur de plancher est conditionnée par :

$$h \geq \frac{L_t}{22,5}$$

Avec $L_t = \min(\max L_x ; \max L_y)$ et (L portées aux nues dans les sens considéré)

Suivant notre plan de coffrage on a $L_t = \min(3,70 ; 5,05)$ soit $L_t = 3,70$ m

On a donc

$$h \geq \frac{3,70}{22,5} = 0,164m$$

On prendra **$h = 20$ cm**

Soit $h = 20$ (16 +4) cm 16 cm pour le corps creux et 4 cm pour la dalle de compression.

- **Les poutrelles**

Les poutrelles sont des sections en béton armé, servant à transmettre les charges réparties ou concentrées aux poutres principales, elles sont calculées en flexion simple.

Disposition des poutrelles

La disposition des poutrelles se fait selon deux critères :

- Le critère de la petite portée ;
- Le critère de continuité (le sens où il y a plus d'appuis).

Dimensionnement des poutrelles

Détermination de la largeur de la table de compression :

$$\frac{b - b_o}{2} \leq \min\left(\frac{L_x}{10}, \frac{L_y}{20}\right)$$

b_o : largeur de la nervure

L_x : distance minimale entre nus de poutrelles

L_y : distance maximale entre nus d'appuis des poutrelles

h_o : épaisseur de la dalle de compression

Avec $b_o = \left(\frac{h}{3}; \frac{h}{2}\right)$ On as donc $b_o = (20/3 ; 20/2)$

$b_o = (6.67 ; 10)$ cm ; on adopte $b_o = 10$ cm

$L_x = 350$ cm, $L_y = 500$ cm

$$\rightarrow \frac{b - 10}{2} \leq \min\left(\frac{350}{10}, \frac{500}{20}\right)$$

$\min(35 ; 25) = 25$ cm $\Rightarrow b \geq (25*2) + 10$

$b \geq 60$ cm on prendra $b = 60$ cm

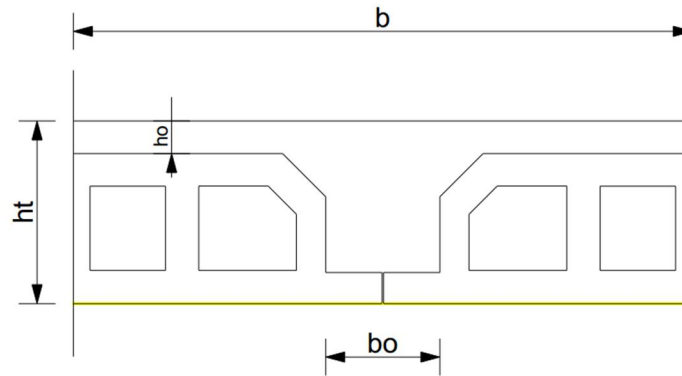


Figure II-1 : coupe dalle à corps creux

a. Pleines

L'épaisseur des dalles dépend le plus souvent des conditions d'utilisation et de résistance. En plus de sa participation à la stabilité de l'ouvrage, elles offrent une isolation thermique, acoustique, et la protection contre l'incendie entre les différents étages. Ainsi le pré dimensionnement des dalles pleines est fait en tenant compte de ses quatre conditions.

- Cas 1 : Dalles extérieurs en porte à faux ($L_{x_{max}} = 1.60m$)
- Cas 2 : Dalle intérieur a l'embranchement avec la cage d'ascenseur et d'escalier (dalle machinerie et salle de réunion) ($L_{x_{max}} = 2.20m$)

Resistance au feu :

Selon la règle R15 les épaisseurs minimales des coupes feu pour les dalles en béton on a :

- $e = 7cm$ pour une heure de coupe de feu.
- $e = 11cm$ pour deux heures de coupe-feu.
- $e = 17,5 cm$ pour un coupe-feu de quatre heures.

Cas 1 : pas utile

Cas 2 : utile $\rightarrow e_1 = 7cm$

Isolation phonique :

La protection contre les bruits aériens exige une épaisseur minimale de 16 cm ($e \geq 16 cm$)

Cas 1 : non exiger

Cas 2 : utile $\rightarrow e_2 = 16cm$

Résistance à la flexion :

Dalle reposant sur deux appuis : $\frac{Lx}{35} < e < \frac{Lx}{30}$

Dalle reposant sur trois ou quatre appuis : $\frac{Lx}{50} \leq e \leq \frac{Lx}{40}$

L_x : est la petite portée du panneau le plus sollicité. (Cas défavorable)

Dans notre projet nous avons les deux cas :

- Cas 1 : les dalles reposant sur deux (02) appuis

$$L_x = 1.6\text{m} = 160\text{cm}$$

$$\frac{L_x}{35} < e < \frac{L_x}{30} \Rightarrow \frac{160}{35} < e < \frac{160}{30}$$

$$\rightarrow 4.57 \leq e_3 \leq 5.33\text{cm}$$

$$\text{Soit } e_3 = 5 \text{ cm}$$

- Cas 2 : les dalles reposant sur quatre (04) appuis

$$L_x = 2,20 \text{ m} = 220 \text{ cm}$$

$$\frac{L_x}{50} \leq e \leq \frac{L_x}{40} \Rightarrow \frac{220}{50} < e < \frac{220}{40}$$

$$\rightarrow 4.20 \leq e_3 \leq 4.5\text{cm} \text{ soit } e_3 = 4.5\text{cm}$$

Condition de déformation :

La résistance à la déformation est donnée par :

$$\frac{e}{L_x} \geq \frac{M_t}{20 * M_o}$$

$$\text{Avec } M_t = \alpha * M_o$$

$$\rightarrow \frac{e}{L_x} \geq \frac{\alpha}{20}$$

- Cas 1 : Panneaux de rives ($\alpha = 0.85$)

$$\text{On a } e \geq \frac{(160*0.85)}{20} \text{ soit } e_4 \geq 6.8\text{cm}$$

- Cas 2 : Panneau intermédiaire ($\alpha = 0.75$)

$$\text{On a } e \geq \frac{(200*0.75)}{20} \text{ soit } e_4 \geq 8.25\text{cm}$$

CHOIX :

Au vu des calculs effectués, on retient $e = \max(e_1, e_3, e_4)$. Cependant avec la prise en compte de certains paramètres (e_2) et les charges importantes repris par la dalle machinerie, la hauteur de la dalle qui satisfait toutes les conditions est :

Cas 1 : $e = 15\text{cm}$

Cas 2 : $e = 20\text{cm}$ pour la dalle machinerie et $e = 15\text{cm}$ dalle de salle de conférence

• Escaliers

Dans notre projet nous avons 2 types d'escalier qui sont :

- Escalier a trois volées contrariées avec 2 paliers de repos identiques.
- Escalier a deux volées identiques contrariées avec palier de repos.

Pour déterminer les dimensions des marches et contre marche « g et h » on utilisera la relation de BLONDEL qui stipule :

$$60 \leq g + 2h \leq 64$$

- n : Nombre de contre marche.
- $n - 1$: Nombre de marches.
- g : Giron (la largeur de la marche).
- h : Hauteur de la contre marche.

$$h = \frac{H}{n}, \quad g = \frac{l}{n-1}$$

On obtient donc :

$$60 \leq \frac{2H}{n} + \frac{l}{n-1} \leq 64$$

$$\Rightarrow 64 \times n^2 - (64 + 2 \times H + L) \times n + 2 \times H = 0$$

Géométrie

Après les calculs effectués pour les escaliers du RDC et présentés en *Annexe 7* et à l'aide d'une fiche Excel élaboré ce projet, les tableaux suivants résumant les dimensions des escaliers principale et de secours retenu pour chaque niveau.

Cas 1 : escalier Principale reliant le RDC-ETAGE1 (Escalier a trois volées contrariées avec 2 paliers de repos identiques)

Suivant les plans architecturaux, on a comme données :

- Niveau initial : Fondation
- Niveau final : Plancher haut RDC
- Franchissement de dénivelé : 3.40m
- Emmarchement : 1.40m
- Hauteur volée 1 : 1.02m
- Longueur volée 1 : 1.50m
- Hauteur volée 2 : 1.36m
- Longueur volée 2 : 2.10m
- Hauteur volée 3 : 1.02m
- Longueur volée 3 : 1.50m
- Palier de repos 1 : 1.40x1.40
- Palier de repos 2 : 1.40x1.40

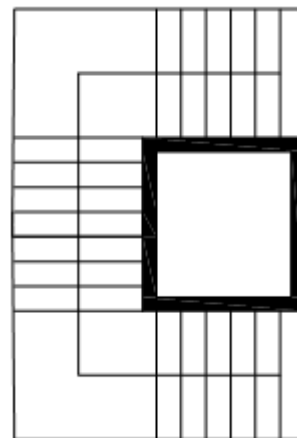


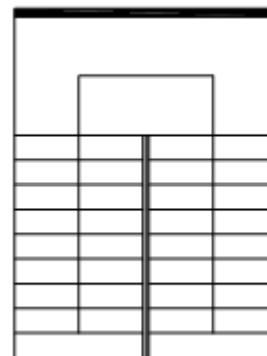
Tableau II-3 : Géométrie de la Cage d'escaliers principale

Niveau	Hauteur de franchissement	Volée	H _{volée} (m)	Inclinaison (α)	L _{volée} (m)	Nombre de marche	Epaisseur (cm)
RDC	3.4	I	1.02	34.22	1.5	5	15
		II	1.36	32.93	2.1	7	
		III	1.02	34.22	1.5	5	
1 ^{er} au 4 ^{ème} étage	3.2	I	1.02	34.22	1.5	5	15
		II	1.16	28.91	2.1	6	
		III	1.02	34.22	1.5	5	

Cas 2 : escalier de secours reliant le RDC-ETAGE1 (Escalier a deux volées identiques contrariées avec palier de repos)

L'étude des plans architecturaux donnent :

- Niveau initial : Fondation
- Niveau final : Plancher haut RDC
- Franchissement de dénivelé : 3.40m
- Emmarchement : 1.40m
- Hauteur volée 1 : 1.70m
- Longueur volée 1 : 2.70m
- Hauteur volée 2 : 1.70m
- Longueur volée 2 : 2.70m
- Palier de repos : 1.40x1.40x2



Géométrie

Tableau II-4 : Géométrie de la Cage d'escaliers de secours

Niveau	Hauteur de franchissement	Volée	H _{volée} (m)	Inclinaison (α)	L _{volée} (m)	Nombre de marche	Epaisseur (cm)
RDC	3.4	I	1.7	32.2	2.7	9	15
		II	1.7	32.2	2.7	9	

1^{er} au 4^{ème} étage	3.2	I	1.6	30.65	2.7	8	15
		II	1.6	30.65	2.7	8	

II.3.2. Prédimensionnement des éléments principaux

II.3.2.1. Les poutres

Les poutres sont pré-dimensionnées d'après, le règlement BAEL 91. D'une manière générale on peut définir les poutres comme étant des éléments porteurs horizontaux. Etant donné la mixité de dalles dans notre bâtiment, nous avons deux types de poutres :

Les poutres principales

- Elles reçoivent les charges transmises par les Poutrelles et les répartissent aux poteaux sur lesquels ces poutres reposent.
- Elles relient les poteaux.
- Elles supportent les dalles pleines.

La hauteur est donnée selon la condition de la flèche qui est :

Pour les poutres sur 2 appuis : on a $\frac{L_{max}}{15} \leq h \leq \frac{L_{max}}{10}$ et $\frac{h_{max}}{5} \leq b \leq \frac{h_{max}}{2}$

Pour les poutres continues : on a $\frac{L_{max}}{20} \leq h \leq \frac{L_{max}}{16}$ et $\frac{h_{max}}{5} \leq b \leq \frac{h_{max}}{2}$

Dans le cadre de notre mémoire, nous nous intéresserons à l'étude de 3 files de poutres dont

- Au PH-RDC : file Y13 (continues de 3 poutres)
- Au PH-R+2 : file Y10 (continues de 2 poutres)
- Au PH-R+2 : file X15 (continues de 5 poutres)

PH-RDC : file Y10

Les portées sont données comme suit

	P1	4.21m
Y10	P2	5.90m
	P3	2.95m

Poutres continues, la hauteur donnée selon la condition de la flèche est :

$$\frac{L}{20} \leq h \leq \frac{L}{16} \quad \text{Et} \quad 0.2h \leq b \leq 0.5h$$

$$\Rightarrow h_1 = \max 26.31\text{cm} \quad \text{Et} \quad b_1 = \max 13.16\text{cm}$$

$$\Rightarrow h_2 = \max 36.88\text{cm} \quad \text{Et} \quad b_2 = \max 18.44\text{cm}$$

$$\Rightarrow h_3 = \max 18.43\text{cm} \quad \text{Et} \quad b_3 = \max 9.22\text{cm}$$

On adopte $h_1 = 40\text{cm}$; $b_1 = 20\text{cm}$, $h_2 = 50\text{cm}$; $b_2 = 25\text{cm}$ et $h_3 = 40\text{cm}$; $b_3 = 20\text{cm}$

Vérification :

$$\left\{ \begin{array}{l} b1 = 20 \geq 20 \\ h1 = 40 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \quad ok \quad \left\{ \begin{array}{l} b2 = 25 \geq 20 \\ h2 = 50 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \quad ok \quad \left\{ \begin{array}{l} b3 = 20 \geq 20 \\ h3 = 40 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \quad ok$$

Mais pour des raisons d'exécution et de mise en œuvre et de reprise des charges, nous allons uniformiser les sections soit $h1 = h2 = h3 = 50\text{cm}$ et $b1 = b2 = b3 = 25\text{cm}$

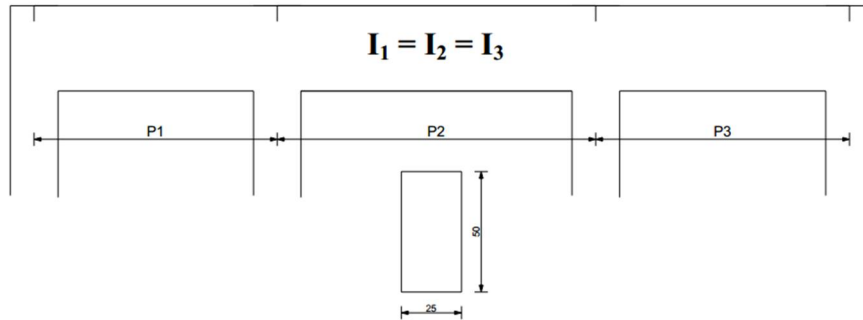


Figure II-2 : schéma des poutres sur la file Y10-RDC

PH-R+1 : file Y10

On a :

	P1	5.25m
Y10	P2	7.8m

Poutres continues, la hauteur donnée selon la condition de la flèche est :

$$\frac{L}{20} \leq h \leq \frac{L}{16}$$

$$\Rightarrow h1 = \max 32.82\text{cm} \quad \text{Et} \quad b1 = \max 16.41\text{cm}$$

$$\Rightarrow h2 = \max 48.75\text{cm} \quad \text{Et} \quad b2 = \max 24.38\text{cm}$$

On adopte $h1 = 50\text{cm}$; $b1 = 25\text{cm}$, $h2 = 60\text{cm}$; $b2 = 30\text{cm}$

Etant donné que sur la deuxième travée il y a une naissance de poteaux et du a la longueur de la poutre, pour éviter un risque de torsion de la poutre, nous réduirons le rapport h/b en augmentant la base a 40cm

Vérification :

$$\left\{ \begin{array}{l} b1 = 25 \geq 20 \\ h1 = 50 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \quad ok \quad \left\{ \begin{array}{l} b2 = 40 \geq 20 \\ h2 = 60 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 1.5 < 4 \end{array} \right. \quad ok$$

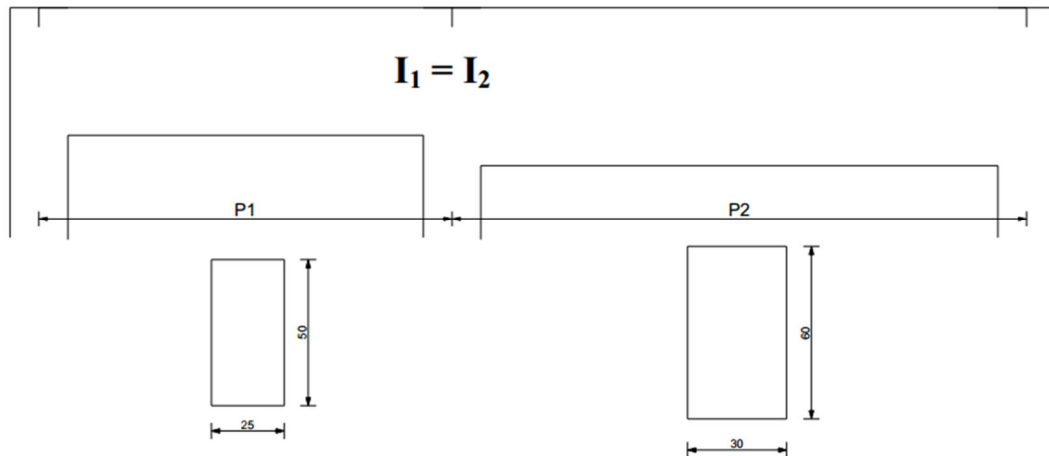


Figure II-3 : schéma des poutres sur la file Y10-PH-R+1

PH-R+2 : file X15

Les portées sont données comme suit

P1	5.65m
P2	3.3m
P3	1.55m
P4	4.35m

Poutres continues, la hauteur donnée selon la condition de la flèche est :

$$\frac{L}{20} \leq h \leq \frac{L}{16}$$

$$\Rightarrow h_1 = \max 35.31\text{cm} \text{ Et } b_1 = \max 17.66\text{cm}$$

$$\Rightarrow h_2 = \max 20.63\text{cm} \text{ Et } b_2 = \max 10.31\text{cm}$$

$$\Rightarrow h_3 = \max 9.69\text{cm} \text{ Et } b_3 = \max 4.75\text{cm}$$

$$\Rightarrow h_4 = \max 27.19\text{cm} \text{ Et } b_4 = \max 13.61\text{cm}$$

On adopte $h_1=50\text{cm}$; $b_1=25\text{cm}$, $h_2=40\text{cm}$; $b_2=20\text{cm}$, $h_3=40\text{cm}$; $b_3=20\text{cm}$, $h_4=40\text{cm}$; $b_4=20\text{cm}$

$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 = 25 \geq 20 \\ h_1 = 50 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \text{ ok } \left\{ \begin{array}{l} b_2 = 20 \geq 20 \\ h_2 = 40 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \text{ ok } \left\{ \begin{array}{l} b_3 = 20 \geq 20 \\ h_3 = 40 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \text{ ok } \left\{ \begin{array}{l} b_4 = 20 \geq 20 \\ h_4 = 40 \geq 30 \\ \frac{h}{b} = 2 < 4 \end{array} \right. \text{ ok}$$

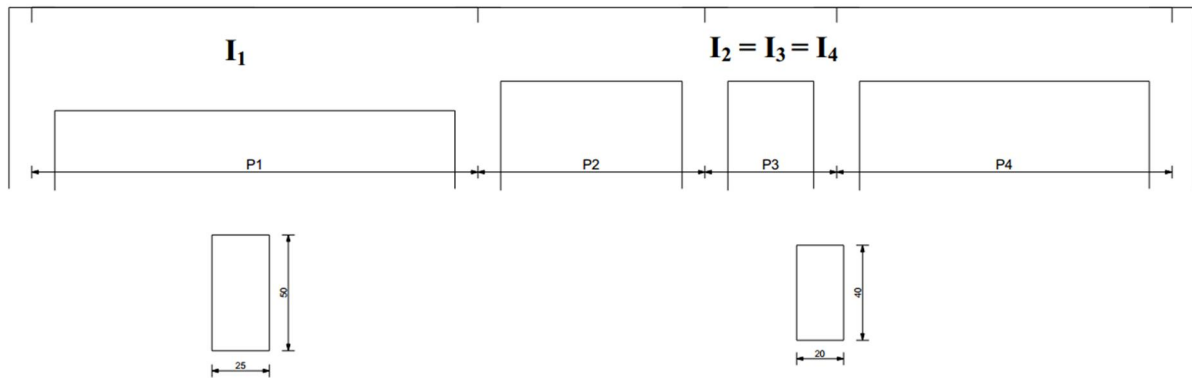


Figure II-4 : schéma des poutres sur la file X15-PH-R+2

II.3.2.2. Poteaux

a. Hypothèses

Comme hypothèses de pré dimensionnement, on va sur la base que tous les poteaux travaillent uniquement en compression simple.

Dans le cadre de notre mémoire nous regrouperons les poteaux par cas en fonction de leur surface de reprise de sollicitation verticaux, de leur surface de reprise et en fonction de leurs positions sur les autres dit ; poteau central, poteau de rive et poteau d'angle.

Ensuite on choisira pour groupe, un poteau sur lequel on effectuera nos calculs choisissant les poteaux les plus sollicités du groupe. Pour cela, on utilise un calcul basé sur la descente de charge tout en appliquant la loi de dégression des charges d'exploitation

On suivra les étapes suivantes :

- Le calcul de la surface reprise pour chaque poteau.
- La détermination des charges et surcharges qui reviennent à chaque type de poteau.

La section du poteau obtenue devant vérifier les conditions minimales imposées par le BAEL, les dimensions doivent satisfaire les conditions suivantes :

$$\text{Min}(a, b) \geq 20\text{cm}$$

$$\text{Min}(a, b) \geq l_f / 20$$

Avec a et b les dimensions de la section

1^{ère} hypothèse : pour rester toujours dans les compressions centrées, on se fixe un élancement mécanique $\lambda = 35$

2^{ème} hypothèse : on suppose des sections carrées ; $B=a^2$ et $Br=(a^2-4a+4)$

En supposant que les poteaux sont soumis à la compression simple, d'après le BAEL 91 on a :

$$Nu \leq \alpha \left(\frac{Br \cdot fcj}{0.9 \cdot \gamma b} + \frac{As \cdot fe}{\gamma s} \right) \text{ et } As/Br = 1\%$$

Avec les informations contenues un peu plus haut sur les caractéristiques des matériaux, et les différentes hypothèses, on tire la valeur de Br en fonction Nu

$$\text{On obtient : } Br \geq 0.65Nu$$

où Br en cm et Nu en KN

Etant donné les sections de poteaux carrée, on a :

$$\text{Moment quadratique (I) : } I = \frac{a^4}{12} \quad (1)$$

$$\text{Rayon de giration : } i = \sqrt{(I/B)} \quad (2)$$

$$\text{Enlacement } (\lambda): \lambda = \frac{lf}{i} \quad (3)$$

$$(1). \text{ dans (2) dans (3), on obtient : } \lambda = \frac{lf}{\sqrt{\frac{a^2}{12}}} \text{ avec } B=a^2$$
$$\Rightarrow \lambda = 3.46 * \frac{lf}{a} = 35$$

En supposant pour les poteaux de :

- Centre (bi encasté) $\Rightarrow lf = 0.5l$ On obtient $a \geq 0.16$ et $.17$ au RDC
- Rive (encasté et libre) $\Rightarrow lf = 0.7l$ on obtient $a \geq .22$ et 0.24 au RDC

Donc on vérifiera également que pour les dimensions minimales des sections obtenues soient :

- Poteaux de rives et d'angles $a \geq 25cm$,
- Poteaux centrale $a \geq 20cm$.

b. Ciblage des poteaux et surcharges revenant aux poteaux

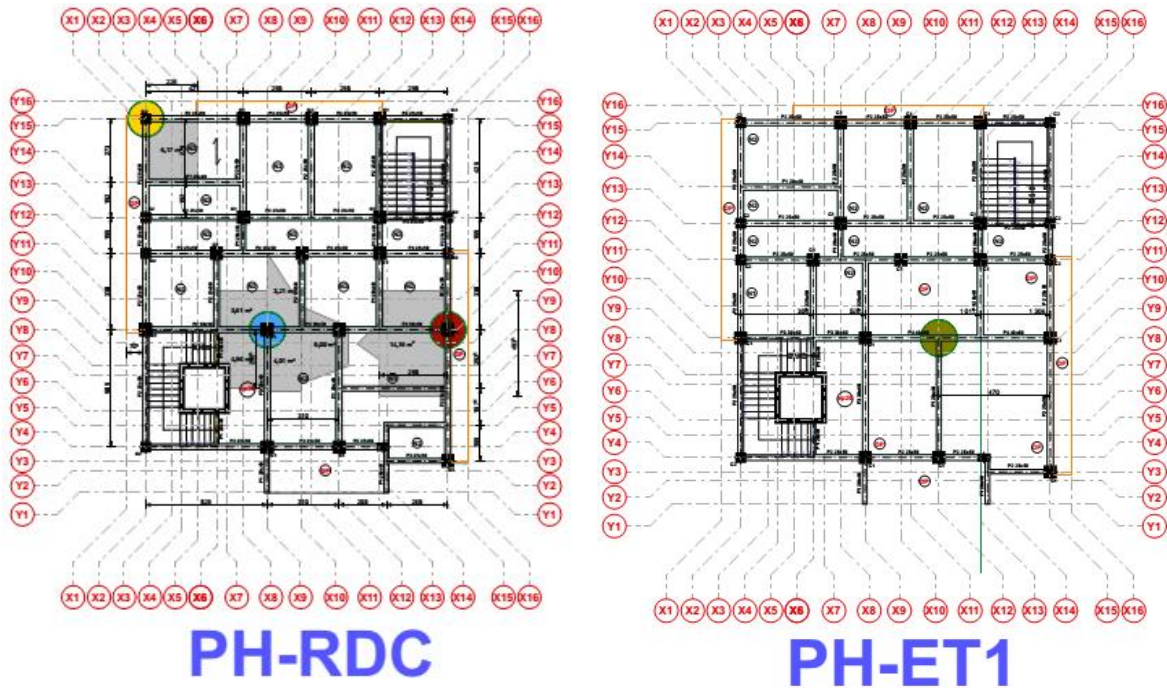


Figure II-5 : les poteaux d'étude

POTEAU	ETAGE	DESIGNATION	CODE
CENTRALE	RDC	X9-Y10	
	3 ^{ème} Etage	X12-Y10	
DE RIVE	RDC	X15-Y10	
D'ANGLE	RDC	X2-Y15	

c. Calcul des charges

Ici les charges et surcharges revenant à chaque poteau seront calculées et cela par étage comme présenter dans les tableaux ci-dessous. Lorsqu'une charge d'exploitation s'applique à une surface S, les chances sont faibles de voir celle-ci recevoir la totalité de la charge. On est donc conduit à adopter un coefficient de majoration pour les petites surfaces et de minorations pour les grandes surfaces. La norme NF P 06-001 permet une dégression de 1 à 0.8 des charges pour les locaux de 15 à 50 m² et une augmentation pour les locaux de 0 à 15 m². Cette descente de charge verticale est faite suivant la *loi de dégression de charge*.

$$\text{Loi de dégression : } N_Q = (Q_{n-1} + Q_n) \times \phi_i + Q_0$$

Avec :

Q_0 : Charge d'exploitation au dernier étage compté à partir du haut

Q_n : Charges de l'étage compté à partir du haut

ϕ_i : coefficient de dégression allant de 1 à 0.65

Tableau II-5 : Descente de charge et Geometrie des poteaux

Centrale (X9-Y10)	Niveau	Ng(kN)	Nq(kN)	Nu(kN)	Br(cm²)	B_{th}(cm²)	Section Choisie
	5	11.9055	15.79	39.8	25.9	50.3	30*30
	4	115.54	73.535	266.3	173.1	229.7	30*30
	3	207.612	140.506	491	319.2	394.7	40*40
	2	299.684	182.677	678.6	441.1	529.1	40*40
	1	427.3685	244.092	943.1	613	716	50*50
	RDC	546.733	297.19	1183.9	769.5	884.5	50*50
Centrale 2 (X12-Y10)	Niveau	Ng(kN)	Nq(kN)	Nu(kN)	Br(cm²)	B_{th}(cm²)	Section Choisie
	5	10.9035	15.79	38.4	25	49	30*30
	4	131.006	71.02	283.4	184.2	242.5	30*30
	3	208.178	138.117	488.2	317.3	392.6	30*30
	1	102.0735	165.471	386	250.9	318.3	40*40
	RDC	202.646	207.162	584.3	379.8	461.8	40*40
Rive (X15-Y10)	Niveau	Ng(kN)	Nq(kN)	Nu(kN)	Br(cm²)	B_{th}(cm²)	Section Choisie
	5	42.4295	17.82	84	54.6	88.2	25*25
	4	170.722	68.22	332.8	216.3	279.1	30*30
	3	300.5145	130.509	601.5	391	474.1	40*40
	2	430.307	153.9	811.8	527.7	623.6	40*40
	1	655.492	194.093	1176.1	764.5	879.1	50*50
	RDC	748.2345	237.27	1366	887.9	1011.1	50*50
D' Angle (X2-Y15)	Niveau	Ng(kN)	Nq(kN)	Nu(kN)	Br(cm²)	B_{th}(cm²)	Section Choisie
	5	30.56734	11.16	58	37.7	66.3	25*25
	4	83.07859	28.496	154.9	100.7	144.8	25*25
	3	135.5898	54.7004	265.1	172.3	228.8	30*30
	2	188.1011	57.9672	340.9	221.6	285.1	30*30
	1	240.6123	70.1024	430	279.5	350.4	35*35
	RDC	293.1236	80.504	516.5	335.7	413	40*40

Les détails de calcul sont présentés en *Annexe 2*.

II.3.2.3. Voiles

Le rôle en général des voiles est de transmettre les efforts horizontaux qui leurs sont transmis, à la base du bâtiment et finalement au sol. Dans notre cas, la disposition de nos voiles forme la cage d'ascenseur et donc transmettent presque exclusivement que les charges verticales lié à l'ascenseur et son utilisation.

Un voile est considéré comme une console encastrée à sa base. L'épaisseur minimale du voile est fonction de la hauteur de l'étage h_e et des conditions de rigidité des extrémités. Etant donné que nos voiles forment un box et donc sont reliés entre eux aux extrémités,

Hypothèses :

$e_{\min} = \min (15\text{cm}, h_e/25)$pour un voile rigidifié à ses deux extrémités.

Hauteur étage courant $h_e = 3.2\text{m}$ Hauteur étage RDC = 3.4m

Hauteur utile = $\max (3.2 ; 3.4) \Rightarrow h_e = 3.4\text{m}$

$\Rightarrow e_{\min} = \min (15\text{cm}, 340/25) = \min (15\text{cm}, 13.6\text{cm})$

On prend $e_{\min} = 15\text{cm}$

Vérification de l'élançement

Si $h/l > 1.5 \Rightarrow$ voile élancer

On a $\frac{3.4}{2.1} = 1.62 > 1.5 \Rightarrow$ voile élancer donc risque important de flambement.

Ainsi pour éviter d'éventuels risques liés à la sollicitation en flexion composée de l'élément, et pour permettre une section de voile de comporter suffisamment d'armatures verticales et horizontales on adopte :

$e_v = 20\text{cm}$

II.3.3. Prédimensionnement des Fondations

II.3.3.1. Prédimensionnement du radier

Pour jouer le rôle de reprenneur de charges au sol de fondation, nous avons opté pour un radier général sous l'ensemble du bâtiment étant donné :

- La faible capacité portante du sol
- La surface totale des semelles isolées $> 50\%$ de la surface d'implantation du bâtiment
- La faible distance entre les poteaux (poteaux rapproché)

Hypothèses :

- La compressibilité du sol ne varie pas de manière importante ou ne présente aucune différence marquée de rigidité ainsi le diagramme des réactions du sol est plan sous toute la surface du radier. Donc il n'y a pas lieu de prévoir des joints de rupture.
- Le radier est considéré comme infiniment raide par rapport à la superstructure

- Etant donné la raideur du radier, les poteaux sont considérés comme articulés à leur base d'où la nécessité de nervurer celui-ci.

A l'aide des relations ci-dessous, on déterminera l'épaisseur du radier et la hauteur des nervures

a. *Nervures :*

$$h_n \geq \frac{l_{max}}{10} \quad \text{avec } l_{max} \text{ La plus grande portée entre axes des poteaux}$$

$$\text{On a } l_{max} = 5.05m \quad h_n \geq \frac{505}{10} = 50.5cm$$

On adopte $h_n = 60cm$

b. *Dalles*

$$h_r \geq \frac{l'}{20} \geq \quad \text{avec } l' \text{ entre axes des poteaux perpendiculairement aux nervures}$$

$$\text{On a } l' = 5.05m \quad h_r \geq \frac{505}{20} = 25.25cm$$

On adopte $h_r = 40cm$

c. *Condition de rigidité*

Ayant considéré comme hypothèse plus haut la nature rigide de notre radier, on vérifiera donc que :

$$- \quad L_{max} \leq \frac{\pi}{2} L_e \quad \text{et} \quad L_e = \sqrt[4]{\frac{4EI}{K.b}}$$

Où L_e = longueur élastique qui permet de vérifier la nature du radier

b = Largeur de radier (on prend une bande de 1m) K = Module de résistance du sol prise égale à $K=4 \times 10^4$ KN/m³ et I = Inertie de la section du radier

$$I = \frac{bxh^3}{12} \text{ et } h_r = 40cm \text{ on a } I = 0.005m^4$$

Avec $E_b = 32100 \Rightarrow L_e = 2.04m$

$$L_{max} = 5.05 \leq \frac{\pi}{2} L_e = 3.21 \quad \text{Non vérifié}$$

On reprend la hauteur de la dalle avec $h_r = 75cm$

Ainsi avec $L_e = 3.26m$ on a $L_{max} = 5.05m \leq \frac{\pi}{2} L_e = 5.12m \Rightarrow$ vérifié

d. *Surface du Radier*

Après évaluation des charges transmises par le bâtiment à la fondation, nous avons

$N_{ser} = 20\,573,31KN$.

$$S_{res} = \frac{N_{ser}}{\sigma_{sol}} \Rightarrow S_{res} = \frac{20573.31}{100} = 205.7m^2$$

Surface actuelle $S_{act} = 13.05 \times 14.15 = 184.66m^2$

$$S_{res} > S_{act} \quad \text{on adopte } S = 206\text{m}^2 \text{ avec debord } D = 21\text{m}^2$$

e. Vérifications

Dans le cadre de ce mémoire, on effectuera nos vérifications sous le poteau le plus chargé soit le poteaux Centrale (X9-Y10)

i. Au poinçonnement

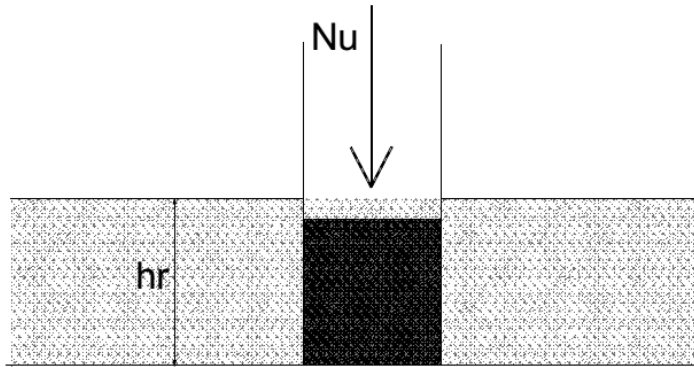


Figure II-6 : Croquis du radier

Dans le but d'éviter un poinçonnement sous le périmètre du poteau, on doit vérifier la condition suivante :

$$N_u \leq 0.045 \times P \times h_r \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b} \quad \text{Avec :}$$

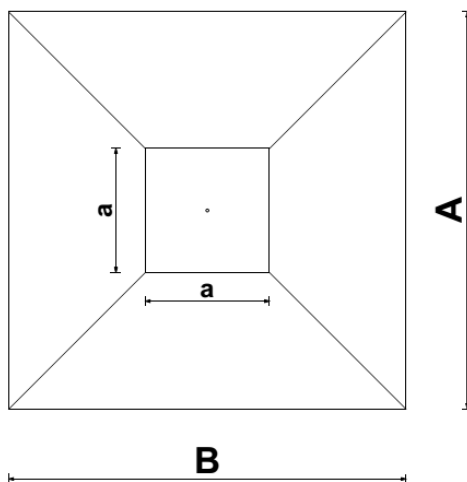


Figure II-7 : zone d'influence du poteau sur le radier

P : périmètre du contour cisailé projeté sur le radier, donner par $P = (A + B) \times 2$

N_u : charge à l'ELU sous le poteau au niveau de la fondation ; $N_u = 1394.71\text{KN}$

$$A = B = a + h_r \Rightarrow P = 4a + 4h_r$$

Poteau étudiant : poteau X15-Y10 $\Rightarrow S = 50 \times 50$

$$\Rightarrow P = 4 * 50 + 4 * 75 = 500cm = 5m, \quad h_r = 75cm$$

$$\Rightarrow N_u = 1394.71KN \leq 0.045 * 5 * .75 * \frac{25}{1.5} * 1000 = 2812.5KN \quad \text{vérifié}$$

ii. Cisaillement

On doit vérifier sur une bande de 1m $\tau_u = \frac{V_u}{b.d} \leq \tau_l = \min\{0.1f_{c28}; 3MPa\} = 2.5MPa$

Avec $V_u = \frac{N_u * L_{max} * b}{2S}$ ou $N_u =$ charge (Poids) a l'ELU totale transmise par la superstructure a la fondation = 26745.3KN et $d = 0.9h_r = 0.9 * 75 = 67.5cm$

$$\Rightarrow V_u = \frac{26745.3 * 5.65 * 1}{2 * 206} = 366.77KN$$

$$D'où \tau_u = \frac{366.77}{1 * 67.5} \times 10^{-3} = 0.98MPa$$

$\tau_u < \tau_l$ condition vérifié

II.4. Descente des charges

Les charges règlementaires ici sont :

- Les charges permanentes qui représentent les poids morts.
- Les charges d'exploitation ou surcharges.

Les charges permanentes

En fonction des matériaux utilisés, une liste de poids volumiques en fonction des matériaux utilisés est disponible dans le D.T.R des charges permanentes et charges d'exploitations.

- Les charges d'exploitation

Tout bâtiment entre dans une catégorie règlementaire et doit être capable de supporter les charges et sollicitations correspondant à une utilisation "normale".

Pour faciliter la prise en compte de ces chargements, sans avoir à les recalculer systématiquement, nous avons définir les charges règlementaires présentées dans le D.T.R des charges permanentes et charges d'exploitations.

II.4.1. Évaluation des charges sur les planchers

Après le calcul des charges permanentes présenté en *Annexe 2*, le tableau suivant recapitule les charges permanentes des différents éléments secondaires de la structure.

Tableau II-6 : Charges permanentes des éléments secondaires

Description	Épaisseur	Charge
Terrasse inaccessible	15cm	5.5kN/m²
Plancher courant a corps creux	20cm	4.62kN/m²
Plancher courant plein	20cm	5.86kN/m²

Plancher porte à faux	15cm	5.91kN/m²
Escalier Palier de repos	15cm	4.67kN/m²
Escalier Volée (paillasse)	21.5cm	7.94 kN/m²

Les détails de calculs sont présentés en *Annexe 2*.

II.4.2. Acrotère

La section de l'acrotère est donner comme suit :

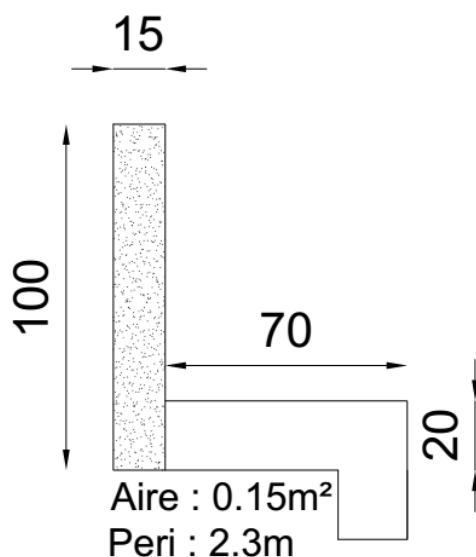


Figure II-8 : Schéma de l'acrotère

$S=0.15\text{m}^2$; $G=0.15 \times 25 = 3.25\text{kN/ml}$.

II.4.3. Descente de charges sur les poutres

Dans le cadre du présent mémoire, l'étude est faite sur trois cas de poutres différents, donc nous effectuerons notre descente de charge sur ses trois cas. Les charges sont données comme suit :

PH-R+1 : file Y10

Tableau II-7 : Charges sur la file Y10

Poutre Y10	File	Tronçons	Charge Perm G	Charge lin Expl Q	Charge ponc	Pu
P1		Tron1 [0 à 3]	6.38 kN/ml	-	26.52 KN	8.61 kN/ml
		Tron2 [3 à 5.25]	16.92 kN/ml	6.60 kN/ml		32.75 kN/ml
P2		Tron1 [0 à 3.1]	26.34 kN/ml	15.52 kN/ml	496.99 KN	58.83 kN/ml
		Tron2 [3.1 à 5.15]	26.34 kN/ml	15.52 kN/ml		58.83 kN/ml
		Tron1 [5.15 à 7.8]	26.34 kN/ml	15.52 kN/ml	7.39 KN	58.83 kN/ml

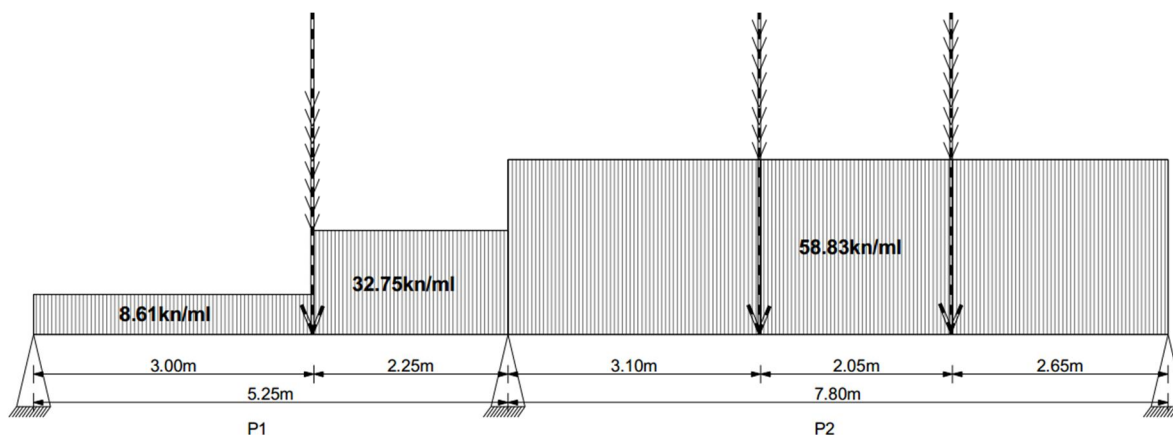


Figure II-9 : schéma mécanique de la file Y10

Le récapitulatifs des autres files et les détails de calculs des différentes charges sont présentés en Annexes 2.

Conclusion partielle

Le pré dimensionnement a pour but le choix et la vérification des dimensions des différents éléments donnés dans le plan d'architecture. Pour cela les calculs ont été faites en appliquant les règles du BAEL. A la suite du prédimensionnement, les différentes sections calculées serviront de base du dimensionnement béton armé.

Chapitre III. Étude des éléments de la structure

Dans ce chapitre, il sera présenté le calcul des différents composants de la structure. Ces calculs seront principalement effectués manuellement suivant les différents algorithmes de calculs tels que définit par le BAEL mais avec l'aide pour certains éléments d'un logiciel de calcul RDM pour le calcul des sollicitations. Ensuite il sera réalisé une partie de ces calculs sur un logiciel de dimensionnement pour faire une comparaison avec le calcul effectuer à la main.

Pour cela, les différents plans de coffrage conçus pour assurer la stabilité de notre ouvrage sont présenté en *Annexe 3*.

III.1. Éléments secondaires

III.1.1. Dimensionnement des planchers

Dans notre structure on a deux types de plancher :

- Plancher avec dalle en corps creux ;
- Plancher avec dalle en console.

III.1.1.1. Plancher à corps creux

- Le plancher à corps creux est constitué d'hourdis ainsi qu'une dalle de compression et prend appui sur des poutrelles.

Dans le cas de notre mémoire, nous étudierons le cas des planchers les plus défavorables, soit les panneaux de la file X6-X13,Y10-Y13

No.	Identification	Lx (m)	Ly (m)
1	X6-X13,Y10-Y12	2,70	5,25
2	Files C-E, 4-5	5,25	5,55

a. Étude des poutrelles

Les poutrelles seront calculées en flexion simple, comme des poutres sur plusieurs appuis. Dans notre cas les planchers seront calculés par les méthodes forfaitaires ou par la méthode dite de Caquot dans le cas où l'une des conditions suivantes n'est pas respectée. Il s'agit notamment de :

- Charge d'exploitation : $Q \leq \max \{2G ; 5000N/m^2\}$ non vérifié
- Les moments d'inertie des sections transversales sont les mêmes dans les différentes travées en continuité ; vérifié
- Les portées successives sont dans un rapport compris entre 0,8 et 1,25 ;non vérifié

- La fissuration est considérée comme non préjudiciable à la tenue du béton armé et de ses revêtementsvérifié

Ainsi nous procéderons suivant la méthode de Caquot. Méthode qui consiste à évaluer les valeurs maximales des moments en travée et des moments sur appuis en chargeants et déchargeant les différentes travées à chaque fois dans chaque cas. Les moments sont donnés par :

$$\text{Moment isostatique : } M_0 = \frac{PL^2}{8}$$

$$\text{Moment dans la travée qui vaut : } M_{\max} = \left(-\frac{P_1L_1^3 + P_2L_2^3}{8.5(L_1 + L_2)} ; -\frac{P_2L_1^3 + P_1L_2^3}{8.5(L_1 + L_2)} \right).$$

Ou $P_1 = P_2$ et prennent respectivement les combinaisons $(1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q)$ et $(1.35G)$ en fonction de la position de calcul.

$$M_w \text{ et } M_e \text{ les valeurs absolues des moments sur appuis qui vaut : } M_a = -\frac{P_1L_1^3 + P_2L_2^3}{8.5(L_1 + L_2)}$$

Dans le cadre de notre mémoire, nous avons élaboré un programme Excel pour le calcul des moments et du ferrailage comme présenté ci-dessous. Une démonstration de la méthode est présentée dans le calcul des nervures du radier.

Après calcul dont les détails sont présentés en *Annexe 5*, pour le reste des panneaux on adopte les nervures de type :

- N1 : $l > 3.5m$ un ferrailage de 4HA10
- N2 : $l < 3.5m$ un ferrailage de 3HA10



Figure III-1 : schéma de ferrailage des poutrelles

b. Dalle de compression

D'après le BAEL 91 (B.6.8) : La dalle de compression doit avoir une épaisseur minimale de 4cm, et est armée d'un quadrillage de barres dont les dimensions de mailles ne doivent pas dépasser :

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

Les sections doivent être :

- Si $l \leq 50\text{cm} \Rightarrow A \geq \frac{200}{f_e}$

- Si $50 < l \leq 80\text{ cm} \Rightarrow A \geq \frac{4l}{f_e}$ ou l : Longueur d'entre l'axe des nervure (cm) On a $L = 60\text{cm}$

$$50 < l \leq 80\text{ cm} \Rightarrow A_{rc} \geq \frac{4l}{f_e} = (4 \times 60)/400 = 0.6\text{cm}^2/\text{ml}$$

b. Armatures parallèles aux nervures

$$A = A_{rc}/2 = 0.3\text{cm}^2$$

En suivant les recommandations du BAEL dont les articles cités ci-dessus, on opte pour :

- 4HA8/ml = 2.01cm² dans le sens des nervures ;
- 4HA8/ml = 2.01cm² dans le sens perpendiculaire aux nervures.

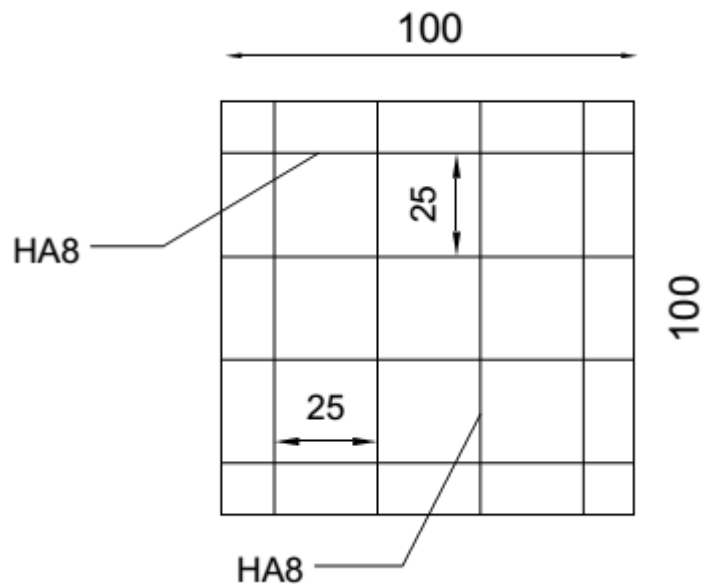


Figure III-2 : schéma de ferrailage de la dalle de compression

III.1.1.2. Dalles pleines

Les données d'entrées pour le calcul de cette dalle sont :

Position	Type de local	L _x	L _y	Charge Expl Q	Charge perm G
PH R+1 :	Salle de réunion	4,70	5,65	4 kN/m ²	5,86 kN/m ²

Le panneau est contenu des quatre cotées :

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,7}{5,65} = 0,83$$

On a donc : $0,83 > 0,4$ (le panneau et travaille dans les deux sens)

$$\alpha = 0,83 \rightarrow \mu_x = 0,0528 \text{ et } \mu_y = 0,6494$$

Calcul des moments

En utilisant l'algorithme de dimensionnement des dalles pleines tels que présenté en annexe et démontrer dans le calcul du radier,

Où

$$Pu = 1,35G + 1,5Q = 1,35 \times (5,86) + 1,5 \times (4) = 13,91 \text{ kN/m}^2$$

Pour une bande de 1 m de largeur (b) et 0,1 m de hauteur les données obtenues suivant l'algorithme de calcul d'armature longitudinale (en *Annexe 6*) sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau III-1 : Récap calcul du panneau de dalle pleine

Panneaux	Direction	As th	Amin	CHOIX
X15 – X12 ; Y10 – Y3	X-X	2,83	1,51	4HA8/nappe
	Y-Y	2.11	1.40	4HA8/nappe

III.1.2. Étude de l'acrotère

Pour le calcul de l'acrotère, nous nous intéresseront à la paroi du bâtiment la plus défavorable soit celle sur la trajectoire du vent le plus extrême.

Hypothèses :

- L'emplacement de la paroi dans la construction est orienté par rapport à la direction du vent (perpendiculaire).
- La paroi est soumise à la vitesse de vent décennale.
- L'acrotère sera calculé comme une console encastrée au niveau de la dalle en porte a faux.
- Dû à l'action du vent, la fissuration est considérée comme préjudiciable
- Le calcul s'effectuer sur une bande de 1m

L'acrotère qui ne supporte aucune charge verticale est cependant soumis à l'action des forces horizontales notamment le vent. D'après le règlement NV65, l'action unitaire exercée par le vent sur une des faces de la paroi est donnée par l'expression : $p = cq$

Avec

q : pression dynamique fonction de la vitesse du vent

c : coefficient de pression. $C_e=0,8$ (le vent ne traverse pas la paroi et paroi au vent)

La pression dynamique q (en daN/m²) est donnée en fonction de la vitesse V (en m/s) du vent par la formule de Bernoulli :

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

On a la vitesse maximale $V = 32 \text{ km/h} = 8,89 \text{ m/s}$

$$q = \frac{8,89^2}{16,3} = 4,85 \text{ daN/m}^2$$

$$p = 0,8 * 4,85 = 3,88 \text{ daN/m}^2$$

Charge d'entretien q_e : 1 kN/m²

Totale charge d'exploitation $N_q = p + q_e = (0.0388+1) * 1\text{m} = 1.04 \text{ kN/ml}$

Charge permanente du au poids propre de l'acrotère $N_G = G \times 1\text{m} = 3.25 \text{ KN/ml}$

L'acrotère est calculé en flexion composée sous l'effet d'un effort normal $N_G = 3.25 \text{ KN/ml}$ dû à son poids propre et un moment de flexion à la base dû à la charge d'entretien et du vent

$N_Q = 1.04 \text{ KN/ml}$.

Sollicitation et combinaison

Sous l'action de surcharge : M_G : moment maximal créé par N_G : $M_G = -\frac{Q \cdot L^2}{2} = -\frac{3.25 \cdot 1^2}{2} = -1.63 \text{ kN.m}$

M_Q : moment créé par N_Q : $M_Q = -\frac{Q \cdot L^2}{2} = -\frac{1.04 \cdot 1^2}{2} = -0.52 \text{ kN.m}$

E.L.U : $N_U = 1,35N_G + 1,5 N_Q = 1,35(3,25) + 1,5(1,04) \quad N_U = 5.95 \text{ kN/ml}$

$M_U = 1,35M_G + 1,5M_Q = 1,35(1,63) + 1,5(0,52) \quad M_U = 2,98 \text{ kN.m}$

Détermination de l'excentricité :

$$e = \frac{M_u}{N_u} = \frac{2.98}{5.95} = 0.501\text{m}$$

Centre de gravité du béton : $e_0 = \frac{h}{6} = \frac{.15}{6} = 0.025\text{m}$

$e = 0,501 \text{ m} > e_0 = 0,025 \text{ m} \Rightarrow$ section partiellement comprimée. Donc l'effort normal étant un effort de compression et le point de son application n'étant pas au centre de gravité de la section, celle-ci est partiellement comprimée, elle sera calculée comme une section soumise à une flexion simple sous l'effet d'un moment fictif calculé par rapport aux armatures tendues.

Après calcul du ferrailage dont les détails sont présentés en *Annexe 4*, les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau III-2 : Récap calcul de l'acrotère

Section	As principaux	As répartition
Choix	HA8	HA6
Espacement	25cm	25cm

III.1.3. Calcul des escaliers

Calcul de l'escalier principal type 1 (a 3volée dont 2 volées identique):

La volée I :

Cette volée est composée de : d'un palier d'épaisseur 15cm., d'une volée d'épaisseur 15cm, du giron de 30cm et de la contre marche de 17cm. La figure ci-dessous donne un aperçu du chargement a différente section de la volée.

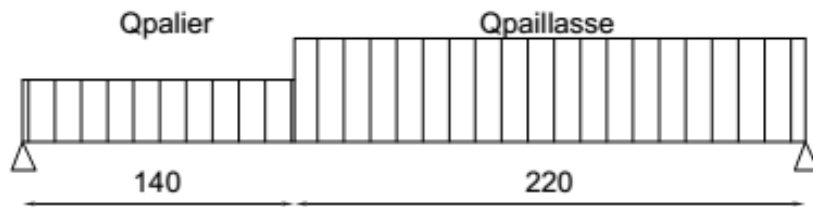


Figure III-3 : schéma mécanique de la volée 1

Tableau III-3 : Récap du calcul de l'escalier : volée I

Section	As principaux en travée	As principaux en appuis	As répartition
CHOIX	HA12	HA12	HA8
Espacement	20cm	25cm	25cm

Les détails de calculs sont présentés en Annexe 7

La volée II :

Cette volée sera considérée comme un panneau encasté à une extrémité et libre à l'autre dans le sens de la longueur.

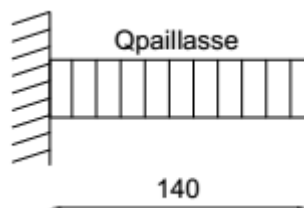


Figure III-4 : schéma mécanique de la volée 2

Tableau III-4 : Récap du calcul de l'escalier : volée II

Section	As principaux en travée	As principaux en appuis	As répartition
CHOIX	HA12	HA12	HA8
Espacement	20cm	25cm	25cm

Les détails de calculs sont présentés en *Annexe 7*.

La volée III:

Etant donné que la volée III de l'escalier est identique à celui de la volée I, on adopte les mêmes valeurs.

Les résultats de calcul des autres escaliers par niveau et les choix sont présentés en *Annexe 7*.

III.2. Étude des éléments structuraux principaux

III.2.1. Étude des poteaux

Il s'agira dans cette partie de ferrailer les poteaux là où il y a changement de section, selon les différentes sollicitations.

Le ferrailage des poteaux est calculé en flexion composée en fonction de l'effort normal (N) et du moment fléchissant (M) donnés par les combinaisons les plus défavorables.

- **Recommandations du BAEL 91 [B.8.1,1]**

On suivra d'abord les conditions du BAEL qui cite : Les charges évaluées en admettant la discontinuité des travées doivent être majorées de

- a. De 15 % pour les poteaux centraux dans le cas de bâtiments à deux travées ;
- b. De 10 % pour les poteaux intermédiaires voisins des poteaux de rive dans le cas des bâtiments comportant au moins trois travées,
- c. Les charges évaluées sur les poteaux de rive dans l'hypothèse de la discontinuité n'étant pas réduites. Ceci conduit à surestimer les charges des poteaux de rive, ce qui compense dans une certaine mesure, quant à la sécurité, la non-prise en compte des sollicitations de flexion de ces poteaux dû notamment aux charges du vent.

Les détails du calcul du poteau centrale et le ferrailage des différents groupes de poteau par étage est présenté en *Annexe 8*.

III.2.2. Étude des Poutres

Les poutres seront étudiées suivant les recommandations du BAEL en prenant en compte les efforts agissant sur les poutres obtenues de la descente de charge qui sont tiré des combinaisons les plus défavorables du BAEL et des sollicitations obtenues du logiciel RDM7 qui sont résume ci-dessous :

Pour les besoins du présent mémoire, nous présenterons les calculs d'un seul cas de poutre. Pour les deux autres cas, nous avons préparé des fiches Excel (*Annexe 9*) pour les calculs et les résultats des calculs seront présenté dans un tableau en dessous.

Ainsi nous étudierons la poutre la plus sollicité. Celle notamment sur laquelle nait un poteau.

III.2.2.1. Poutre 2 File Y10 : Nœud D(5)

Tableau III-5 : Données d'entré au calcul de la file

Position	Nombre de Travée	Section	Longueur (m)	Tronçons	Charge ponctuelle	Pu
PH-R+1 File Y10	2	20*50	P1 = 5.25	A-B [0 à 3]	B = 26.52 kN	8.61 kN/ml
				B-C [3 à 5.25]		32.75 kN/ml
	40*60	P2 = 7.8	C-D [0 à 3.1]	D = 496.99 kN	58.83 kN/ml	
			D-E [3.1 à 5.15]		58.83 kN/ml	
			E-F [5.15 à 7.8]	E = 7.39 kN	58.83 kN/ml	
					58.83 kN/ml	

Le tableau ci-dessous résume les détails d'informations obtenues et les résultats des calculs effectués en *Annexe 9*.

Tableau III-6 : recap du calcul de la poutre sur la file Y10 PH-R+1

Position	Section	M _{max}	T _{max}	As _{th}	Choix	As réelle	At
P1 - B	25x50	-71,25 kN.m	67,87 kN	4,87 cm²	6HA12	6,78 cm²	Ø8
Appuis - C	25x50	-322,37 kN.m	155,34 kN	34,76 cm²	14HA16 + 6HA12	34,92 cm²	Ø8
P2 - D	40x80	1154,36 N.m	418,80 kN	63,52 cm²	10HA20 + 10HA16 + 8HA14	63,84 cm²	Ø10
P2 - E	40x80	862,87 kN.m	244,61 kN	45,42 cm²	10HA16 + 10HA14 +	46,1 cm²	Ø10

					8HA12		
					+2HA10		

Les détails de calculs et les schémas de ferrillages sont présentés en *Annexe 9*.

III.3. Étude de la superstructure

III.3.1. Étude du Radier

Le radier sera calculé comme un plancher en dalle pleine renversé et sollicité à la flexion simple causée par la réaction du sol. On fera le calcul sur le panneau le plus sollicité en prenant en compte le poids propre du radier et on adoptera le ferrillage pour le reste du radier.

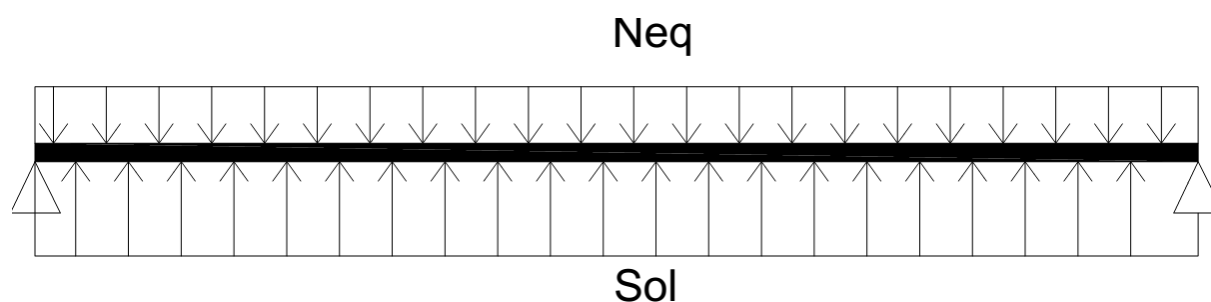


Figure III-5 : schéma mécanique du radier

Ainsi après calcul de la dalle la plus défavorable, le tableau ci-dessous résume le calcul et le ferrillage a adopté pour le radier

Tableau III-7 : Récap du calcul du radier

Direction	Longueur (m)	Mt (kN.m)	Ma (kN.m)	As th (cm²)	As min (cm²)	Choix
Sens X-X	4.7	153,83	76,92	7,83	7,57	4HA8/ml
Sens Y-Y	5.65	99,9	49,95	6,62	6,99	5HA14/ml
Appuis	x-x			3,3		HA8
	y-y			2,16		HA14

Les détails de calculs sont présentés en *Annexe 10*.

III.3.2. Etude des nervures

On considère que les nervures constituent des poutres 50*60 iso statiquement indépendantes. La fissuration en fondation est préjudiciable donc on utilisera la méthode dite de caquot pour le dimensionnement et la méthode des 3 moments pour le calcul des moments. On effectuera le calcul sur la file la plus contraignante soit la file Y13.

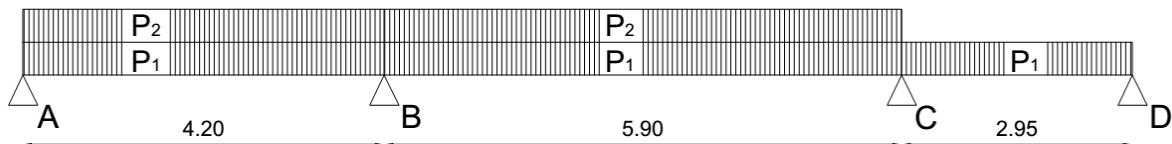


Figure III-6 : schéma mécanique des nervures

- **Récapitulatif des moments**

Après le calcul de sollicitations suivant la méthode de caquot tels que présenté en annexe, le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus.

Tableau III-8 : Récap des sollicitations sur les nervures

APPUIS				
	A	B	C	D
MOMENTS (kN.m)	0	531.82	386.52	0
TRAVEES				
	AB	BC	CD	
MOMENTS (kN.m)	645,45	1435,33	375.61	

Les détails de calculs sont présentés en *Annexe 10*.

Calcul du ferrailage

Après obtention des différentes sollicitations, le calcul des armatures se fait suivant la méthode de calcul des poutres en flexion simple comme utilisé pour les poutres suivant l'algorithme de calcul tel que défini par le BAEL. Ainsi, un programme Excel a été élaboré et les résultats des calculs sont donnés comme suit :

Tableau III-9 : Récap du calcul des nervures

Position	As th (cm²)	Choix	As réelle (cm²)
Travée A – B	30.98	8HA16+10HA14	31.47
Travée B – C	62.1	10HA20+10HA16+8HA14	63.84
Travée C – D	16.68	12HA14	18.74
Appuis B	20.42	14HA14	21.55
Appuis C	14.07	10HA14	15.39

Avec $h = 60\text{cm}$ pour la poutre intermédiaire, on a $\mu_{bu} = 0.870$ ce qui est trop. En augmentant la section à hauteur du radier soit $h = 75\text{cm}$, on a $\mu_{bu} = 0.440$.

Ainsi on adopte comme section de poutre pour tous les nervures de notre radier une section de $S = 50 \times 75 \text{cm}$. On retient donc pour nos nervures les types suivants :

- Type N1 : $l \leq 3\text{m}$ 12HA14
- Type N2 : $3\text{m} \leq l \leq 4.5\text{m}$ 8HA16+10HA14
- Type N3 : $l \geq 4.5\text{m}$ 10HA20+10HA16+8HA14

Le schéma de ferrailage des différents types de nervures est présenté en *Annexe 10*.

III.3.3. Poteaux d'amorces

Les dimensions des poteaux d'amorces seront identiques à celles des poteaux de RDC. Le ferrailage de ceux-ci sera également similaire à ceux des poteaux de RDC étant donné la faible différence de charges entre le RDC et la fondation. Également, les sections et le ferrailage des poteaux de fondation ont été majorée.

III.4. Méthode sur logiciel

- **Présentation des logiciels**

ARCHICAD 25 : A la base un logiciel purement d'architecture, il a évolué avec le temps et aujourd'hui les récentes versions (25 et 26) ont intégré des espaces de travaux pour ingénieur de structure intégrant un certain nombre de paramètres élémentaires. Le logiciel ARCHICAD est utilisé pour une modélisation d'ensemble de la structure en vue de vérifier la stabilité globale du bâtiment.

ROBOT SA 21 : Est un logiciel de calcul qui permet d'effectuer divers calculs de vérifications et de faire ressortir les plans de ferrailage et de coffrage de l'ouvrage.

Pour les éléments non dimensionnés, à l'aide du logiciel ARCHICAD 25, nous avons modéliser notre structure comme suit (Figure III-7). Ensuite l'ossature du bâtiment et ses composantes IFC (poutres, poteaux, dalles...) ont été exportées vers Robot2021 pour effectuer le calcul.

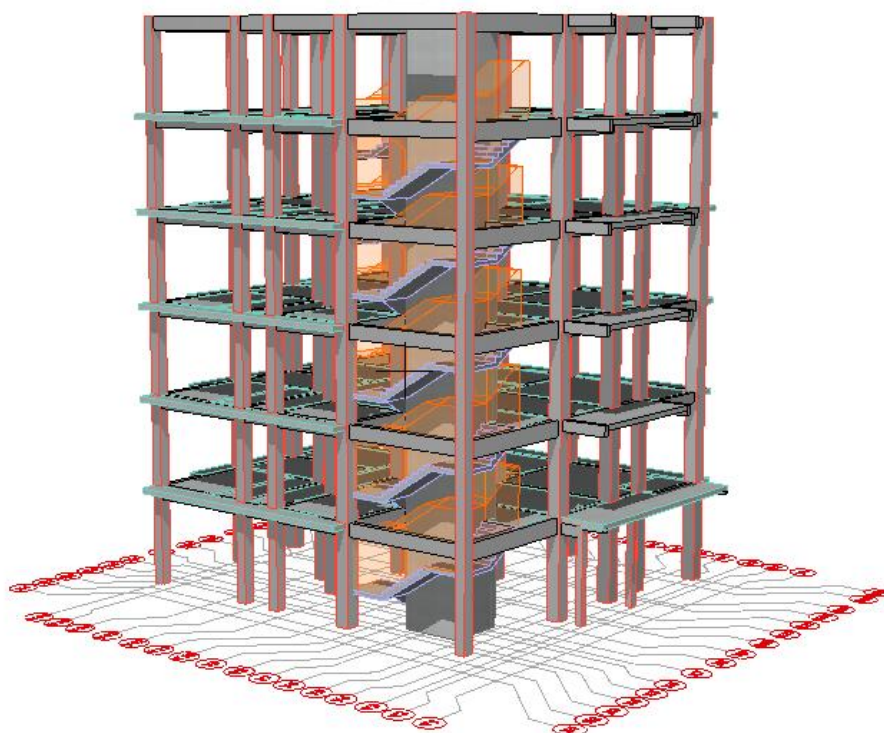


Figure III-7 : Modèle d'analyse structurel sur ARCHICAD

Le résumé des résultats de calculs avec Robot2021 des différents éléments dimensionnés plus haut sont :

- **Poutres**

Tableau III-10 : Récap du calcul de la poutre sur logiciel

Position		Travée 1 A-C	Appuis C	Travée 2 C-E	Appuis E
PH-R+1 File Y10	Section	30x60	40x80	40x80	40x80
	Mmax	72.35 kN.m	385,44 kN.m	1044,70 kN.m	313.26 kN.m
	As th	4,88 cm ²	15,70 cm ²	48,19 cm ²	13.50cm ²
	Choix	4HA14 + 4HA12		16HA20 + 8HA16 + 12HA12	
	At	Ø8	Ø10	Ø10	Ø10

La note de calculs et les plans de ferrillages sont présentés en *Annexe 11*.

- **Poteau**

Tableau III-11 : Récap du calcul du poteau sur logiciel

Position	N _{max}	AS réelle (cm ²)	Choix	A _t
Poteau centrale naissant PH-R+1	422,69 kN	6,28	8HA10	Ø6

Pour le reste des éléments de la structure, la note de calcul, les diagrammes de sollicitations et les plans de ferrailages d'un élément de chaque groupe est présenté en *Annexe 11*.

Pour compléter le calcul des éléments principaux, le tableau ci-dessous donne un résumé des résultats de calculs pour les sections de poutres restantes.

Tableau III-12 : Récapitulatif du calcul des poutres sur logiciel

Section	Longueur	Position	M_{max}	As réelle	Choix	A_t
20x40	5,05 m	PH R+1 File X12	48,37 kN.m	4,40 cm ²	6HA12+3H A8	Ø6
25x50	5,90 m	PH R+1 File Y13-P2	60,69 kN.m	4.11 cm ²	6HA12+3H A8+2HA10	Ø6

Les notes de calculs et les plans de ferrailages sont présentés en *Annexe 11*.

III.5. Bilan comparatif

Tableau III-13 : Eléments de comparaison des deux méthodes

	Méthode Manuelle	Méthode avec logiciel	Observation
Règlement utilisé	BAEL 91 rev 99	BAEL 91 rev 99	Identique
Prédimensionnement/ choix des sections résistantes	Règlements et recommandations du BAEL Vérification avant calcul pour certains éléments ensuite justification après calcul.	Règles du BAEL et vérification après calcul dans la section. Puis justification	La méthode manuelle donne des sections plus importantes que la méthode avec logiciel
Descente de charges	Calcul des surfaces de reprises et application des lois et coefficients de dégression de charges.	Répartition fluide des charges sur chaque élément du haut vers le bas sans application de coefficients	La descente de charge est plus précise avec le logiciel
Calcul des Sollicitations	Calculs RDM, méthodes des trois moments et de caquot	Méthode des Eléments Finis	Résultats plus précis avec la méthode sur logiciel
Calcul des aciers	Algorithmes de calcul du BAEL	Algorithmes de calcul du BAEL	Méthodes similaires

Conclusion partielle

Pour conclure, on remarque que les sections obtenues sur logiciel sont légèrement inférieures à celles effectuées à la main pour certaines poutres et inférieurs pour d'autres. Cela s'explique notamment par le fait le logiciel réalise une répartition plus précise des charges appliquées et intègre également dans ses calculs une méthode et des paramètres non prise en compte dans le calcul à la main. Mais également dû au fait que certaines majorations de charges ont été faites dans le calcul a la main.

De ce fait pour être en sécurité, il sera considéré les résultats obtenus suivant les deux procédés tout en priorisant les résultats obtenus sur logiciel.

Chapitre IV. Second œuvre

Dans cette partie, il sera présenté la méthodologie de dimensionnement ainsi que les normes et directives indiquant les paramètres importants à calculer pour la mise en œuvre des deux principaux corps d'états secondaires (électricité et plomberie) mais aussi à surveiller (sécurité incendie) pour conférer au bâtiment son habitabilité tout en assurant la sécurité et le confort des exploitants.

IV.1. Étude électrique

Un bâtiment est un gros consommateur d'énergie électrique, notamment pour son chauffage, son éclairage, sa sécurité et ainsi que pour d'autres tâches ménagères et ou de cuisines. Il est donc important pour une bonne alimentation en énergie d'un bâtiment, de maîtriser les différents principes d'une installation électrique quasi parfaite et l'énergie nécessaire pour l'alimentation du dit bâtiment. À cet effet, dans notre présent mémoire, nous établirons le bilan de puissance de notre bâtiment après études de la disposition des appareillages. Ensuite à partir des résultats de calcul, nous ferons un choix des calibres des différents disjoncteurs généraux de tous les niveaux.

IV.1.1. Plans électriques et Inventaires des installations

A la suite de l'étude des différents plans d'électricité et pièce par pièce pour identifier les différents éléments électriques installés, pour l'éclairage de ce bâtiment, nous recensons :

- Des spots encastrés ; Des plafonniers ;
- Des lampes néon de 1.20m et 0.60m ;
- Des appliques murales.

Il est également installé dans le bâtiment :

- Des prises 2P+T et Prise étanche de courant 2p+T;
- Des climatiseurs ;
- Des brasseurs.

Tableau IV-1 : Puissance des équipements

Description des	Éléments	Réglettes 120	Réglettes 60	Appliques murales	Spots	Lumières plafond	Prises	Brasseurs	Climatiseurs	Climatiseurs
	Descriptions	LED	LED	LED	LED	LED	2P+T	Mécanique	2 Chevaux	1.5 Chevaux
	Puissance unitaire	18W	11W	5W	5W	18W	2944W	75W	1472W	1104W

Tableau IV-2 : Récapitulatif des installations

Récapitulatif des Installations						
Éléments	RDC	R+1	R+2	R+3	R+4	R+5
Réglettes 120	14	12	23	20	20	20
Réglettes 60	2	2	2	2	2	2
Appliques murale	4	4	3	4	4	4
Spots	10	13	7	9	9	9
Prises	20	17	16	19	19	19
Brasseurs	8	10	11	7	7	7
Climatiseurs 2ch	5	2	6	4	4	4
Climatiseurs 1.5ch	1	0	0	0	0	0

Les plans électriques sont présentés en *Annexe 12*.

IV.1.2. Hypothèses de calcul et schéma unifilaire

Les circuits

Avec un nombre maximal par circuit, nous avons :

- Eclairage : 8
- Brasseurs : 3
- Climatiseurs : 1
- Prises 2P+T : 8

Après répartition des éléments par circuits, on ressenne pour chaque éléments le nombre de circuits suivants.

Tableau IV-3 : Récapitulatif des circuits

RECAPITULATIF DU NOMBRE DES CIRCIUTS				
Circuits	RDC	R+1	R+2	R+3, +4 et +5
ECLAIRAGE (EC)	4	4	5	4
Prises (PC)	3	3	2	3
Brasseurs (BRA)	3	4	4	3
Climatiseurs (CLIM)	6	2	6	4

Schémas unifilaires

Le schéma unifilaire est un schéma fonctionnel illustrant la trajectoire du flux d'énergie électrique entre les différents éléments du système. Afin de mieux réaliser notre étude, nous allons réaliser les schémas unifilaires des tableaux de commande, de contrôle et répartition a disposé à chaque étage. Pour cela, nous regroupons sous circuits les différents éléments.

Les détails des repartions et les schémas unifilaires sont présenté dans *Annexe 13*.

IV.1.3. Méthodologie de calcul du bilan de puissance

Cette opération consiste à effectuer un bilan de courant en évaluant la consommation de chaque appareil et équipement électrique à son niveau jusqu'à la source.

Pour le dimensionnement des calibres des déclencheurs de nos disjoncteurs, nous utiliserons les formules suivantes pour le calcul des différents paramètres.

L'objectif finale est le calcul de la puissance absorbée ou encore la puissance apparente (S) donné par $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ et qui est composée de :

La puissance active P_n et la puissance utilisée $P_u = P_n * K$

La puissance réactive Q_n et la puissance utilisée $Q_u = Q_n * K$

Avec k_u = coefficient d'utilisation qui représente le rapport entre la puissance réellement utilisée par un récepteur et sa puissance nominale.

Et k_s = coefficient de simultanéité qui s'applique à des ensembles de récepteurs et représente le nombre de récepteurs fonctionnant de façon simultanée.

Les tableaux des différents coefficients est présenté en annexe.

Facteur de puissance $\cos\varphi = \frac{V}{I}$ et $\tan\varphi = \frac{Q}{P}$

Ainsi après calcul dont les détails sont présentés en *Annexe 14*, on a :

Tableau IV-4 : Récapitulatif de calcul du bilan de puissance

Récapitulatif des puissance et choix des calibres des disjoncteurs			
Etage	Puissance Active(kw)	Puissance réactive(kw)	Puissance d'utilisation(kw)
RDC	6.54	4.80	8.11
ETAGE 1	4.68	3.40	5.78
ETAGE 2	5.87	4.27	7.26
ETAGE 3,4 et 5	5.66	4.16	7.03
GENERAL			42.22

IV.1.4. Choix des disjoncteurs et Schémas unifilaires

Après calcul, le choix des différents disjoncteurs à chaque étage a été fait comme suit :

Tableau IV-5 : Choix des disjoncteurs généraux

Récapitulatif des puissance et choix des calibres des disjoncteurs		
Etage	Ampérage (A)	Choix
RDC	35.27	40A
ETAGE 1	25.14	32A
ETAGE 2	31.58	32A
ETAGE 3,4 et 5	30.56	32A
GENERAL	183.67	200A

On prévoit également des sources de relais notamment une source d'Énergie solaire pouvant produire jusqu'à 42.22KWh pour alimenter le bâtiment en tirant profit du toit en disposant des panneaux solaires. Un groupe électrogène peut également être utilisé pour alimenter le bâtiment.

CONCLUSION

En conclusion un bon choix de disjoncteur doit se baser sur l'étude complète des équipements du bâtiment devant recevoir l'énergie électrique. Cette étude permettra de connaître la quantité d'énergie nécessaire pour le bon fonctionnement des installations électriques du bâtiment.

IV.2. Études hydriques (plomberie)

La conception et l'exploitation d'un immeuble nécessite la prise en compte de certains réseaux comportant des appareils qui assurent le confort et la sécurité dans le bâtiment. Cette section est dédiée au calcul des différents réseaux hydrauliques de notre bâtiment.

IV.2.1. Évaluation des crues et calculs des débits

Hypothèses

- Pour les canalisations d'eau froide enterrées, Vitesse max $V = 1.50\text{m/s}$
- Pour les colonnes montantes, $V \text{ max}=1.50\text{m/s}$
- Nature de la canalisation = PVC
- La méthode de calcul du réseau d'eau froide est celui des unités de raccordement (UR) qui est une méthode qui conduit à des diamètres de canalisations qui correspondent à la pratique courante et qui donnent généralement satisfaction.
- Taux de remplissage = 50% pour les collecteurs, pente max de 2% et 3% pour l'égout

Schéma des réseaux

Voir en *Annexe 15*

IV.2.2. Réseau d'Eau Froide : Dimensionnement des conduite et choix des diamètres.

La méthode des unités de raccordement (UR) consiste à faire un choix de diamètre des tubes à partir de la somme des différentes unités.

Le tableau des unités de calibrage des différents équipements et des diamètres de raccordement des appareils et robinets est présenté en *Annexe 15*.

Calcul des diamètres des différentes conduites

Tableau IV-6 : diametre des conduites d'approvisionnement des équipements en EF

Tronçon	Équipements	UR unitaire	ΣUR	Débit spécifique	U débit spé	Diamètres de Conduite
P1-A	WC	0.5		0.12		16x1.8
P2-A	Lave-main	0.5		0.1		16x1.8
Nourrisse A-O	WC, Lave-main		1		0.22	16x1.8
P3.1-P3	WC	0.5		0.12		16x1.8
P3.2-P3	Lave-main	0.5		0.1		16x1.8
P3-C	WC, Lave-main		1		0.22	16x1.8
P4.4-P4	WC	0.5		0.12		16x1.8
P4.2-P4	Lave-main	0.5		0.1		16x1.8
P4-D	WC, Lave-main		1		0.22	16x1.8
P5-E	Lave-main	0.5		0.1		16x1.8
P6-E	Evier	2.5		0.2		16x1.8
E-D	Evier, lave-main		3		0.3	20x2.3
D-C	WC, 2 Lave-main, evier		4		0.52	20x2.3
Nourrisse C-O	2 WC, 3 Lave-main, evier		5		0.74	20x2.3

Etant donné que la distribution à chaque niveau est identique, nous allons dimensionner un étage et adopter les sections pour les autres étages. Ainsi pour la colonne d'approvisionnement nous avons

Tableau IV-7 : diamètre de la colonne d'approvisionnement EF

Tronçon	Composantes	Somme UR	D conduite
1-2	R+5	5	20x2.3
2-3	R+4, R+5	9	25x2.8
3-4	R+3, R+4, R+5	14	32x3.6
4-5	R+2, R+3, R+4, R+5	19	32x3.6
5-O	R+1, R+2, R+3, R+4, R+5	24	32x3.6
O-O'	RDC, R+1, R+2, R+3, R+4, R+5	29	32x3.6

IV.2.3. Réseau d'Eau Usées et vannes : Dimensionnement des conduite et choix des diamètres.

Tableau IV-7 : Choix des diamètres des conduites des équipements EV

Tronçon	Équipements	Diamètre de Fabrication	Débit unitaire DU	Débit de point DP	Indice de débit k	Phi min	Diamètre nominale
P2-A	Lave-main	40	0.25	0.25	0.5	0.25	50
P6-E	Evier	40	0.75	0.75		0.43	50
P5-E	Lave-main	40	0.25	1		0.5	56
P4.2-P4	Lave-main	40	0.25	1.25		0.56	56
P3.2-P3	Lave-main	40	0.25	1.5		0.61	63

Dimensionnement de la descente des EU

Au point O, le débit de pointe maximale est de $Q_{P-OO'} = 5 * 1.75 + 1.5 = 10.25l/s$

$$Q_{P-OO'} = 10.25l/s$$

$$Q_c = 0.5 * \sqrt{10.25}$$

$$Q_c = 1.6l/s$$

Chute avec ventilation secondaire

Tableau IV-8 : Tableau de choix du diamètre de ventilation

Débit de chute	Diamètre de chute	Diamètre de ventilation
1.6 l/s	100mm	100mm

Diamètre de la traverse du toit

$$\phi = \sqrt{\phi_{chute}^2 + \phi_{venti}^2}$$

$$\phi = \sqrt{75^2 + 50^2}$$

$\phi = 90.14mm$ On prend $\phi = 100mm$

Pour le collecteur d'eaux vannes, on a

Désignation appareil	Nombre total appareils	Diamètre de chute	Diamètre de ventilation
WC	>1	75 mm	50 mm

Collecteur principale : calcul du diamètre des égouts

$$DN_{jonction} = 1.25 * DN_{descente}$$

Tableau IV-9 : Tableau de choix du diamètre de chute des eaux usées

Désignation appareil	DN descente	DN jonction	Diamètre choisi
D'eaux usées	75 mm	93.775 mm	100 mm
D'eaux vannes	100 mm	125 mm	125 mm

IV.2.4. Réseau d'eau pluviale

Les données d'entrée recueillies du plan de toiture sont :

Pente	Surface de toit drainée	Versant	Nombre de descente
5%	199,12 m ²	1	2

Après exploitation des différents tableaux présentés en *Annexe 15*, nous avons déduit les diamètres suivants pour :

Tableau IV-10 : Tableau de choix du diamètre de chute de la descente d'eau pluviale

Élément	Type	Dimension
Gouttière	Demi-rondes	S = 185cm ²
Tuyau de descente	Cylindrique	D = 130mm

IV.3. Sécurité incendie

IV.3.1. Classification du bâtiment et mesures de protection

D'après les règles générales de construction dans les bâtiments et les règles de protection des bâtiments d'habitation contre l'incendie, sécurité et sauvegarde des personnes en vigueur au Burkina Faso, avec un bâtiment de type étage >R+4, nous sommes de la 3^{ème} Famille A :

Ainsi en se basant sur 4 grands principes qui sont :

- La disposition des locaux, les structures et l'usage de matériaux
- L'isolement avec les locaux dangereux
- La possibilité de quitter le bâtiment ou de recevoir des secours
- Des équipements de sécurité vérifiés tous les ans,

Nous avons prévu les dispositions à prendre pour assurer la sécurité des personnes et des biens qui sont les suivants :

En cas d'incendie

Pour le Désenfumage

- Une ouverture de 1 m² en partie haute de l'escalier de secours
- Une commande manuelle d'actionnement au rez-de-chaussée
- Une commande réservée aux services de secours

Pour lutter contre les flammes

- Un appareil d'incendie normalisé (borne à eau) à environ 150 m max
- Un passage dit « dévidoirs » de 1.80 m
- Situé à 5 mètres de la Voie Engins
- Un RIA positionné à chaque étage

Prévention d'incendie

Le dispositif d'ouverture du désenfumage sera asservi à un DAD (détecteur autonome déclencheur)

Les caractéristiques prévues pour le Recouplement :

- Mur C.F. 1 heure,
- Porte P.F. 1/2 heure + ferme porte

Un plan de consignes et d'évacuation pour :

- Indiquer les emplacements des équipements de sécurité
- Indique les routes de sortie et permettre l'évacuation
- Contenir les consignes générales à observer par les occupants en cas d'incendie
- Indiquer le N° d'appel des secours 112/18

Des sirènes d'alerte d'incendie

Un exercice annuel de simulation d'incendie

IV.3.2. Indentification des zones et Choix des extincteurs/équipements d'alerte

Notre immeuble est un immeuble de type administratif avec bureaux et salles d'archives mais disposent aussi de cafétéria à chaque niveau. Ces cafétérias disposent tous d'une cuisinière a gaz d'où pourrait provenir un potentiel incendie. Les bureaux et sales et d'archives sont aussi de potentiels zones à risques étant donné les quantités importantes de papiers qu'on y trouve.

On peut également identifier le bloc technique ou passe tous les câbles électriques et qui pourrait être cause d'incendie en cas surtension électrique. Ainsi après identification de toutes ces zones et du type de feu qui pourrait en émaner, nous faisons le choix de :

- Extincteurs CO₂ : baisse drastiquement le taux d'oxygène dans l'air donc efficace contre le feu de classe C (feu de gaz). Sera disposé dans chaque cafétéria pour lutter contre le feu lorsqu'ils sont peu épais.
- Extincteurs à eau : contient un additif émulseur rendant l'eau plus pénétrante. Il entraîne une formation de pellicule étanche à la surface du produit en combustion permettant de l'isoler de l'air et stopper le feu. Donc idéal pour les feux de types A et B (papier, plastiques et peintures). Sera disposer au niveau des allées et des couloirs pour utilisation en cas de début d'incendie dans un bureau.
- Des détecteurs de fumées dans chaque pièce de bureau pour alerter en cas d'incendie.



(a)



(b)



(c)

Figure IV-1 : Appareils de détection(b) et prévention (a et c) d'incendie

Conclusion partielle

Le second œuvre quoique ne participant pas à la solidité et la stabilité de la structure, la prise en compte de certains facteurs et le dimensionnement de ces différents réseaux le constituant permet une meilleure ergonomie de l'immeuble mais également assure la santé et la sécurité des personnes l'utilisant.

Chapitre V. Impact environnementale et étude financière du projet

Compte tenu du fait que le fonctionnement et l'installation de bâtiment aura des incidences sur les différentes composantes de l'environnement, la présente partie traite la préoccupation environnementale et Sociale relative au projet de construction de ce bâtiment. L'Etude d'Impact Environnemental et Social consiste à évaluer et documenter les possibilités, les capacités, les fonctions des ressources des systèmes naturels et les systèmes humains afin de faciliter la planification du développement et la prise de décision générale, ainsi qu'à prévoir et à gérer les impacts négatifs et les conséquences des propositions d'aménagement en particulier.

V.1. Impact environnementale du projet

Conformément aux TDR attendus qui guideront l'étude d'impact sur l'environnement de notre immeuble, on peut dire en attendant que l'étude s'articule autour de quatre points :

La description de l'état initial ;

Climat

Ouagadougou possède un climat de savane avec hiver sec selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Ouagadougou est de 28.1°C.

Les précipitations sont beaucoup plus importantes en été qu'elles ne le sont en hiver et les précipitations sont en moyenne de 933.5 mm

- **Hydrographie**

Les ressources en eau peuvent être classées en deux catégories : les eaux de surface et les eaux souterraines. Cependant on y rencontre aucune ressource d'eau de ce type aux alentours du projet.

Milieu biologique

La zone d'implantation du projet est une zone urbaine dont il existait déjà auparavant une construction à l'emplacement. Autrement dit, on ne distingue aucune forme de flore ou de faune dans l'espace de construction du bâtiment.

Milieu humain et activité économique

Comme souligné plus haut, nous sommes en zone urbaine avec à proximité un grand salon qui accueille par moment des milliers de personnes venues d'ailleurs. Il y a une forte densité humaine et les activités principales dans la zone sont le commerce, les activités administratives et culturelles.

- **Cadre réglementaire**

Le Burkina Faso dispose, pour la gestion de l'environnement, de politiques et procédures stratégiques de même que des instruments juridiques en la matière. Il a en outre souscrit à des accords et conventions sous régionales et internationales en matière de protection de l'environnement, de lutte contre la désertification, de gestion des espèces et des écosystèmes d'intérêt mondial, de lutte contre les pollutions et nuisances de même que dans le domaine des changements climatiques.

La mise en œuvre du projet donc devra se faire en adéquation avec les objectifs d'un certain nombre de ces politiques notamment :

- Le Référentiel National de Développement (RND) : Le RND (2021-2025) a été adopté par le Gouvernement du Burkina Faso en juillet 2021
- La Politique Nationale de Développement Durable (PNDD) : Adoptée par le Gouvernement en septembre 2013, la PNDD définit les principes et les orientations stratégiques pour la planification du développement.
- La Politique Nationale d'Environnement (PNE) : Adoptée par le Gouvernement en janvier 2007
- La Politique Nationale Genre (PNG) : Adoptée le 07 Octobre 2009
- La Politique Nationale de l'Habitat et de Développement Urbain (PNHDU) : Adoptée par décret n° 2008-431/PRES/PM/MHU du 15 juillet 2008

L'Analyse des impacts du projet ;

Ce sont les aspects du projet qui sont en mesure d'avoir un effet sur l'environnement. Le tableau ci-dessous récapitule les sources d'impact du projet sur l'environnement.

Tableau V-1 : Sources d'impact environnementales

Phase de préparation et installation du chantier	
Préparation du terrain	Activités de préparation du terrain (Décapage, nettoyage) et les déchets produits par les employés sur le site pendant les

	travaux pour la construction de toutes les installations temporaires et permanentes
Installation du chantier	Activités d'aménagement de la base vie des travailleurs sur le site et des autres installations et infrastructures temporaires
Construction	
Terrassement	Activité de creusage et de préparation à la réception du radier
Réalisation des fondations	Activités d'aménagement du terrain terrassé
Gestion du matériel et des matériaux	Activités de gestion et d'entreposage des matières de chantiers (camions, pelle hydraulique...), et des matériaux destinés au chantier (sable, ciment, terre d'emprunt etc.).
Gestion des déchets solides et liquides	Activités de gestion et d'entreposage des matières résiduelles (débris, déchets, matières recyclables), des matières dangereuses et des contaminants (hydrocarbures, etc.).
Circulation des engins	Activités liées à la circulation des véhicules, des camions et des engins de chantier, incluant l'approvisionnement en matériaux, l'entretien des véhicules et de la machinerie, et les déplacements de la main- d'œuvre.
Mobilisation de la main d'œuvre sur le chantier	Employés présents sur le chantier
Achat de matériaux, de biens et de services	Achats requis pour réaliser les travaux
Prélèvement et consommation d'eau	Prélèvement d'eau pour les travaux de construction
Exploitation et maintenance	
Exploitation de la route	Utilisation de la route et déplacement des différents types d'engins
Gestion des eaux de ruissellement et eaux usées	Toute eau de pluie ou autre type d'eau provenant de l'immeuble

- **Les impacts positifs**

- La création d'emploi
- L'amélioration du cadre de travail des employés
- La création et le développement d'activités économiques
- Création d'une source de revenu pour l'état et de familles au travers des emplois créés

- **Plan de gestion environnementale et les mesures d'atténuation**

Ce programme définit des mesures pour atténuer ou compenser les impacts négatifs des activités du projet sur les éléments du milieu physique et humain au travers de indicateurs facilement mesurable et en fixant les responsabilités. Le tableau est présenté en *Annexe 17*.

- **Mesures compensatoires et de bonification**

Les mesures de bonification visent à renforcer l'impact positif des activités qui seront conduites par le projet. Plusieurs mesures globales peuvent être proposées notamment :

- Délimiter la zone des travaux pour éviter d'endommager des zones au-delà de celles requises pour les besoins de construction à court terme
- Exiger le port des EPI appropriés par les employés de l'entreprise exposés aux travaux ;
- Prévoir des panneaux de signalisation
- Rendre obligatoire la couverture des camions de transport de matériaux par des bâches ou l'humectation des matériaux pulvérulents lors du transport et de l'entreposage ;
- Entretien régulièrement les équipements
- Éviter le travail de nuit et arrêt des travaux aux heures sensibles
- Identifier pour chaque risque les actions préventives (méthode de travail, formation, permis préalable pour toute activité dangereuse, responsabilité des chefs d'équipe et manager, etc.) et les mettre en œuvre.
- Trier les différents déchets produits et les évacuer vers des sites de traitement appropriés ;
- Désinstaller les équipements de la base-vie en fin des travaux ;

PLAN DE GESTION DES RISQUES (PGR)

Le type de travaux à réaliser et la proximité aux autres constructions laisse présager quelques risques pour la santé et la sécurité des personnes présentes sur les lieux lors des travaux et pendant le fonctionnement mais aussi pour les populations riveraines. Pour limiter les risques d'accident ou leurs effets, les dispositions suivantes sont à mettre en œuvre par l'Entreprise :

- **Phases des travaux**

Pour s'assurer de la bonne conduite des travaux et prévenir les accidents, clôturer la base et réglementer l'accès avant le démarrage des travaux. Mettre en place des balises et panneaux de signalisation sur le chantier pour limiter les accidents de la circulation et doter la main d'œuvre d'équipements de sécurité adaptés (chaussures de sécurité, casques, masques anti-poussière et anti-bruit, gants, etc.)

A des heures tardives, éclairer suffisamment le chantier et ses abords pour prévenir tout risque d'accident et faciliter l'intervention des équipes de sécurité. L'enlèvement des coffrages de planchers, sommiers, etc., de même que celui des étais et boisages divers (fouilles, etc.) ne doivent se faire qu'avec prudence et après que l'exécutant se soit assuré que les personnes se trouvant à proximité ne peuvent être atteintes. Ensuite éliminer les aspérités dangereuses telles que clous, vis, etc., aussitôt le décoffrage effectué.

En plus de ces mesures, l'Entreprise souscrira tout son personnel à une assurance couvrant les risques d'accident et les maladies professionnelles

- **Phase d'exploitation**

Pendant l'exploitation du bâtiment aux fins à laquelle il est destiné, il faudra signaler tous cas et type de violences auprès des autorités administratives et judiciaires, s'assurer que le code de bonne conduite est affiché et est connue de tous au sein de l'entreprise

Également, s'assurer que la Politique de Lutte contre le Harcèlement Sexuel (PLHS) est bien diffusée et que la liste des numéros d'urgence est affichée ainsi que la structure du texte à lire en cas d'incident (lieu, numéro de téléphone des pompiers ou des services de transport médicalisé, etc.)

Une trousse de secours régulièrement vérifiée et approvisionnée mise à la disposition du personnel et des extincteurs vérifiés tous les semestres installés et placés à des endroits stratégiques.

V.2. Coût du projet

Dans la présente étude, nous nous sommes positionnés dans la phase intermédiaire de planification et d'exécution, ensuite nous avons réalisé une étude de prix.

Les différents prix utilisés et assignés aux différentes désignations sont tirés du cahier de charge de l'entreprise. Il s'agit en outre le prix brut facturé par l'entreprises à ses clients notamment le prix de la main œuvre et celui des matériaux.

Le tableau ci-dessous résume les montants totaux des travaux du gros œuvre à réaliser. Le montant total du gros œuvre s'élevant à **268.890.850 F CFA**.

Les détails de calculs sont présentés en *Annexe 18*.

Tableau V-2 : Cout du gros œuvre

<i>Désignations</i>	<i>Montant initial (F CFA)</i>	<i>Montant MO (F CFA)</i>
<i>Prix forfaitaires</i>	<i>500 000</i>	<i>4 300 000</i>
<i>Infrastructure</i>	<i>46 666 348</i>	<i>15 465 760</i>
<i>Rez- de - Chaussée</i>	<i>24 691 720</i>	<i>10 591 017</i>
<i>1er étage</i>	<i>22 951 745</i>	<i>9 805 735</i>
<i>2e étage</i>	<i>23 535 570</i>	<i>9 864 235</i>
<i>3e étage</i>	<i>22 482 245</i>	<i>9 664 885</i>
<i>4er étage</i>	<i>24 061 745</i>	<i>9 598 735</i>
<i>5e étage</i>	<i>25 032 145</i>	<i>9 678 935</i>
<i>Total HT</i>	<i>189 921 518</i>	<i>78 969 302</i>

Conclusion partielle

Pour les besoins inhérents au présent projet de fin d'étude, nous nous sommes fixés uniquement comme objectifs, de définir le cout total du gros œuvre. Et afin d'atteindre ces objectifs, nous avons identifié les différentes ressources, les taches a réaliser et assigné des prix.

A la suite de cette partie, on peut dire qu'un projet a des facteurs principaux qui sont : la performance environnementale, le cout et le respect des facteurs permettant d'assurer une bonne résistance de la structure. Ainsi la bonne compréhension des besoins permet de donner une perspective générale sur la jonction des facteurs principaux d'un projet.

Conclusion générale et recommandations

V.1. Conclusion générale

Dans cette étude, les effets du vent n'ont pas été prises en compte dans analyse globale du comportement de la structure. Cela est dû au fait que la cage d'ascenseur qui n'a pas été calculée par manque d'informations, intègre dans ses charges d'exploitation, les effets du vent. Ainsi faire un calcul sans intégrer toute la charge aurait faussé nos résultats.

Cependant, au vu du temps consacré pour l'étude d'un seul bâtiment, l'utilisation de logiciels et d'algorithmes de calcul pour l'étude structurale, s'avère plus que nécessaire pour le bon fonctionnement d'un bâtiment. C'est pourquoi, dans le dimensionnement des autres ouvrages, il apparaît l'aspect pluridisciplinaire de ces modes de calculs. En témoigne le recours à la mécanique des sols pour un pré dimensionnement du radier, l'application des calculs RDM au béton armé et le recours des logiciels de calculs de sollicitations.

Les résultats de cette étude (plans de coffrage, sections d'armatures et schémas de ferrailage des différents ouvrages) sont présentés dans les annexes.

Notre objectif à travers cette étude était ; non seulement d'appliquer et de mettre toutes nos connaissances et techniques apprises durant notre cycle de formation, mais aussi d'acquérir un minimum expériences concernant le processus à suivre pour mener de telles études. Ainsi nous avons pu avoir une vision globale de l'entreprise, sa structure, ses activités, découvrir de nouveaux métiers, comprendre dans quelle mesure le travail au sein d'un service requiert rigueur, esprit d'équipe partage du savoir-faire : tout cela fait réfléchir sur les qualités dont devrait se prémunir tout futur ingénieur pour bien réussir son insertion dans le monde du travail.

V.2. Recommandations

En recommandations, il est conseillé :

L'utilisation des coffres métalliques assure un meilleur rendu de section couler, cependant lorsqu'il est placé et mal étayé, le coffre a tendance à se déformer (assimilable à un effet de torsion) sous le poids du béton changeant ainsi l'inertie de l'élément prévu. Il est suggéré de non seulement bien assurer l'étayage mais aussi d'utiliser des étaies métalliques pour une parfaite stabilité du coffre.

Pour un meilleur rendement des activités, concevoir un planning pour mieux organiser et gérer les tâches quotidiennes sur le chantier.

Accorder du temps de séchage aux différents éléments pour éviter les fissures et améliorer la capacité de résistance des éléments.

La tenue d'un rassemblement général du personnel du chantier chaque matin pour une mise au point des objectifs journalière à atteindre ainsi que pour l'annonce de toute autre information.

Bibliographie

• Documents

[1] « **Pierre Guillemont** »

Aide-mémoire, Ouvrages en béton en armé, éditions Dunod. [1997]

[2] « **H. Renaud et J-Lamirault** »

Béton armé guide de calcul, Bâtiment et Génie civil, éditions Fouchier. [2006]

[3] « **Mougin Jean-Pierre** »

Béton armé, BAEL 91 modifié 99 et DTU associés, Eyrolles. [2000]

[4] « **Henry THONIER** »

Conception et calcul des structures de bâtiment (Tome 4), édition Presse de l'école des ponts et chaussées. [1996]

[5] « **H. Renaud et J-Lamirault** »

Précis de calcul de béton armé, Génie civil, éditions Dunod. [1989]

[6] « **Jean Perchat et Jean Roux** »

Pratique de BAEL 91, éditions Eyrolles. [2002]

• Règlements

[7] Béton Armé aux Etats Limites 91 Révisé 99

[8] Règles Neige et Vent NV 65 par **Jacques MAYÈRE**

[9] REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNES RPA 99 / version 2003

[10] NF P06-004 (mai 1977) : Bases de calcul des constructions – Charges permanentes et charges d'exploitation dues aux forces de pesanteur.

[11] NF P06-001 de Charges d'exploitation des bâtiments

• Cours

[12] « **Pr. Adama MESSAN** » Cours de béton armé III, Institut 2iE Kamboinsin 2021

[13] « **Dr. Decroly DJOUBISSIE** » Cours de Calcul de Structure IV, Institut 2iE Kamboinsin 2021

[14] « **Mr. Moussa OUEDRAOGO** » Cours de Réseaux Intérieurs fluides : Dimensionnement, Institut 2iE Ouagadougou 2022

[15] « **Mr. Justin BASSOLE** » Cours d'électricité d'intérieur, Institut 2iE Ouagadougou 2022

• Autres documents

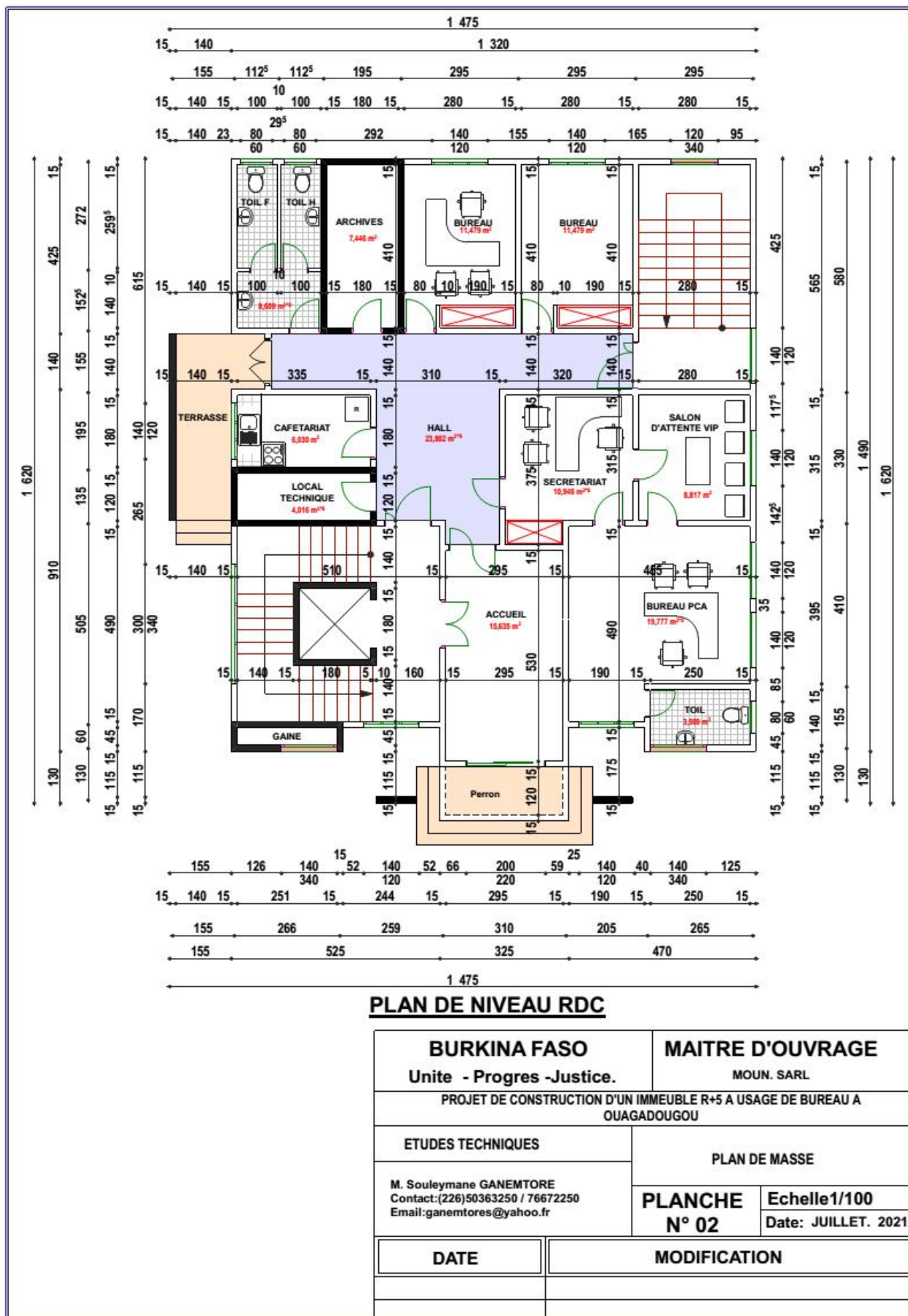
[16] [Des Clics Nomades/Historique-Météo.net](https://www.historiquemeteeo.net) Météo au Burkina Faso en 2009 : Quel temps faisait-il ? (historique-meteo.net) : <https://www.historiquemeteeo.net/afrique/burkina-faso/>

[17] <https://www.cosmovisions.com/qSismicite-Afrique.htm>

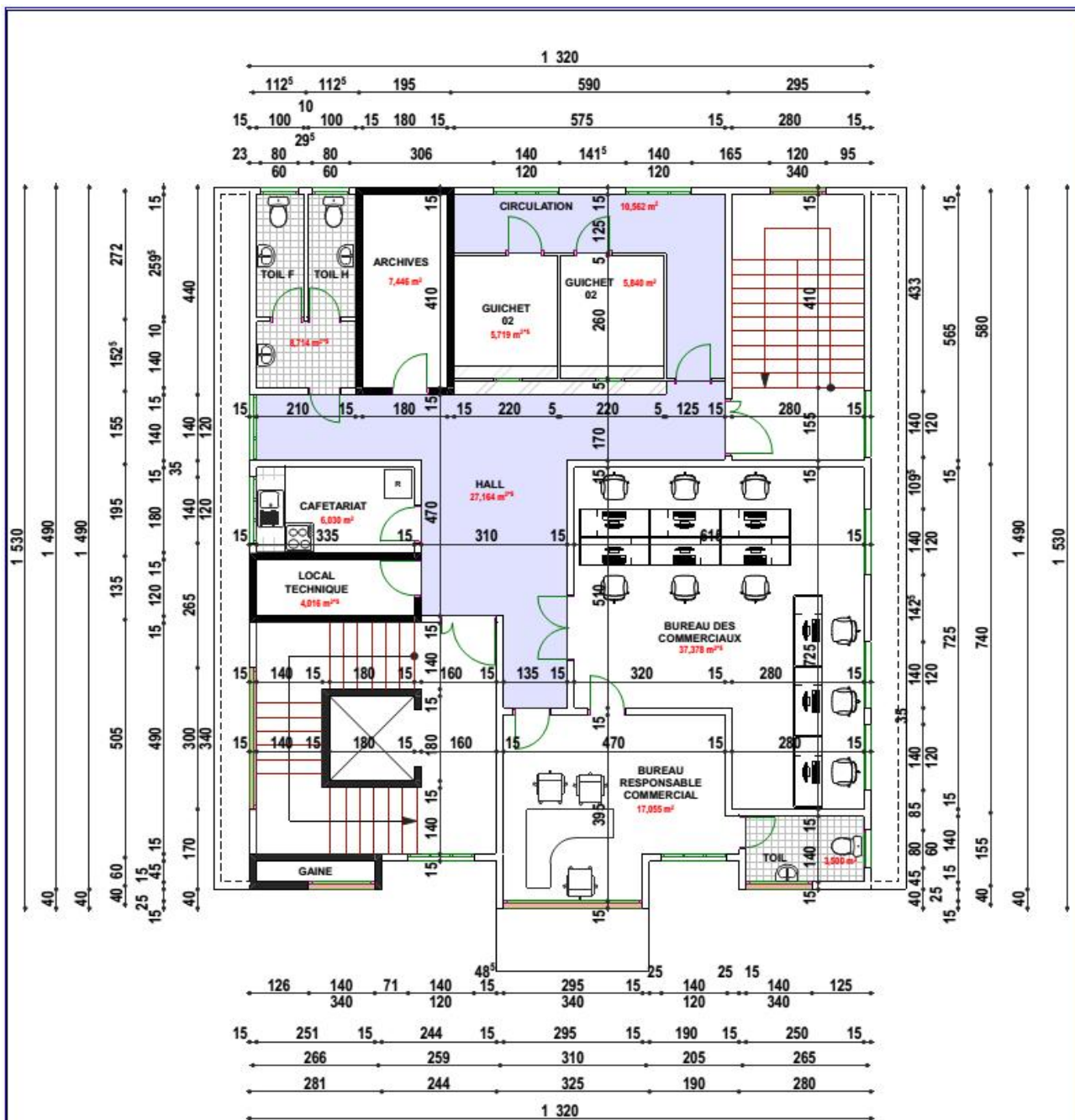
Annexes

Annexe 1 : Plans architecturaux.....	I
Annexe 2 : Evaluation des charges sur les éléments.....	XII
Annexe 3 : Dimensionnement structurel.....	I
Annexe 4 : Dimensionnement de l'acrotère.....	VIII
Annexe 5 : Dimensionnement du plancher à corps creux.....	X
Annexe 6 : Dimensionnement de la dalle pleine.....	XII
Annexe 7 : Calcul de l'escalier.....	XIV
Annexe 8 : Dimensionnement du Poteaux.....	I
Annexe 9 : Dimensionnement des poutres.....	V
Annexe 10 : Étude de la fondation.....	XV
Annexe 11 : Calcul sur logiciel.....	XXIII
Annexe 12 : Plans d'électricité.....	XXXV
Annexe 13 : Schémas unifilaires.....	XL
Annexe 14 : Calcul du bilan de puissance.....	XLII
Annexe 15 : Plomberie.....	XLV
Annexe 16 : Sécurité incendie.....	LIII
Annexe 17 : Impact environnementale.....	LIX
Annexe 18 : Évaluation financière du projet.....	LXII

Annexe 1 : Plans architecturaux

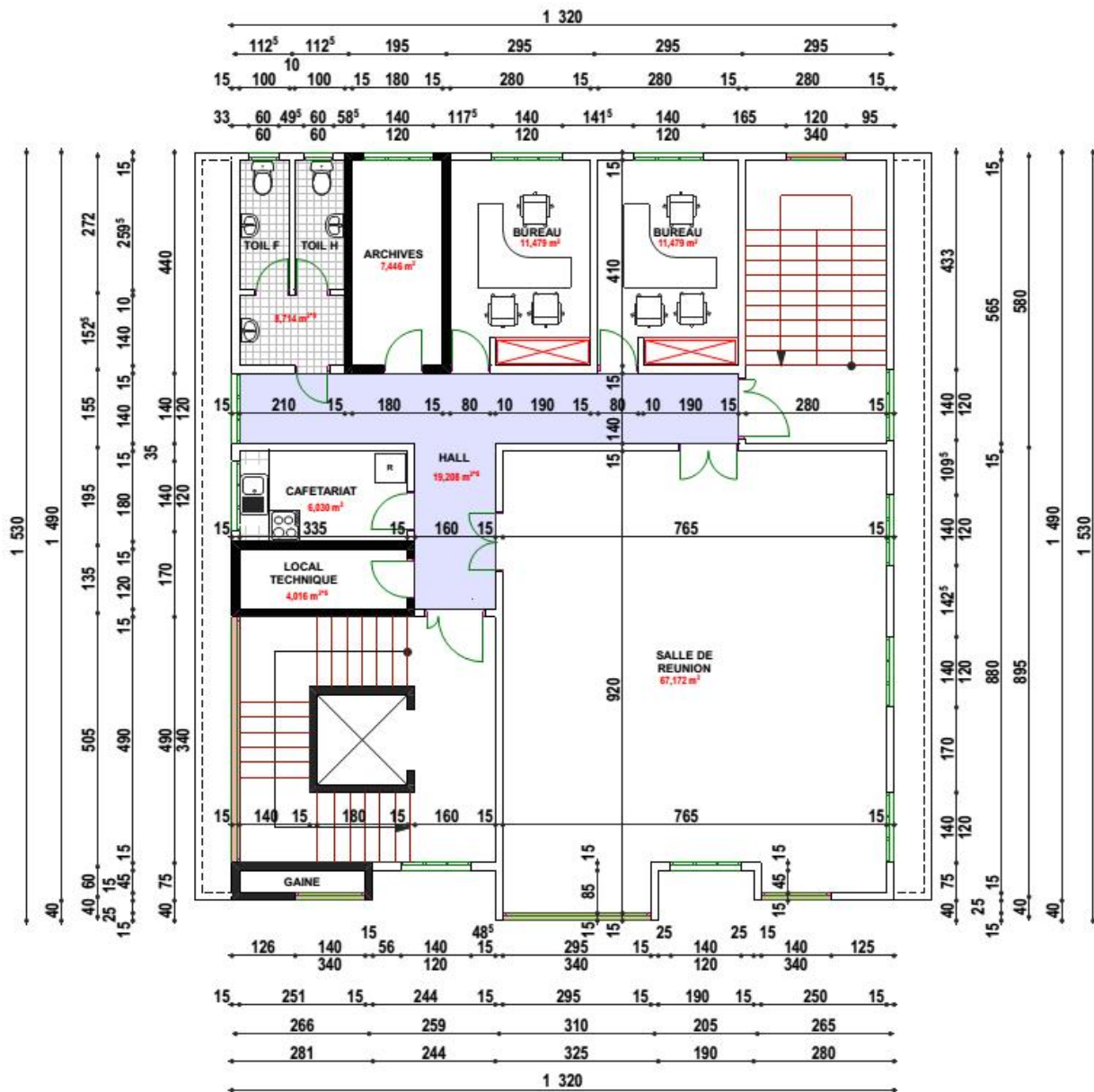


Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou



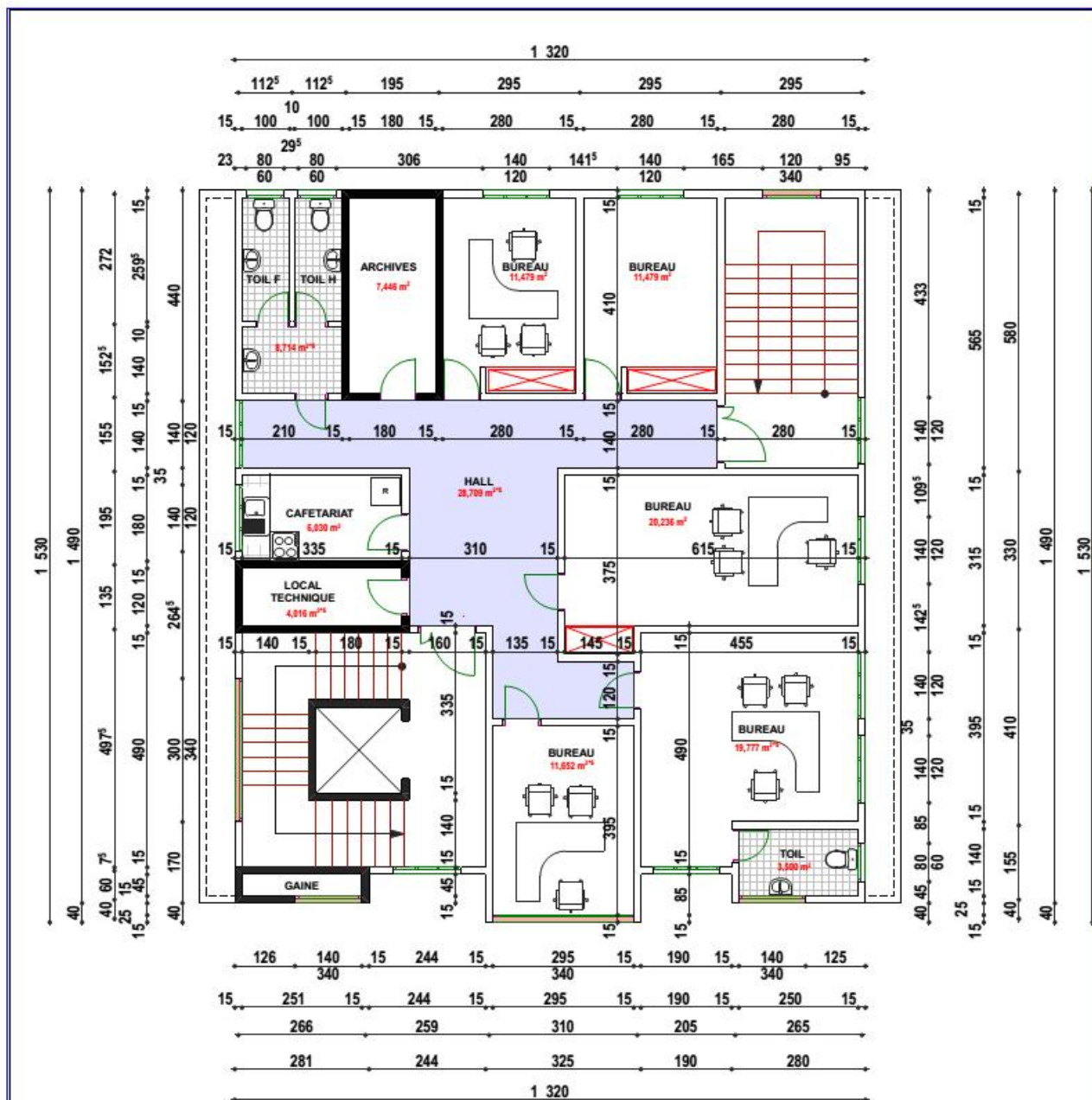
**PLAN DE NIVEAU
R+1**

BURKINA FASO		MAITRE D'OUVRAGE	
Unite - Progres - Justice.		MOUN. SARL	
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN IMMEUBLE R+5 A USAGE DE BUREAU A OUGADOUGOU			
ETUDES TECHNIQUES		PLAN DE NIVEAU R+1	
M. Souleymane GANEMTORE Contact:(226)50363250 / 76672250 Email:ganemtores@yahoo.fr		PLANCHE N° 10	Echelle1/100 Date: JUILLET. 2021
DATE	MODIFICATION		



**PLAN DE NIVEAU
R+2**

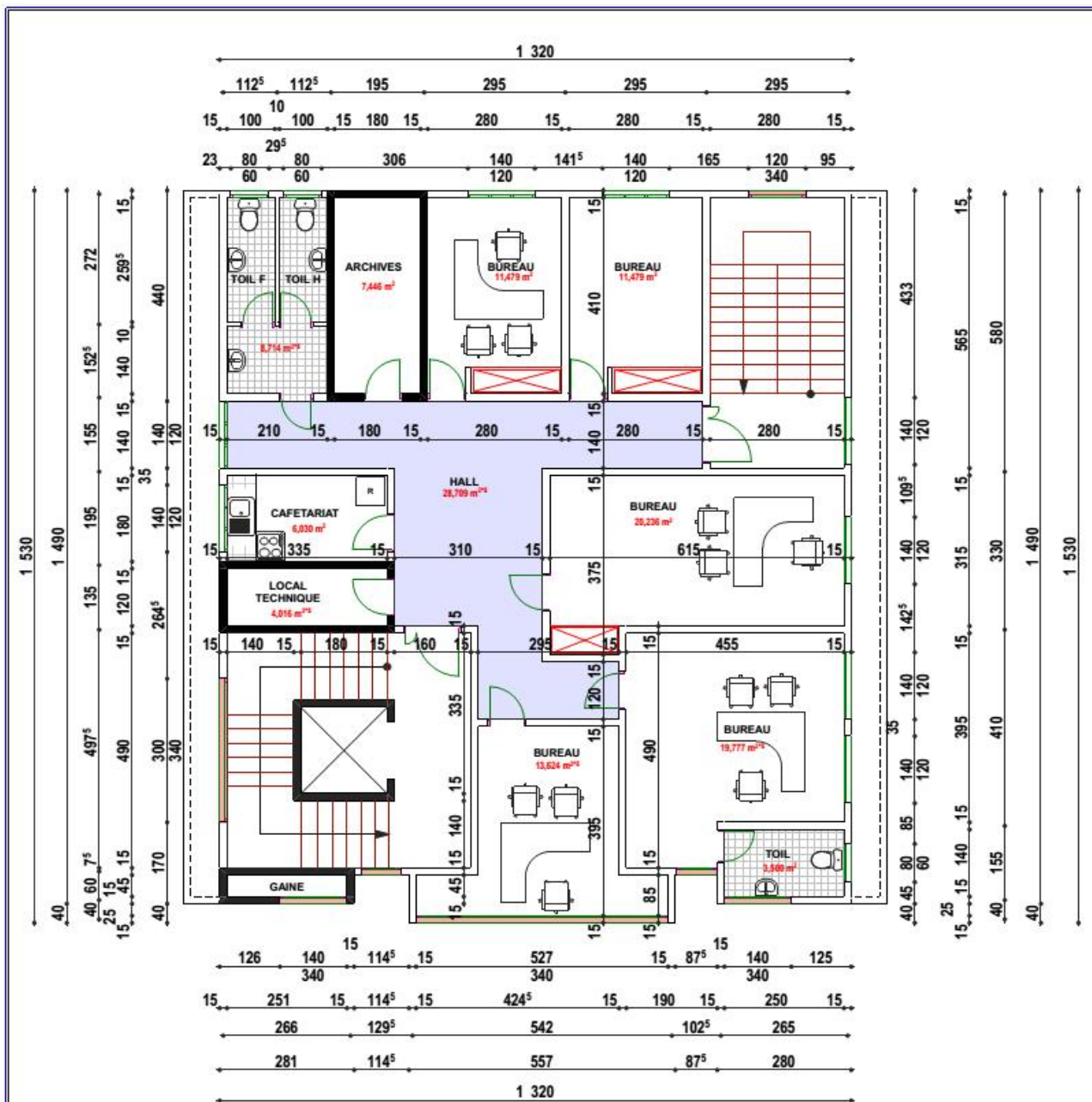
BURKINA FASO		MAITRE D'OUVRAGE	
Unite - Progres -Justice.		MOUN. SARL	
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN IMMEUBLE R+5 A USAGE DE BUREAU A OUAGADOUGOU			
ETUDES TECHNIQUES		PLAN DE NIVEAU R+2	
M. Souleymane GANEMTORE Contact:(226)50363250 / 76672250 Email:ganemtores@yahoo.fr		PLANCHE N° 18	Echelle1/100 Date: JUILLET. 2021
DATE	MODIFICATION		



**PLAN DE NIVEAU
R+3**

BURKINA FASO		MAITRE D'OUVRAGE	
Unite - Progres -Justice.		MOUN. SARL	
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN IMMEUBLE R+5 A USAGE DE BUREAU A OUAGADOUGOU			
ETUDES TECHNIQUES		PLAN DE NIVEAU R+3	
M. Souleymane GANEMTORE Contact:(226)50363250 / 76672250 Email:ganemtores@yahoo.fr		PLANCHE N° 26	Echelle1/100 Date: JUILLET. 2021
DATE	MODIFICATION		

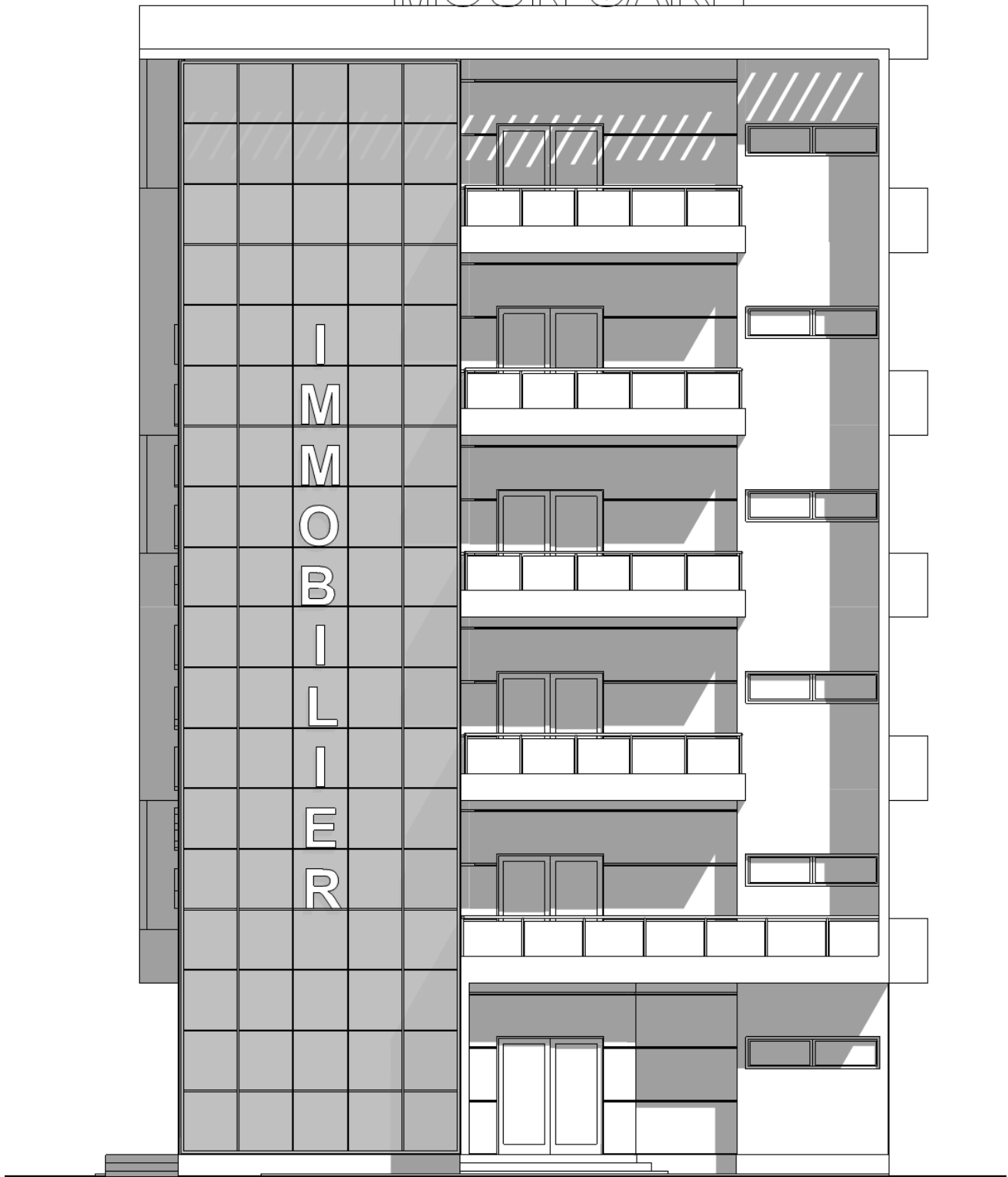
Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou



**PLAN DE NIVEAU
R+4/R+5**

BURKINA FASO		MAITRE D'OUVRAGE	
Unite - Progres - Justice.		MOUN. SARL	
PROJET DE CONSTRUCTION D'UN IMMEUBLE R+5 A USAGE DE BUREAU A OUAGADOUGOU			
ETUDES TECHNIQUES		PLAN DE NIVEAU R+4/R+5	
M. Souleymane GANEMTORE Contact: (226)50363250 / 76672250 Email: ganemtores@yahoo.fr		PLANCHE N° 34	Echelle 1/100 Date: JUILLET. 2021
DATE	MODIFICATION		

MOUN SARL

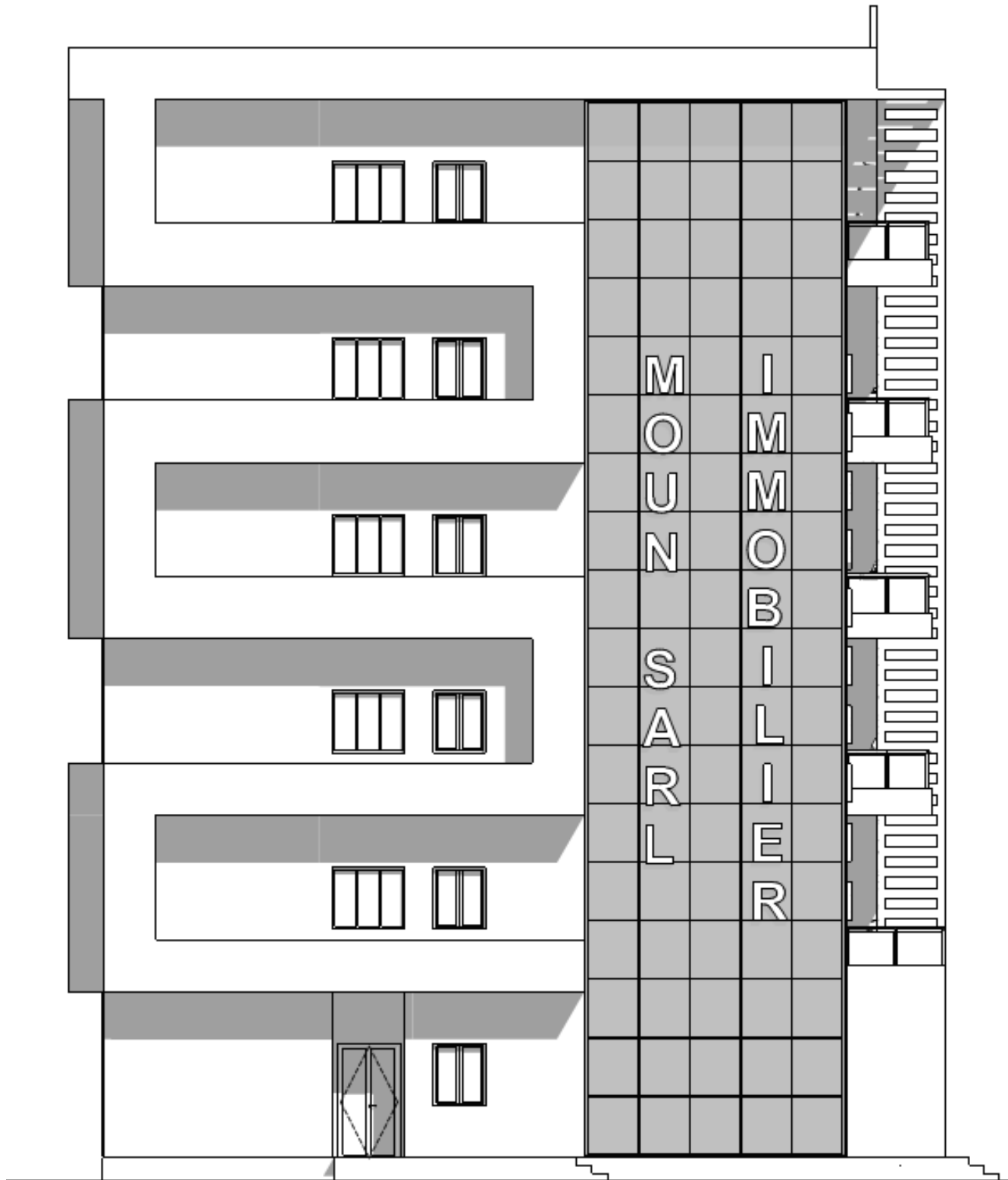


FACADE PRINCIPALE

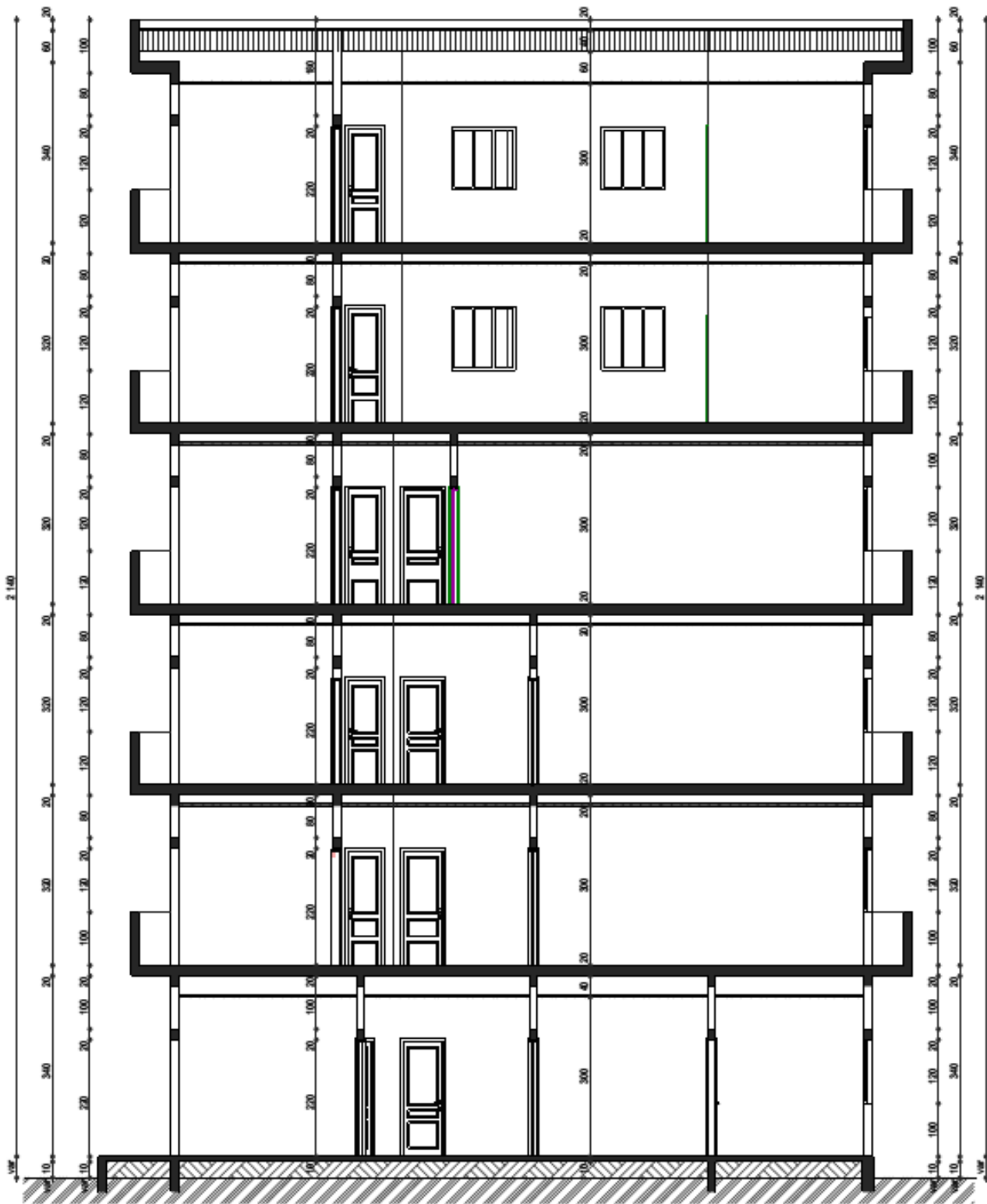
MOUN SARL



FACADE ARRIERE

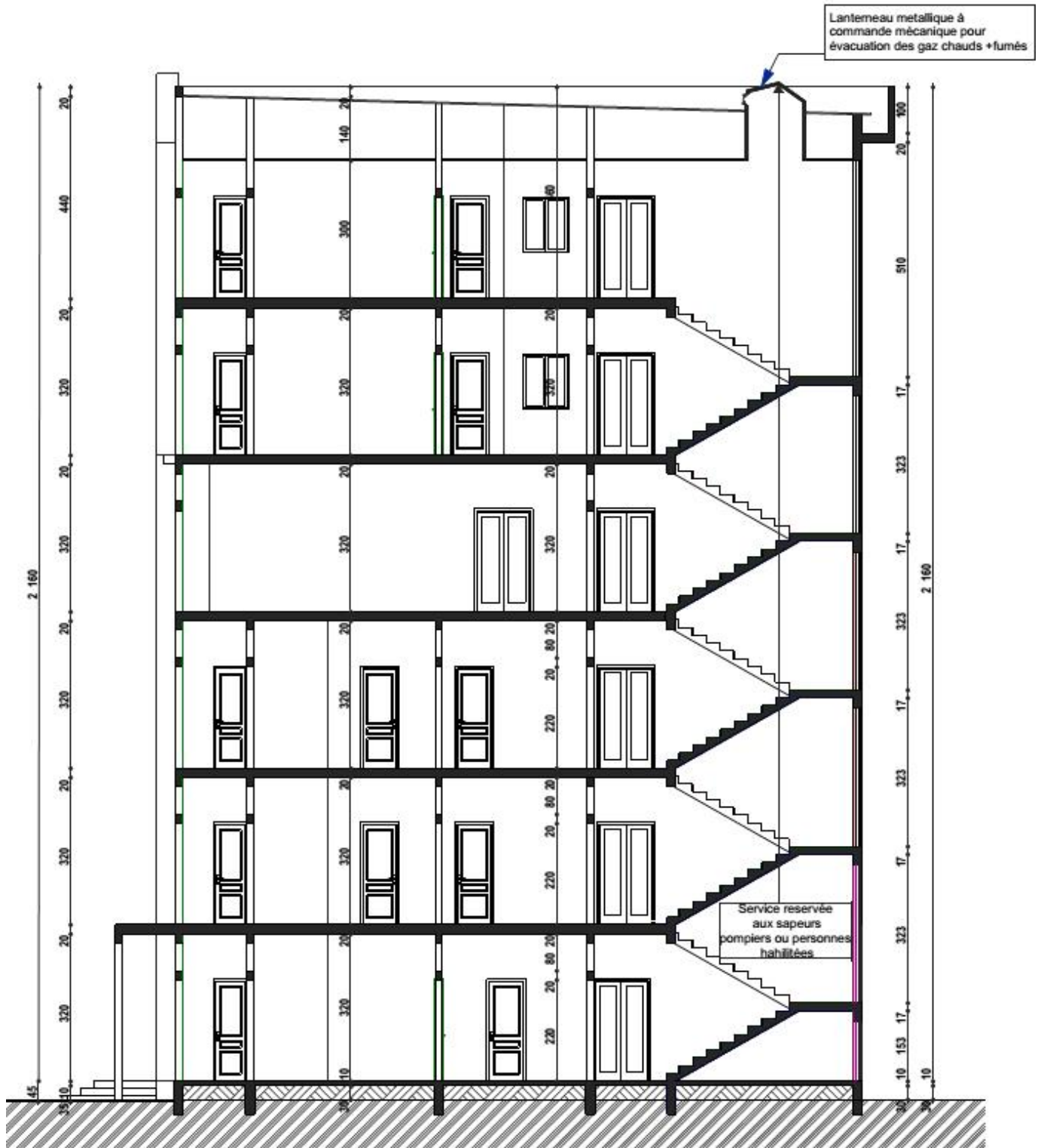


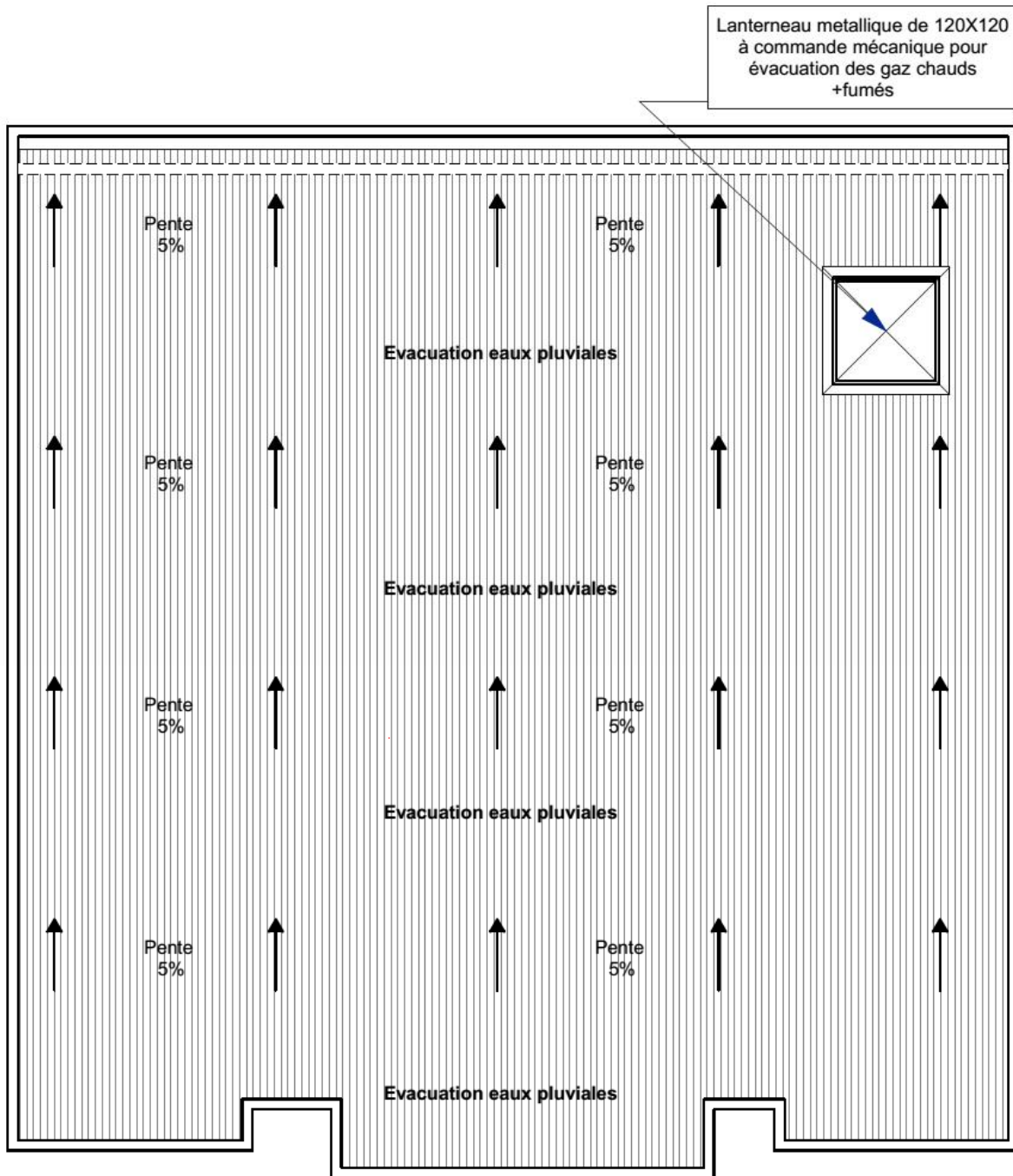
FACADE LATERALE GAUCHE



COUPE AA

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou





PLAN DE TOITURE

Annexe 2 : Evaluation des charges sur les éléments

1. Dalle pleine

Constituants	Épaisseur	Poids (kN/m ³)	Charge (kN/m ²)
Dalle pleine	0.15	25	2,5
Étanchéité multicouches	0.02	2	0.04
Revêtement en Alucobon	0,1	22	2.2
Enduit en plâtre	0.02	10	0.2
G=5,5kN/m ²			

2. Terrasse inaccessible

Constituants	Épaisseur	Poids (kN/m ³)	Charge (kN/m ²)
Revêtement en carrelage	0.01	16	0.15
Mortier de pose	0.04	20	0.8
Dalle en corps creux 16+4	0.2	15.5	3.1
Lit de sable	0.04	15	0.6
Enduit de ciment	0.02	10	0.2
Cloisons légères	0.1	10	1
G=4,62kN/m ²			

3. Plancher courant a corps creux

Constituants	Epaisseur	Poids(kN/m ³)	Charge(kN/m ²)
Revêtement en carrelage	0.01	16	0.16
Mortier de pose	0.04	20	0.8
Lit de sable	0.04	15	0.6
Dalle en béton	0.20	15.5	3.1
Enduit en plâtre	0.02	10	0.2
Cloisons légères	0.1	10	1
G=5.86kN/m ²			

4. Plancher courant plein

Constituants	Epaisseur	Poids (kN/m ³)	Charge (kN/m ²)
Revêtement en carrelage	0.01	16	0.16
Mortier de pose	0.04	20	0.8
Dalle en Béton armé	0.15	25	3.75
Enduit en plâtre	0.02	10	0.2
Cloisons légères	0.1	10	1
G=5.91kN/m ²			

5. Plancher porte à faux

Eléments	Epaisseur	Poids (kN/m ³)	Charge (kN/m ²)
Enduit extérieure	0.025	20	0.5
Enduit intérieur	0.025	20	0.5
Briques creuses	0.15	15	2.25
G=3.25kN/m ²			

6. Charge totale des murs extérieurs

En considérant les 10 % d'ouvertures, on obtient : $3.25 \times 0,9 = 2.93 \text{ kN/m}^2$

G=2.93kN/m²

Eléments	Epaisseur	Poids (kN/m ³)	Charge (kN/m ²)
Enduit extérieure	0.02	20	0.4
Enduit intérieur	0.02	20	0.4
Briques creuses	0.10	10	1
G=1,8 kN/m ²			

7. Charges et surcharges sur les escaliers

a. Palier de repos

Carrelage : $0,02 \times 16 = 0.32 \text{ kN / m}^2$

Mortier de pose : $0,02 \times 20 = 0.4 \text{ kN/m}^2$

Dalle pleine (BA) : $0,15 \times 25 = 3.75 \text{ kN//m}^2$

Enduit : $0,02 \times 10 = 0.2 \text{ kN//m}^2$

G= 4.67kN / m²

b. Volée (paillasse)

Carrelage :0,02 x 16 = 0.32 kN / m²

Mortier de pose :0,02 x 20=0.40 kN / m²

Poids des marches :((0.3*.17)/2)/.347)*25 = 0.0734*25= 1.83 kN/m²

Paillasse :0,15 x 25= 4.15kN / m²

Enduit :0,02 x 10 =0.2 kN / m²

Garde-corps :1 kN / m²

G = 7.94 kN / m²

8. Eléments Principaux

a. Descente de charges sur les poutres

PH-RDC :

Poutre	File	Tronçons	Charge lin Perm G	Charge lin Expl Q	Charge ponc	Pu
P1		Tronc [0 à 4.21]	13.998kN/ml	4.80 kN/ml	-	26.10 kN/ml
P2		Tron1 [0 à 2.95]	6.375kN/ml	6.60 kN/ml	42.8 kN	18.5 kN/ml
		Tron2 [2.95 à 5.9]	10.873kN/ml	6.60 kN/ml		24.58 kN/ml
P3		Tronc [0 à 1.45]	16.59kN/ml	13.20 kN/ml	-	42.40 kN/ml
		Tronc [1.45 à 2.95]	5.25kN/ml	3.20 kN/ml		11.9 kN/ml

charges sur la file Y13

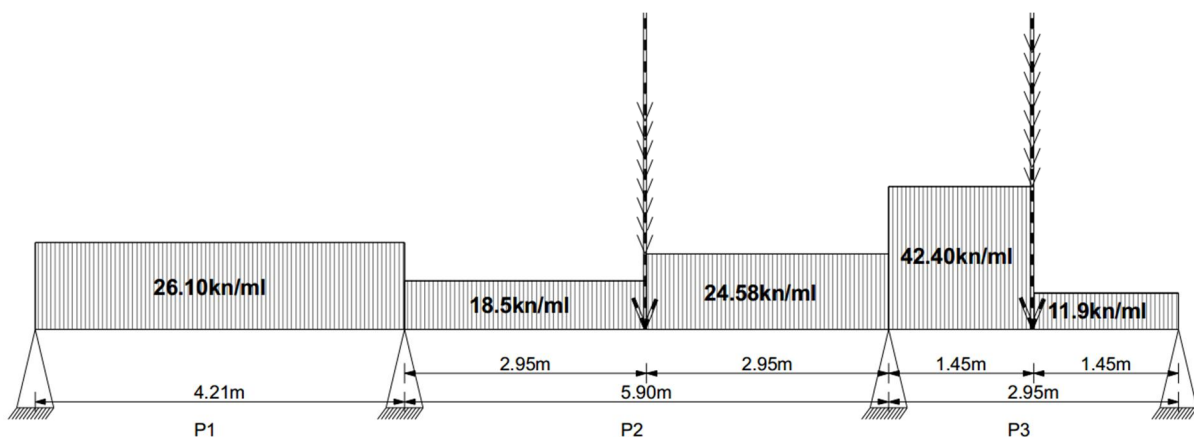


schéma mécanique de la file Y13

PH-R+2 : file X15

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

Poutre File X15	Tronçons	Charge lin Perm G	Charge lin Expl Q	Charge ponc	Pu
P1	Tron1 [0 à 1.55]	7.1 kN/ml	6.63 kN/ml	20.56 KN	19.52 kN/ml
	Tron2 [1.55 à 3.125]	7.1 kN/ml	6.63 kN/ml		21.89 KN
	Tron3 [3.125 à 5.65]	7.1 kN/ml	6.63 kN/ml	19.52 kN/ml	
P2	Tron[0 à 3.3]	15.94 kN/ml	4.64 kN/ml	-	28.47 kN/ml
P3	Tron[0 à 1.55]	6.96 kN/ml	-		9.40 kN/ml
P4	Tron[0 à 4.25]	5.25 kN/ml	-		7.09 kN/ml

Tableau charges sur la file X15

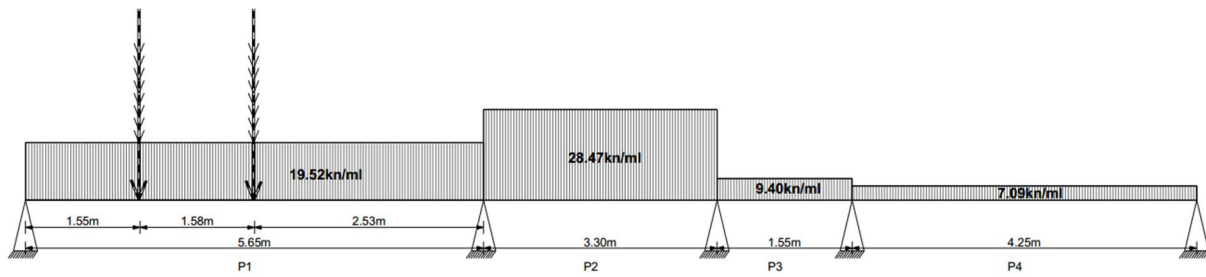


schéma mécanique de la file X15

DETAILS DE CALCULS

Poutre File Y13				
P1	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
Plancher a corps creux	[0 à 4.21]	1.65	4.62kN/m ²	7.623
Cloison 15	[0 à 4.21]	4.21	3.25kN/ml	3.25
Poids propre	[0 à 4.21]	0.125	25kN/m"	3.125
Lineaire	Tron1 [0 à 4.21]		13.998	

P2	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
Plancher a corps creux	Appuis [2.95]	2.95	4.62kN/m ²	13.629
Plancher a corps creux	[0 à 5.9]	0.8	4.62kN/m ²	7.623
Cloison 15	Appuis [2.95]	2.9	3.25kN/ml	9.5875
Cloison 15	[0 à 5.9]	2.9	3.25kN/ml	3.25
Poids propre	[0 à 5.9]	0.125	25kN/m"	3.125
Poutre	à 2.95	0.17	25kN/m"	4.25

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

Lineaire	Tron1 [0 à 2.95]	6.375	Tron2 [2.95 à 5.9]	10.873
Ponctuelle	a 2.95		42.799125	

P3	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
Escalier	[0 à 1.4]	1.4	8.1kN/m ²	11.34
Cloison 15	[0 à 4.25]	4.25	3.25kN/ml	3.25
Poids propre	[0 à 4.25]	0.08	25kN/m"	2
Lineaire	Tron[0 à 1.4]	16.59	Tron[1.4 à 4.25]	5.25

Poutre File Y13				
P1	Distance (m)	L/I/S/V	Charge Cal	Charge Appl
Plancher a corps creux	Appuis [2.63]	2.63	4.62kN/m ²	12.1506
Dalles pleine	[3 à 5.25]	1.8	5.86kN/m ²	10.548
Cloison	[0 à 5.25]	5.25	3.25kN/ml	3.25
Poids propre	[0 à 5.25]	0.125	25kN/m"	3.125
Poutre	à 3	0.042	25kN/m"	1.05
Poutre	à 3	0.144	25kN/m"	3.6
Lineaire	Tron1 [0 à 3]	6.375	Tron2 [3 à 5.25]	16.923
PONCTUELLE	a 3m		26.52108	

P2	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
Dalles pleine	[3 à 5.25]	3.88	5.86kN/m ²	22.7368
Poids propre	[0 à 5.25]	0.125	25kN/m"	3.125
Poutre	à 3.1	0.2	25kN/m"	5
Poutre	à 5.15	0.144	25kN/m"	3.6
Tron1 [0 à 3.1]	26.3368	Tron2 [3.1 à 5.15]	26.3368	Tron1 [5.15 à 7.8]
PONCTUELLE	a 3.1m	8.79	a 5.15m	7.39

Poutre File Y13				
P1	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
Plancher a corps creux	Poutre1\$2 [2.65]	1.65	4.62kN/m ²	7.623
Dalle pleine	[0 à 5.65]	0.7	5.5kN/m ²	3.85
Cloison 15	[0 à 5.65]	5.25	3.25kN/ml	3.25
Cloison 10	Poutre1 [2.65]	5.25	1.8kN/ml	1.8
Poids propre	[0 à 5.65]	0.125	25kN/m"	3.125
Poutre1	[0 à 1.55]	0.159	25kN/m"	3.975
Poutre2	[1.55 à 3.125]	0.212	25kN/m"	5.3
Lineaire	Tron1 [0 à 1.55]	7.1	Tron2 [1.55 à 3.125]	7.1
Ponctuelle	à 1.55	20.56065	à 3.125	21.88905

P2	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
Plancher a corps creux	[0 à 3.3]	1.48	4.62kN/m ²	6.8376
Dalle pleine	[0 à 3.3]	0.7	5.5kN/m ²	3.85
Cloison 15	[0 à 3.3]	3.3	3.25kN/ml	3.25
Poids propre	[0 à 3.3]	0.08	25kN/m"	2
Lineaire	Tron[0 à 3.3]		15.9376	

P3	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
Plancher a corps creux	[0 à 1.55]	1.48	4.62kN/m ²	6.8376
Cloison 15	[0 à 1.55]	1.55	3.25kN/ml	3.25
Poids propre	[0 à 1.55]	0.08	25kN/m"	2
Lineaire	Tron[0 à 1.55]		6.9594	

P4	Distance (m)	Larg/Long	Charge Cal	Charge Appl
escalier	[0 à 4.25]	0	8.1kN/m ²	0
Cloison 15	[0 à 4,25]	4,25	3,25kN/ml	3,25
Poids propre	[0 à 4,25]	0,08	25kN/m"	2
Lineaire	Tron[0 à 4,25]		5,25	

9. Descente de charge sur poteaux

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

Descente de charges - Poteau X9-Y10 ¹						S: 20.79 m ²		poids volumique béton v			20	kN/m ³			
Niv.	nature du	éléments	b/ox	h/e	L/oy	aire	volume	g'	q	g'	G	Q	Qpon	Nu	
PH			m	m	m	m ²	m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/ml	kN	kN	kN	kN	
4	ETAGE 5	Couverture métallique		0.15		15.79	2.369	0.25	1		3.9	15.8			
0	Terasse inaccessible	étanchéité				20.79		0			0.0				
		acrotère			0				1	4.1164	0.0	0.0			
		chainage	0.2	0.2	3.8		0.152				3.8				
		faux plafond				20.79		0.2			4.2				
											Total du niveau	11.9	15.8	16.07	
						0					Total cumulé à ce niveau	11.9	15.8	15.8	39.76
3	ETAGE 4	Dalle corps cr 20				10.83		2.8	3.5		30.3	37.9			
	1	Dalle pleine 15cm		0.15		4.96			4		18.6	19.8			
1		Cloisons ppgs 15		3	5.5	16.5				2.6	14.3				
		Revêtement 5 cm				15.79		1	°		15.8				
		Faux-plafond				15.79		0.2			3.2				
		Poutre 25x50	0.25	0.5	3.7		0.4625				11.6				
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.55		0.204				5.1				
		poteaux	0.2	3.2	0.3		0.192				4.8				
											Total du niveau	103.6	57.7	139.91	
											Total cumulé à ce niveau	115.5	73.5	73.5	266.28
	ETAGE 3	Dalle corps cr 20				10.83		2.8	3.5		30.3	37.9			
		Dalle pleine 15cm		0.15		4.96			4		18.6	19.8			
		Cloisons ppgs 15		3	5.5	16.5				2.6	14.3				
		Revêtement 5 cm				15.79		1	°		15.8				
	0.95	Faux-plafond				15.79		0.2			3.2				
		Poutre 25x50	0.25	0.5	3.7		0.4625				0.0				
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.55		0.204				5.1				
		poteaux	0.2	3.2	0.3		0.192				4.8				
											Total du niveau	92.1	57.7	124.3	
											Total cumulé à ce niveau	207.6	131.3	140.5	491.04
2	ETAGE 2	Dalle corps cr 20				10.83		2.8	6		30.3	65.0			
		Dalle pleine 15cm		0.15		4.96			1		18.6	5.0			
		Cloisons ppgs 15		3	5.5	16.5				2.6	14.3				
		Revêtement 5 cm				15.79		1	°		15.8				
	0.9	Faux-plafond				15.79		0.2			3.2				
		Poutre 25x50	0.25	0.5	3.7		0.4625				0.0				
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.55		0.204				5.1				
		poteaux	0.2	3.2	0.3		0.192				4.8				
											Total du niveau	92.1	69.9	124.3	
											Total cumulé à ce niveau	299.7	201.2	182.7	678.59
-1	ETAGE 1	Dalle corps cr 20				3.63		2.8	4		10.2	14.5			
		Dalle pleine 15cm		0.15		17.16			4		64.4	68.6			
3	Chambres	Cloisons ppgs 15		3	3.2	9.6				2.6	8.3				
	0.85	Revêtement 5 cm				19.49		1	°		19.5				
		Faux-plafond				19.49		0.2			3.9				
		Poutre 25x50	0.25	0.5	3.7		0.4625				11.6				
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.55		0.204				5.1				
		poteaux	0.2	3.2	0.3		0.192				4.8				
											Total du niveau	127.7	83.2	172.37	
											Total cumulé à ce niveau	427.4	284.4	244.1	943.08
1	RDC	Dalle corps cr 20				3.63		2.8	4		10.2	14.5			
		Dalle pleine 15cm		0.15		17.16			4		64.4	68.6			
3	Chambres	Cloisons ppgs 15		3	3.2	9.6				2.6	0.0				
	0.8	Revêtement 5 cm				19.49		1	°		19.5				
		Faux-plafond				19.49		0.2			3.9				
		Poutre 25x50	0.25	0.5	3.7		0.4625				11.6				
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.55		0.204				5.1				
		poteaux	0.2	3.2	0.3		0.192				4.8				
											Total du niveau	119.4	83.2	161.14	
											Total cumulé à ce niveau	546.7	367.5	297.2	1183.87
0	FONDATION	Poteau	0.5	3.4	0.5		0.850				21.3				
		Poutre 25x50	0.25	0.5	3.7		0.4625				11.6				
4											Total du niveau	32.8			
	0.85										Total cumulé à ce niveau	579.5	367.5	297.2	1228.17

Tableau : Poteau centrale

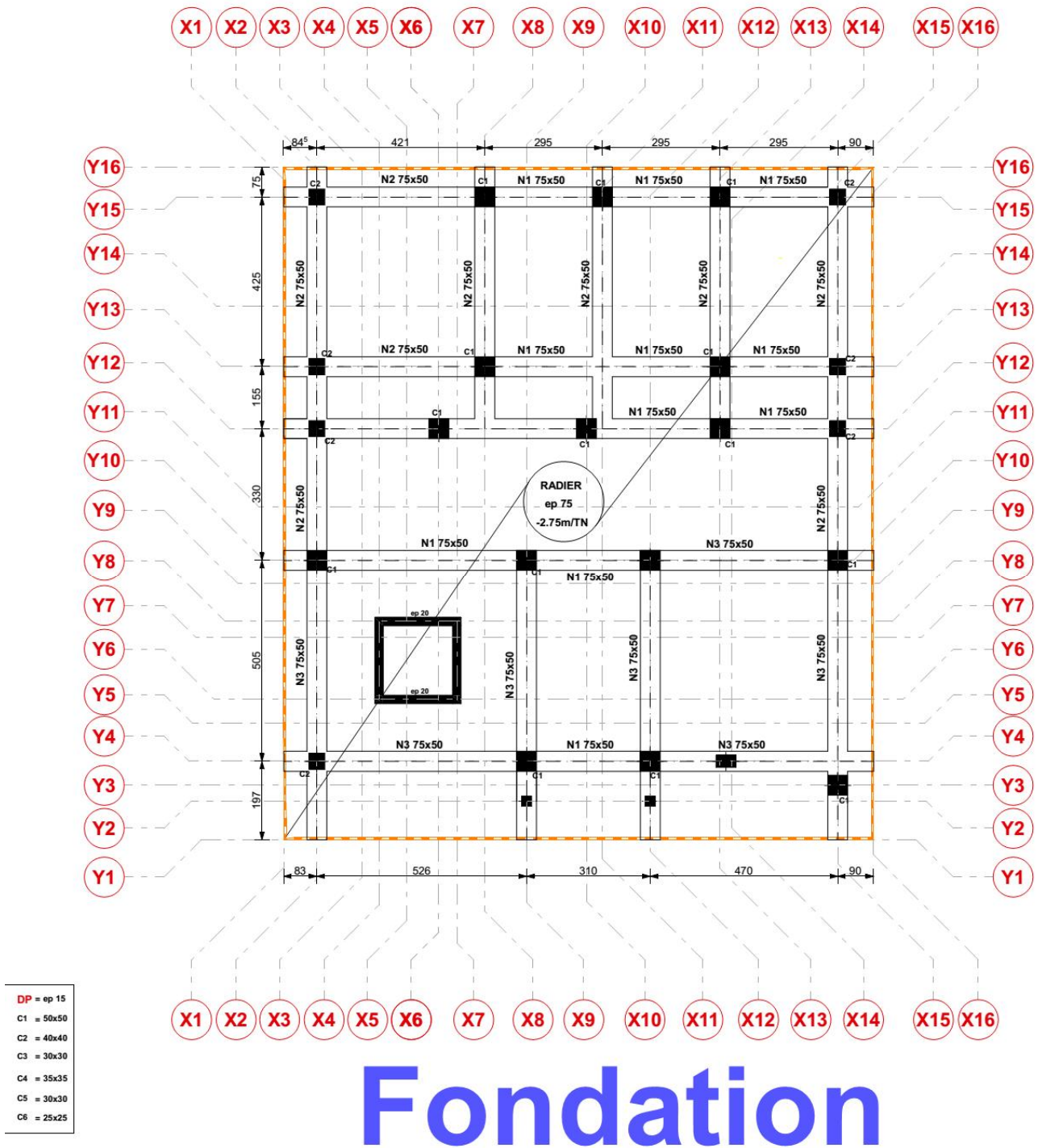
Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

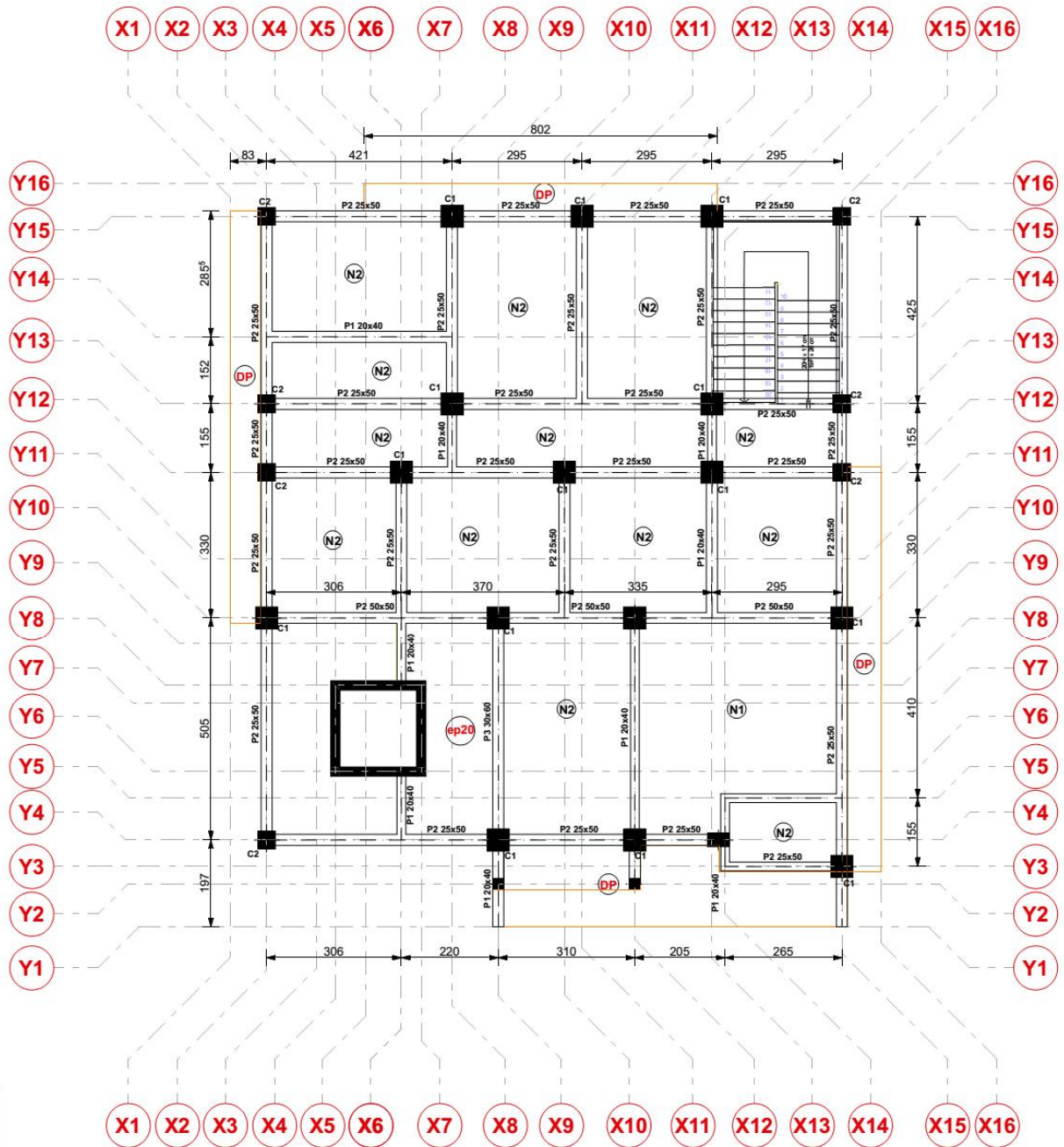
Descente de charges - Poteau X15-Y10'			S: 13.37 m ²			pois volumique béton v			20		kN/m ³					
Niv.	Etage	éléments	b/ox	h/e	L/oy	aire	volume	g'	q	g'	G	Q	Qpon	Nu		
			m	m	m	m ²	m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/ml	kN	kN	kN	kN		
	PH															
4	ETAGE 5	Couverture metalique		0		13.37	0.000	0.25	1		3.3	13.4				
0	Terrasse inaccessible	étanchéité			4.45	0		0		2.3	10.2					
		acrotère			4.45				1	2.38	10.6	4.5				
		chainage	0.2	0.3	9.5		0.570				14.3					
		faux plafond				13.37		0.3			4.0					
											42.4	17.8		84.01		
											Total du niveau					
						0					Total cumulé à ce niveau		42.4	17.8	17.8	84.009825
	ETAGE 4	Dalle corps cr 20				12.6		2.8	4		35.3	50.4				
		Cloisons ppgs 15		3	7.4	22.2		2.6			57.7					
		Revêtement 5 cm				12.6		1			12.6					
		Faux-plafond				12.6		0.3			3.8					
		Poutre 20x45	0.2	0.45	4.45	0.09	0.4005				10.0					
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.95	0.08	0.236				5.9					
		poteaux	0.2	3	0.2	0.6	0.12				3.0					
											Total du niveau		128.3	50.4	248.79	
											Total cumulé à ce niveau		170.7	68.2	68.2	332.8047
	ETAGE 3	Dalle corps cr 20				12.6		2.8	4		35.3	50.4				
		Cloisons ppgs 15		3	7.4	22.2		2.6			57.7					
		Revêtement 5 cm				12.6		1			12.6					
		Faux-plafond				12.6		0.3			3.8					
		Poutre 20x45	0.2	0.45	4.45	0.09	0.4005				10.0					
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.95	0.08	0.236				5.9					
		poteaux	0.2	3	0.3	0.6	0.18				4.5					
											Total du niveau		129.8	50.4	250.82	
											Total cumulé à ce niveau		300.5	118.6	130.5	601.458075
3	ETAGE 2	Dalle corps cr 20				12.6		2.8	4		35.3	50.4				
1		Cloisons ppgs 15		3	7.4	22.2		2.6			57.7					
		Revêtement 5 cm				12.6		1			12.6					
		Faux-plafond				12.6		0.3			3.8					
		Poutre 20x45	0.2	0.45	4.45	0.09	0.4005				10.0					
		Poutre 20x40	0.2	0.4	2.95	0.08	0.236				5.9					
		poteaux	0.2	3	0.3	0.6	0.18				4.5					
											Total du niveau		129.8	50.4	250.82	
											Total cumulé à ce niveau		430.3	169.0	153.9	811.76445
2	ETAGE 1	Dalle corps cr 20				13.37		2.8	4		37.4	53.5				
2	Chambres	Dalle pleine 20		0.2		24.59	4.918	25			123.0					
		Cloisons ppgs 15		3	4.45	13.35		1.8			24.0					
	1	Revêtement 5 cm				13.37		1			13.4					
		Faux-plafond				13.37		0.2			2.7					
		Poutre 20x50	0.2	0.5	4.45		0.445				11.1					
		Poutre 20x40	0.2	0.4	4.55		0.364				9.1					
		poteaux	0.2	3	0.3		0.18				4.5					
											Total du niveau		225.2	53.5	384.22	
											Total cumulé à ce niveau		655.5	229.2	194.1	1176.0537
1	RDC	Dalle corps cr 20				13.37		2.8	6		37.4	80.2				
3	Chambres	Cloisons ppgs 15		0.2	4.95	0.99		25			24.8					
	0.9	Revêtement 5 cm				13.37		1			13.4					
		Faux-plafond				13.37		0.2			2.7					
		Poutre 20x45	0.2	0.45	4.45		0.401				10.0					
		poteaux	0.2	3	0.3		0.180				4.5					
											Total du niveau		92.7	80.2	245.53	
											Total cumulé à ce niveau		748.2	309.4	237.3	1366.02218
0	FONDATION	Poteau	0.5	3.4	0.5		0.850				21.3					
		escalier		0.17	0		0.000				0.0					
4	salles de gym, conference, video										Total du niveau		21.3			
											Total cumulé à ce niveau		769.5	309.4	237.3	1394.71

Tableau : Poteau de rive

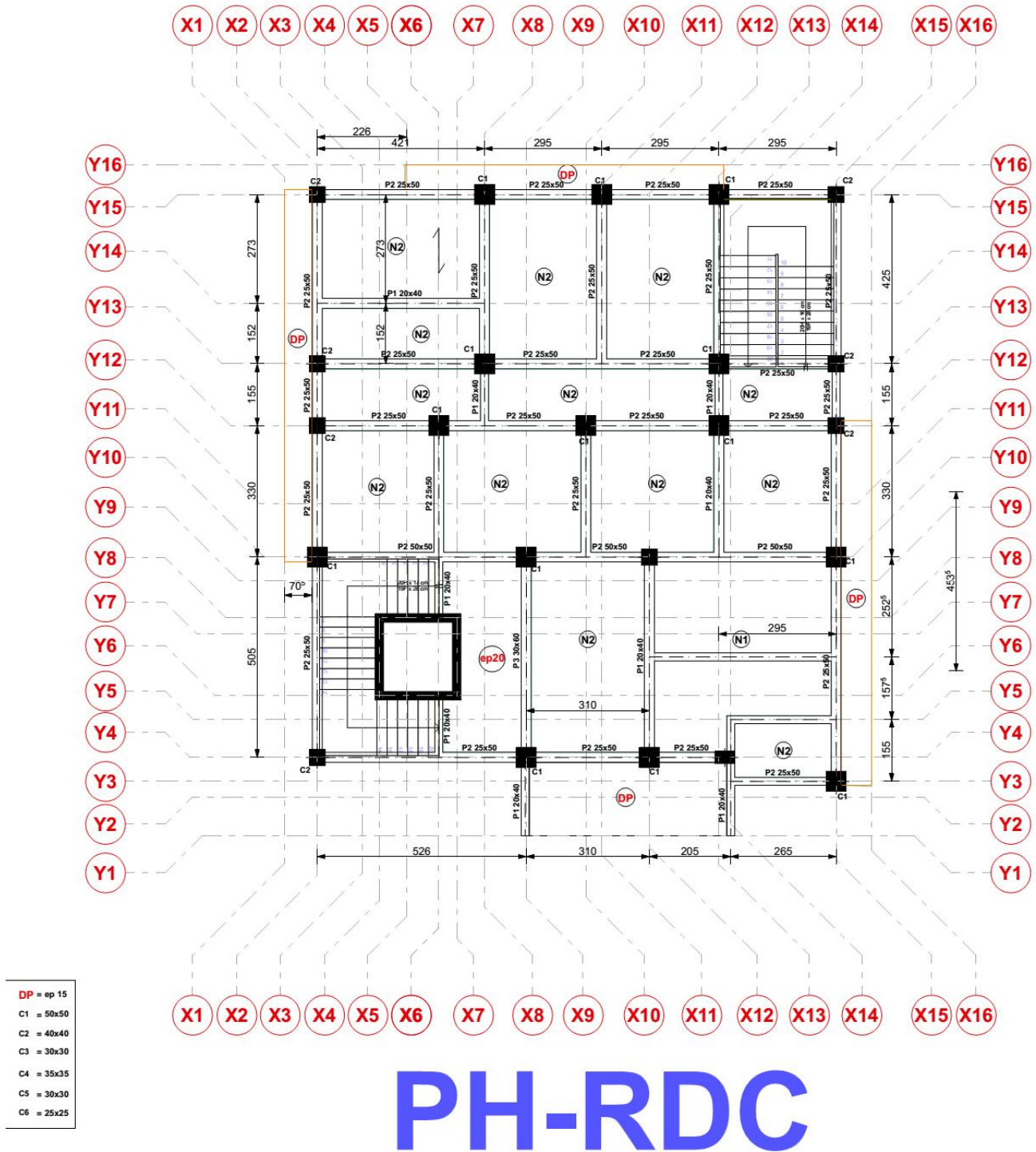
Annexe 3 : Dimensionnement structurel

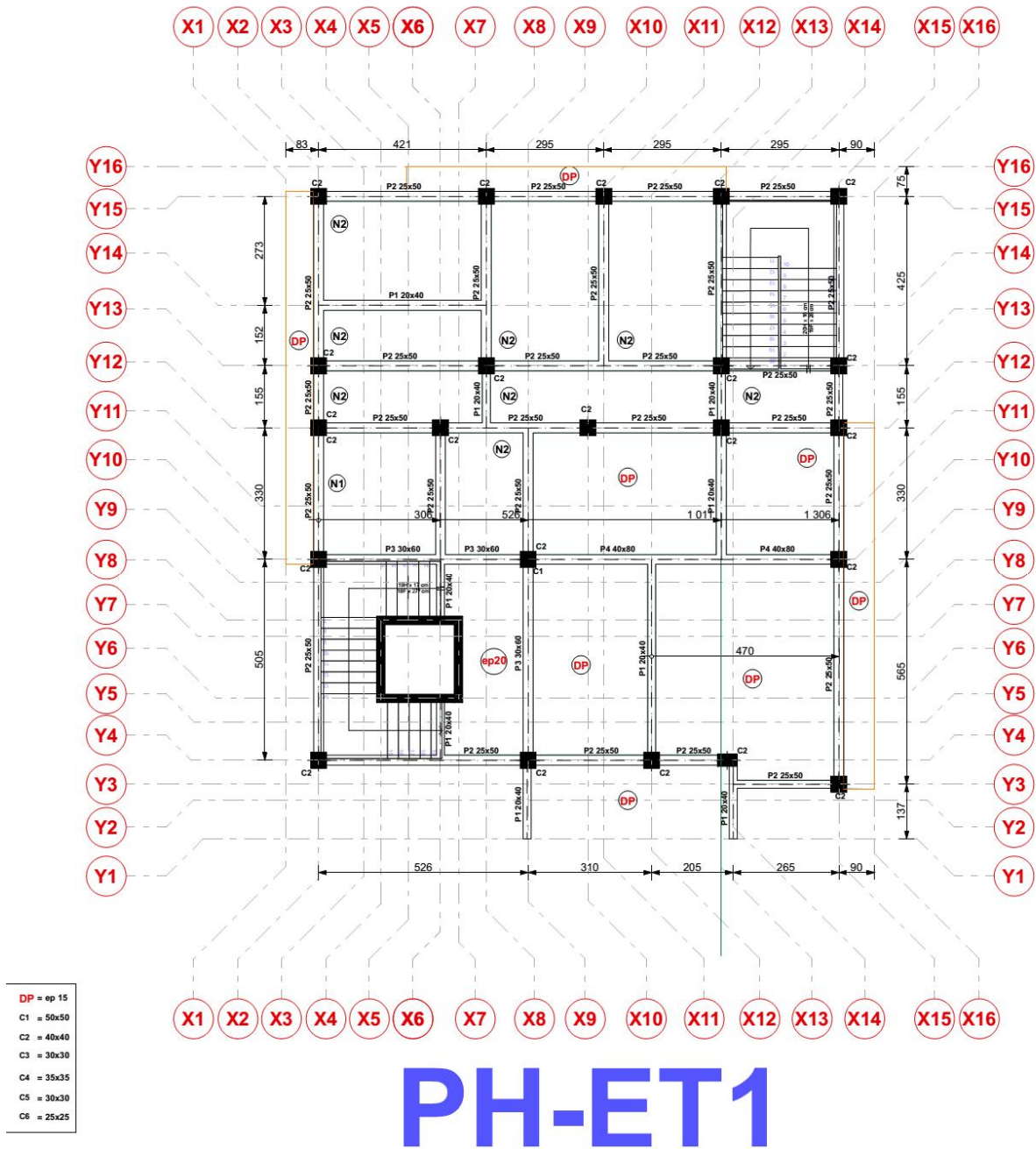
1. Plans de coffrage

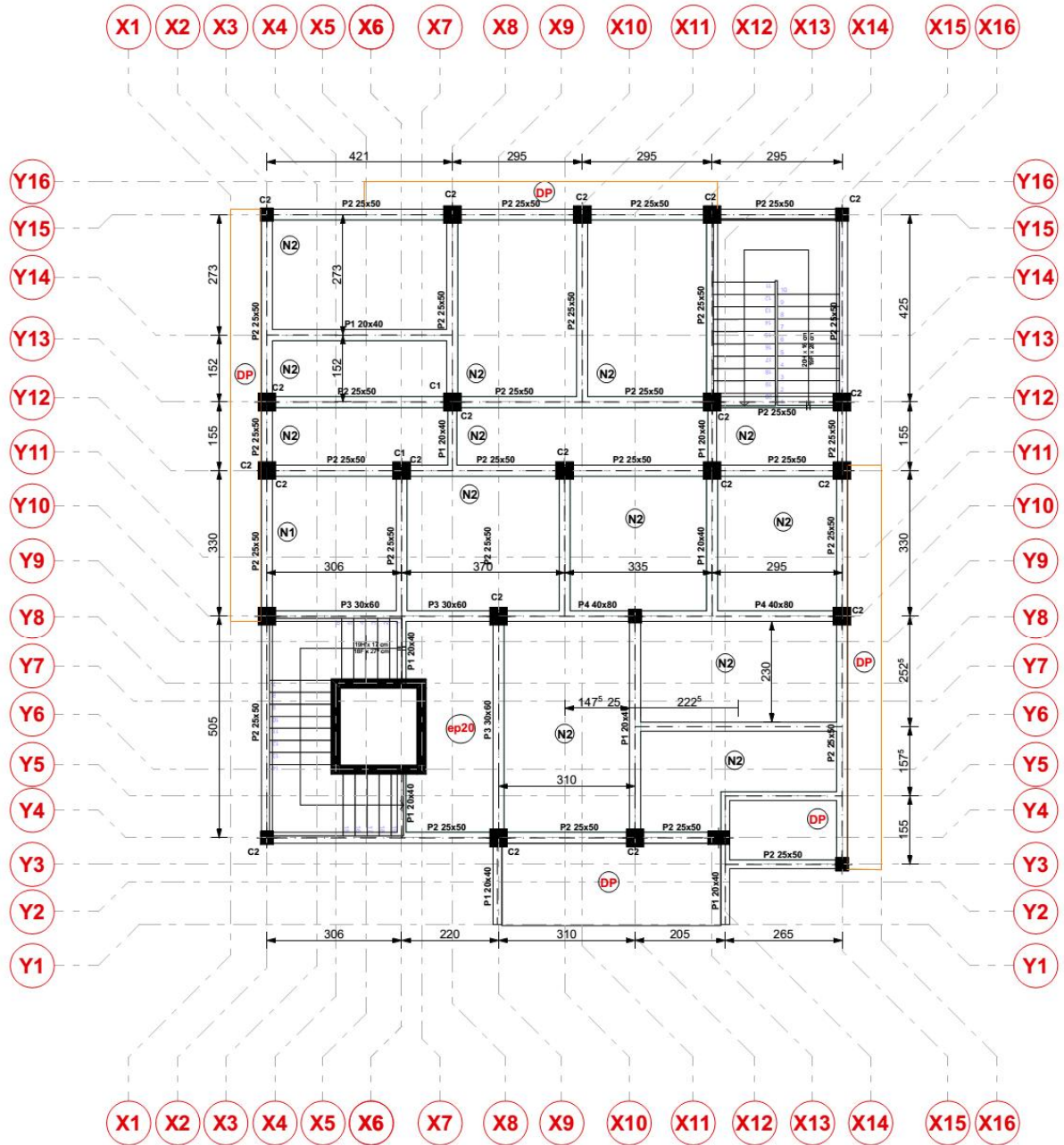




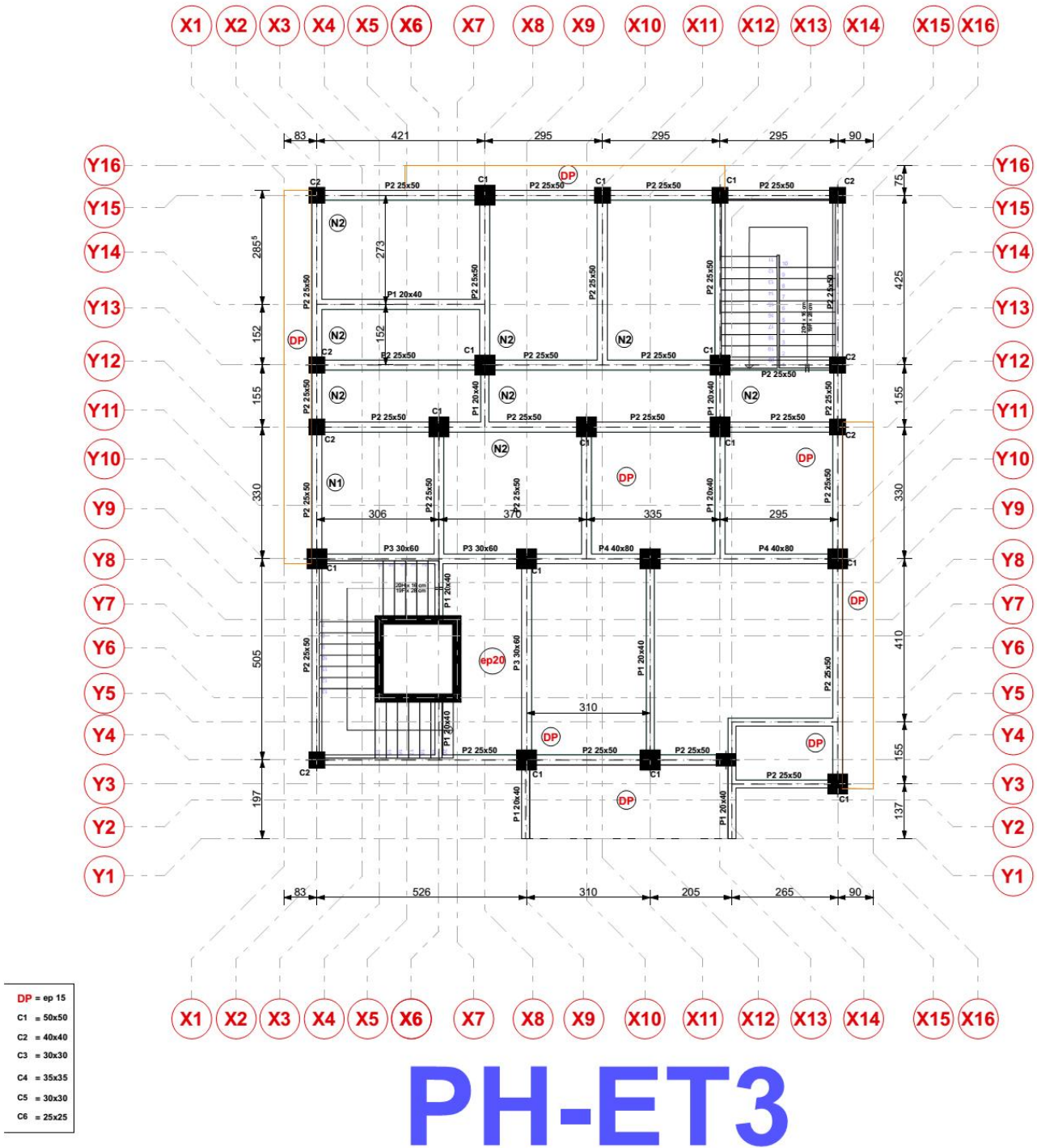
PB-RDC

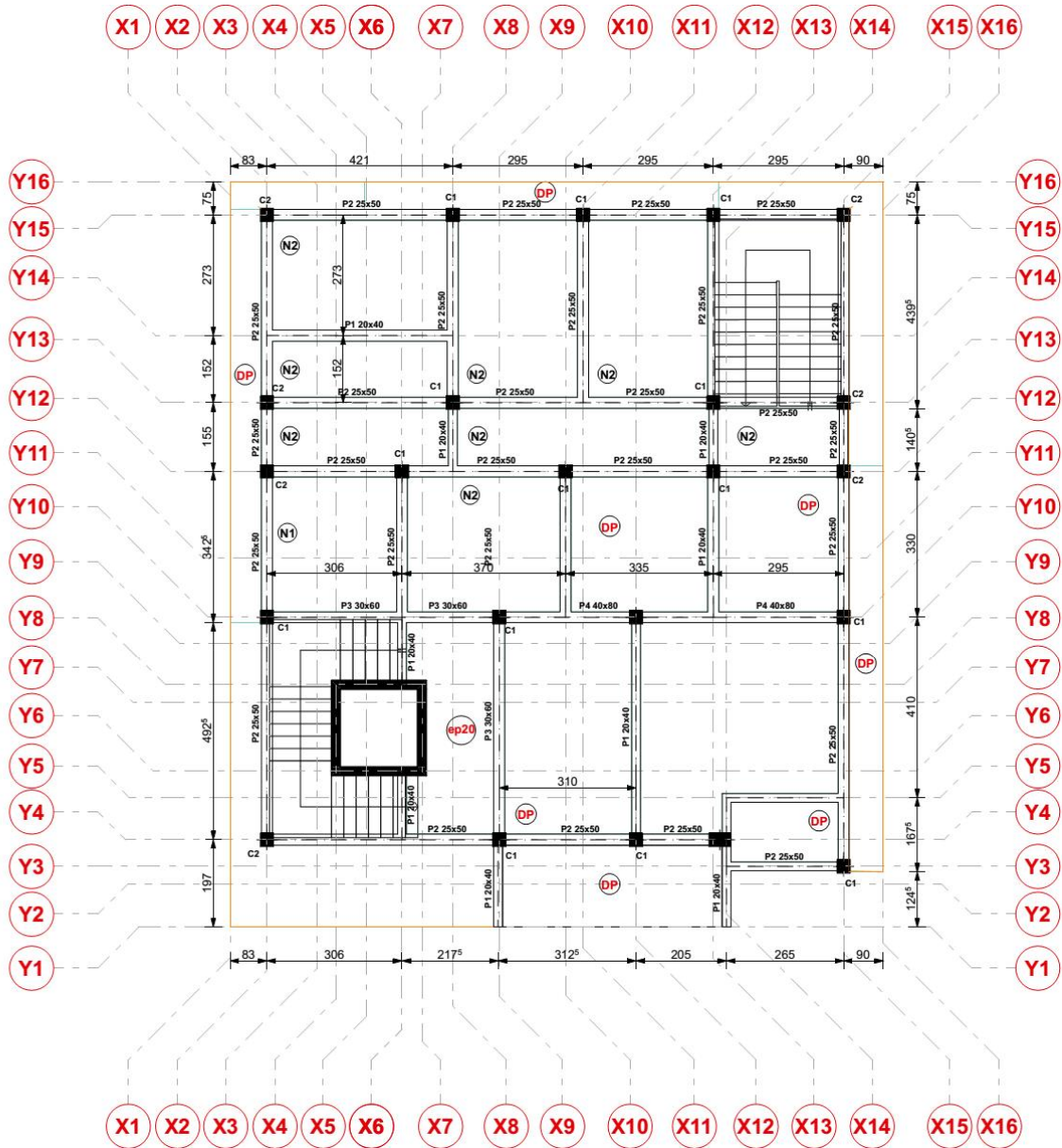






PH-ET2





- DP = ep 15
- C1 = 50x50
- C2 = 40x40
- C3 = 30x30
- C4 = 35x35
- C5 = 30x30
- C6 = 25x25

PH-ET4 \$5

Annexe 4 : Dimensionnement de l'acrotère

D'après le B.A.E.L91 le moment fictif appliqué au centre de gravité des aciers tendus :

$$M_f = M_u + N_u \left(d + \frac{h}{2} \right)$$

Ou : $b=1$ m

$h=0,15$ m hauteur utile

$c=0,025$ m enrobage

$d= h-c = 0,15 - 0,025 = 0,125$ m

$$M_f = 2,98 + 5,95 \left(0,125 + \frac{0,15}{2} \right) = 4,17 \text{ kN.m}$$

Armatures fictives :

On applique la formule de la flexion simple ainsi on obtient les résultats suivants :

$$U_{bu} = 0.024 < U_l = 0.289 : \text{armature ne comprimées pas nécessaire } A_{sc}=0$$

$$\alpha = 1.25 \left(1 - \sqrt{1 - 2U_{bu}} \right) = 0.03$$

$$Z_b = 1.25(1 - .4\alpha) = 0.124\text{m}$$

$$A_s = \frac{M_f}{Z_b \cdot f_{ds}} = 0.97\text{cm}^2$$

Condition de non fragilité :

$$A_{s_{min}} = 0.23 * b * d * \frac{f_{t28}}{f_e} = 1.29\text{cm}^2$$

Armatures réelles :

$$A_{s_{re}} = \max\{A_s; A_{s_{min}}\}$$

Ainsi on adopte $A_{s_{re}} = 1.29\text{cm}^2$ soit 4A8(2,01cm²)

L'espacement :

St =25 cm

St=min (3h ,33 cm) tel que : h=15cm

→St=min (30, 33 cm)

Alors On garde : 4HA8 (2,01 cm²)

Armature de répartition :

$$A_r = \frac{A_{s_{re}}}{4} = \frac{2.01}{4} = 0.503\text{cm}^2$$

On prend 3HA6 soit (0.85cm²)

Espacement

St =55 cm

St=min (2h, 25 cm) tel que : h=15cm →St =30 cm

St=min (30, 25 cm) =25cm

Alors On prend : 4HA6 (1,13 cm²)

Détermination des contraintes dans l'acier tendue σ_{st} :

Fissuration préjudiciable :

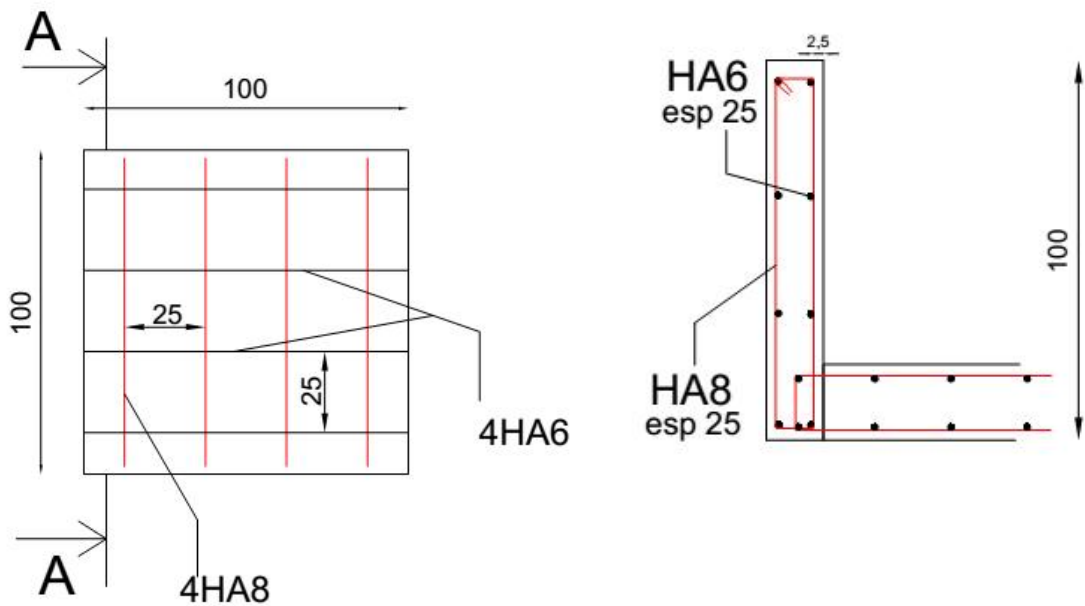
$$\sigma_{stl} = \min\left(\frac{2}{3}f_e; 110\sqrt{\eta}f_{t28}\right)$$

Nous avons $\Phi > 6\text{mm} \rightarrow \eta = 1.6$

$$\rightarrow \sigma_{stl} = \min\left(\frac{2}{3} * 400; 110\sqrt{1.6} * 1.8\right) = \min(267; 187) = 187\text{MPa}$$

$$\rightarrow \sigma_{st} = 12\text{MPa} < 187\text{MPa} \text{ donc vérifié}$$

Ferraillage



Dessin de Ferraillage

COUPEA-A

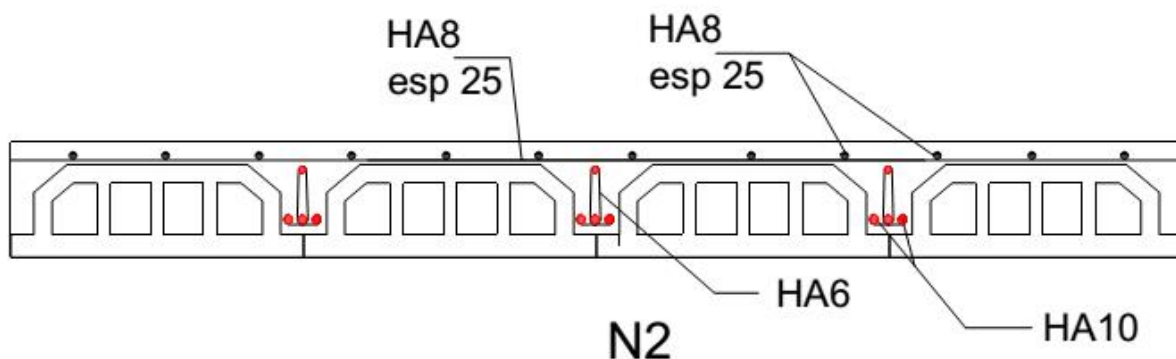
Annexe 5 : Dimensionnement du plancher à corps creux

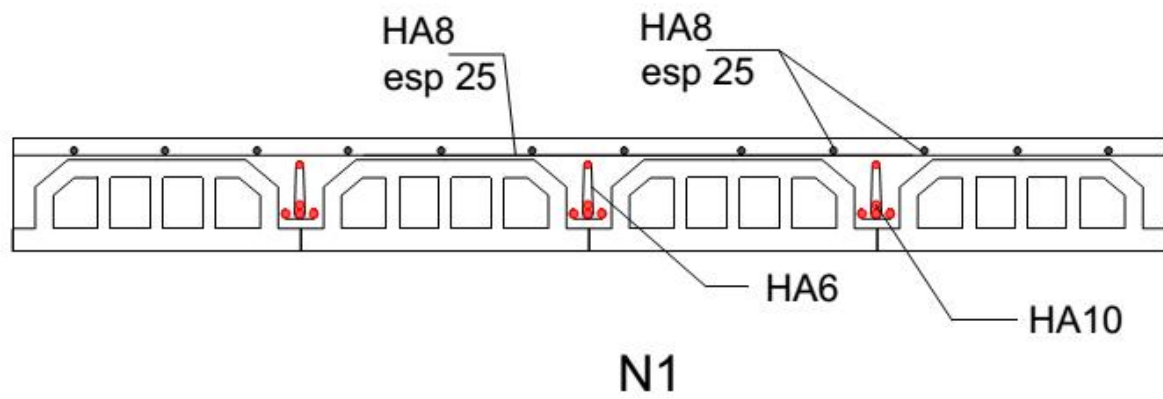
Le calcul est effectué sur une file de panneaux et les résultats appliqués aux autres panneaux.

Travée	Type de local	Charge Exploitation	Charge permanent
1	Sanitaire	$1.5 \times 1.5 \times 0.6 = 1.35 \text{KN/m}$	$1.35 \times 4.62 \times 0.6 = 3.742 \text{KN/m}$
2	Bureau	$2.5 \times 1.5 \times 0.6 = 2.25 \text{KN/m}$	
3	Bureau		

Poutrelles: (X2-X13) ; (Y13-Y15)											
PH RDC		FILE Y14									
		1,35G=	3.7422	Kn/ml	1,35G=	3.7422	Kn/ml	1,35G=	3.7422	Kn/ml	
		1,5Q=	1.35	Kn/ml	1,5Q=	2.25	Kn/ml	1,5Q=	2.25	Kn/ml	
F _{td} =		11.33MPa		U _l =		0.372					
		b= 0.10	h= 0.12		0.12	d= 0.11		0.108			
	Portees reels (L)	4.20	2.95		2.95						
	Portees fictive	4.20	2.36		2.95						
	efforts (Pu)	5.09	5.99		5.99						
MOMENT (KN.m)	isostatique par travée (Mo)	11.23	6.52		6.52						
	travée de rive	7.65	4.50		4.50						
	travée intermediaire		6.38		6.38						
	aux appuis	0.00	8.18	5.15		0.00					
	effort tranchant (T)	8.75	8.75	8.84		10.59					
	moment réduit	0.00	0.58	0.62	0.48	0.39	0.34	0.00			
			Asc≠0		Asc≠0		acier tendues uniquement				
	moment fictif (KN.m)		4.92		4.92		inutile				
	parametre alpha	0.00	0.62	0.62	0.62	0.62	0.54	0.00			
	bras de levier (m)	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11			
section d'acier	comprimes (cm ²)		0.82		0.44		inutile				
	tendue (cm ²)	0.00	2.22	2.31	1.89	1.46	1.53	0.00			
	Asmin (cm ²)		0.11		0.11		0.11				
	choix		4HA10		3HA10		3HA10				
	Asrèelle (cm ²)		3.14		2.53		2.53				

Dessins de ferrailages





Annexe 6 : Dimensionnement de la dalle pleine

Panneau de Dalle : (X15-X12);(Y10-Y3)					
PH R+1				DP e = 15cm	
	1,35G=	7.91	Kn/m ²	Lx =	4.7
	1,5Q =	6	Kn/m ²	Ly =	5.65
F _{bu} =	11.33MPa	μ _x =	0.0528		
U _I =	0.372	μ _y =	0.6494		
		b=	1.00	h=	0.15
		Portees reels (L)		4.20	
		Portees fictive		4.20	
		efforts (Pu)		13.91	
MOMENT (KN.m)	isostatique sens x (Mox)			12.96	
	isostatique sens y (Moy)			8.41	
	de calcul Mtx			9.72	
	de calcul Mty			7.15	
	aux appuis		6.48		6.48
effort tranchant (T)		27.67		27.67	
moment reduit x		0.03	0.05	0.03	
moment reduit y			0.03		
			acier tendues uniquement		
moment fictif x (KN.m)			inutile		
moment fictif y (KN.m)			inutile		
parametre alpha x		0.04	0.06	0.06	
parametre alpha y			0.04		
bras de levier x(m)		0.13	0.13	0.13	
bras de levier y(m)			0.13		
section d'acier	comprimes (cm ²)		inutile		
	tendue x (cm ²)		1.40	2.83	1.13
	tendue y (cm ²)			2.11	
	Asmin x (cm ²)			1.51	
	Asmin y (cm ²)			1.40	
choix	Sens x-x		4HA8		
	Sens y-y		4HA8		
Asrêlle (cm ²)		2.01			

Tableau : Ferrailage dalle pleine

Contrôle de non fragilité :

Ferrailage en deux nappes soit $A_{nappe} = \frac{As}{2}$

Sens L_y : $A_{y_{min}} = 0.23 \cdot b \cdot d \cdot f_{t28} / f_e = 1.4cm^2$

Sens L_x : $A_{x_{min}} = \frac{3-\alpha}{2} \cdot A_{y_{min}} = 1.51cm^2$

Vérification

Sens L_y : la condition

$A_{y_{min}} = 1.4cm^2 > A_{y_{nappe}} = \frac{2.11}{2} = 1.05cm^2$

Donc : $A_{y_{adopté}} = 1.4cm^2$ pour chaque nappe

Sens L_x : la condition :

$$A_{x_{nappe}} = \frac{2.83}{2} = 1.42cm^2 < A_{x_{min}} = 1.51cm^2$$

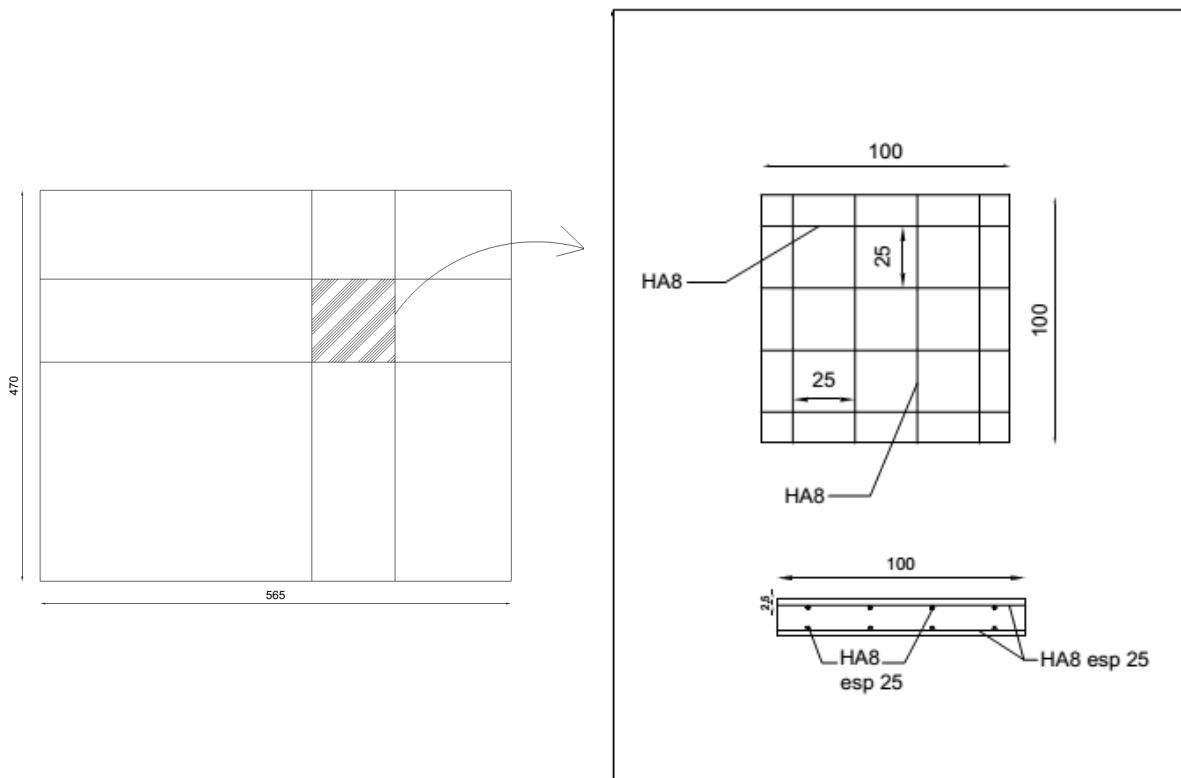
Donc : $A_{x_{adopté}} = 1.51cm^2$

Donc on adopte les armatures pour chaque nappe suivants l_x et l_y pour une même section

Soit : 4HA8/ml pour section de $A = 2.01cm^2$

Ces armatures de travée seront prolongées jusqu'au appuis pour reprendre le moment aux appuis.

Ferraillage



Annexe 7 : Calcul de l'escalier

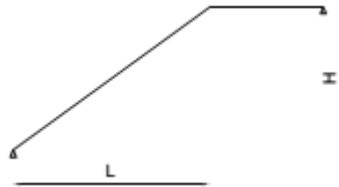
• **Prédimensionnement**

Cas 1 : escalier Principale reliant le RDC-ETAGE1 (Escalier a trois volées contrariées avec 2 paliers de repos identiques)

Volée 1

$$H=1.02m$$

$$L=1.50m$$



$$64 \times n^2 - (64 + 2 \times 102 + 150) \times n + 2 \times 102 = 0, \quad 64n^2 - 418n + 204 = 0$$

On a $n \in (6 ; 0.53)$ on adopte **$n = 6$**

Ainsi nombre de contremarche $n = 6$

Nombre de marche $(n-1) = 5$ marches

$$\Rightarrow h = \frac{102}{6} = 17cm$$

$$\Rightarrow g = \frac{150}{5} = 30cm$$

Epaisseur de la paillasse (e : plafond qui monte sous les marches)

L'épaisseur de la paillasse e est donnée par :

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

Avec : $L=L_0+L_p$

$$\Rightarrow L = 1.50 + 1.40 = 2.90m$$

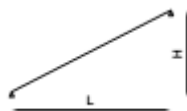
$$\Rightarrow 9.66 \leq e \leq 14.5$$

On adopte **$e = 15cm$**

Volée 2

$$H=1.36m$$

$$L=2.10m$$



$$64 \times n^2 - (64 + 2 \times 136 + 210) \times n + 2 \times 136 = 0, \quad 64n^2 - 546n + 272 = 0$$

On a $n \in (8 ; 0.53)$ on adopte **$n = 8$**

Ainsi nombre de contremarche $n = 8$

Nombre de marche $(n-1) = 7$ marches

$$\Rightarrow h = \frac{136}{8} = 17cm$$

$$\Rightarrow g = \frac{150}{5} = 30cm$$

Epaisseur de la pailasse (e : plafond qui monte sous les marches)

$$L=L_0+L_p$$

$$\Rightarrow L = 2.10+1.40 = 3.50m$$

$$\Rightarrow 11.67 \leq e \leq 17.5$$

On adopte e = **15cm**

Volée 3

La volée 3 étant identique à la première volée, on adopte les valeurs identiques à celui de la volées 1.

Cela dit :

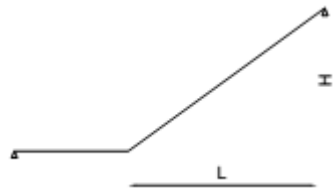
$$H= 1.02m$$

$$L= 1.50m$$

$$\text{Contre marche}(n)= 6$$

$$\text{Nombre de marches}= 5$$

$$\text{Epaisseur pailasse}= 15cm.$$



Cas 2 : escalier de secours reliant le RDC-ETAGE1 (- Escalier a deux volées identiques contrariées avec palier de repos)

Volée 1

- H=1.70m

- L=2.70m

- $64 * n^2 - (64 + 2 * 170 + 270)n + 2 * 170 = 0, 64n^2 - 674n + 340 = 0$

- On a $n \in (10 ; 0.53)$ on adopte **n = 10**

- Ainsi nombre de contremarche n = 10

- Nombre de marche(n-1) = 9marches

- $\Rightarrow h = \frac{170}{10} = 17cm$

- $\Rightarrow g = \frac{270}{9} = 30cm$

- **Epaisseur de la pailasse (e : plafond qui monte sous les marches)**

- L'épaisseur de la pailasse e est donnée par :

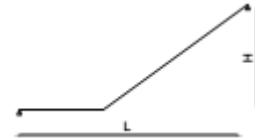
- $\frac{L}{30} \leq e \leq \frac{L}{20}$



- Avec : $L=L_0+L_p$
- $\Rightarrow L = 2.70+1.40 = 3.30\text{m}$
- $\Rightarrow 11 \leq e \leq 16.5$
- On adopte $e = 15\text{cm}$

Volée 2

Etant donné que la volée 2 est encastree dans la poutre brisé et qu'il s'agit d'un escalier a deux volées identiques, donc on adopte les valeurs identiques à celui de la volées 1.



- **Dimensionnement**

- a. Volée 1

On considère la dalle de l'escalier comme une poutre uniformément chargée qui travaille à la flexion simple.

Charges et surcharges :

Palier : $G_{palier} = 1.92\text{KN}/\text{m}^2 + (0.15 \times 25)$ Sans poids propre

Volée : $G_{paillasse} = 1.92\text{KN} / \text{m}^2 + (.225 \times 25)$

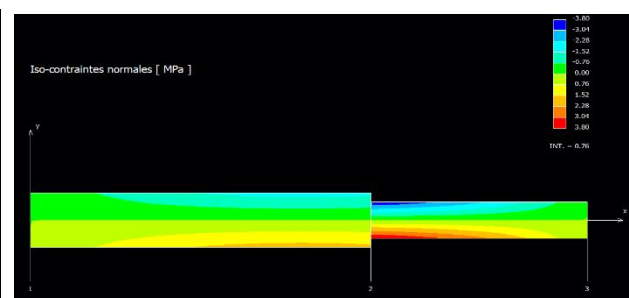
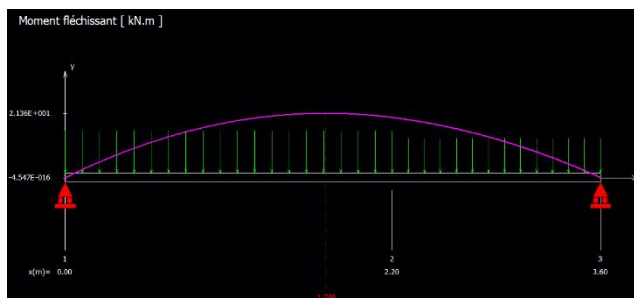
$Q_{escalier} = 2.50\text{KN} / \text{m}^2$

Moments et efforts tranchants : a. l'ELU :

$Q_{palier} = 1.35 \times 5.67 + 1.5 \times 2.5 = 11.41\text{KN} / \text{m}^2$

$Q_{paillasse} = 1.35 \times 7.55 + 1.5 \times 2.5 = 13.94\text{KN} / \text{m}^2$

Après modélisation sur le logiciel RDM7 on trouve :



$R_A = 24,40 \text{ kN}$

$R_B = 22,24 \text{ kN}$

Moment fléchissant maximal $M_{tmax} = 21,36 \text{ kN.m}$ à 1,749 m

$M_a = 0,5M_o = 10,68 \text{ kN.m}$

$V_u = 24,4 \text{ kN}$

Calcul du ferrailage :

Le calcul se fait à la flexion simple pour une section rectangulaire (b x h). Avec :

En travée :

$$M_t = 21.36 \text{ KN.m}$$

En appuis :

$$M_a = 10.68 \text{ KN.m}$$

$$b = 100 \text{ cm, } d = 13.5 \text{ cm. } h = 15 \text{ cm}$$

Les résultats des calculs pour le ferrailage de la volée sont résumés dans le tableau suivant :

ESCALIER A 3 VOLEES					
RDC			Volée 1 et 3		
			G=	11.41	Kn/m ²
			Q=	13.94	Kn/m ²
	F _{bu} =	11.33MPa			
	U _l =	0.372			
		b= 1.00	h= 0.15		
	Portees reels (L)		4.20		
	efforts (Pu)		25.35		
	Reaction aux appuis (KN)	24.400		22.24	
	isostatique dans la travee (Mo)		21.36		
MOMENT	aux appuis	10.68			10.68
	effort tranchant (T)	24.40			22.30
		moment réduit	0.05	0.10	0.05
acier tendues uniquement					
		moment fictif (KN.m)	inutile		
		parametre alpha	0.07	0.14	0.07
		bras de levier (m)	0.13	0.13	0.13
section d'acier	comprimés (cm ²)			inutile	
	tendue (cm ²)		2.34	4.81	2.34
	As _{min} (cm ²)		1.40		
		choix/ml	4HA12	5HA12	4HA12
		As _{réelle} (cm ²)	4.52	5.65	4.52
		St (cm)	25	20	25

Résultat Ferrailage escalier principale (RDC)

Vérification effort tranchant

$$\tau_{l1} = \min \left\{ 0,2 \left(\frac{f_{cj}}{\gamma_b} \right); 5MPa \right\}$$

$$\rightarrow \tau_l = \min \left\{ 0,2 \left(\frac{20}{1,5} \right); 5MPa \right\} = \min \{ 2,67; 5MPa \} = 2,67MPa$$

$$\tau_{l2} = 0,07 \left(\frac{f_{cj}}{\gamma_b} \right) = 0,933MPa$$

$$\tau_{l2} = 0,933MPa$$

Contrainte tangentielle ultime

$$\tau_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$\rightarrow \tau_u = \frac{24,4 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot (0,9 \times 0,15)} = 0,181MPa$$

$\tau_u < \tau_{l1}$... Condition vérifié donc aucun risque de cisaillement

$\tau_u < \tau_{l1}$... Condition vérifié donc pas d'armature transversales

Aciers de Répartition

En travée

$$A_r \geq \frac{A_t}{4} = \frac{5,65}{4} = 1,42cm^2$$

$A_r = 1,42 > A_{min}$ Ainsi on adopte 4HA8 en travée soit 2,01cm²

En appuis

$$A_r \geq \frac{A_t}{4} = \frac{4,52}{4} = 1,13cm^2$$

$A_r = 1,13 < A_{min}$ On adopte 4HA8 en travée soit 2,01cm²

Vérification de la déformation

Si les conditions suivantes sont satisfaites, il n'est pas nécessaire de vérifier la flèche :

- $\frac{h}{l} \geq \frac{1}{h-1} : \frac{15}{290} = 0,052 \leq \frac{1}{14} = 0,07$...non vérifier
- $\frac{h}{b} \geq \frac{M_t}{10xM_o} : \frac{15}{100} = 0,15 \geq \frac{18,16}{10 \cdot 21,36} = 0,085$...vérifier
- $\frac{A_s}{bxd} \geq \frac{0,42}{f_e} : \frac{5,65}{100 \cdot 13,5} = 0,0042 \geq \frac{0,42}{400} = 0,0011$...vérifier

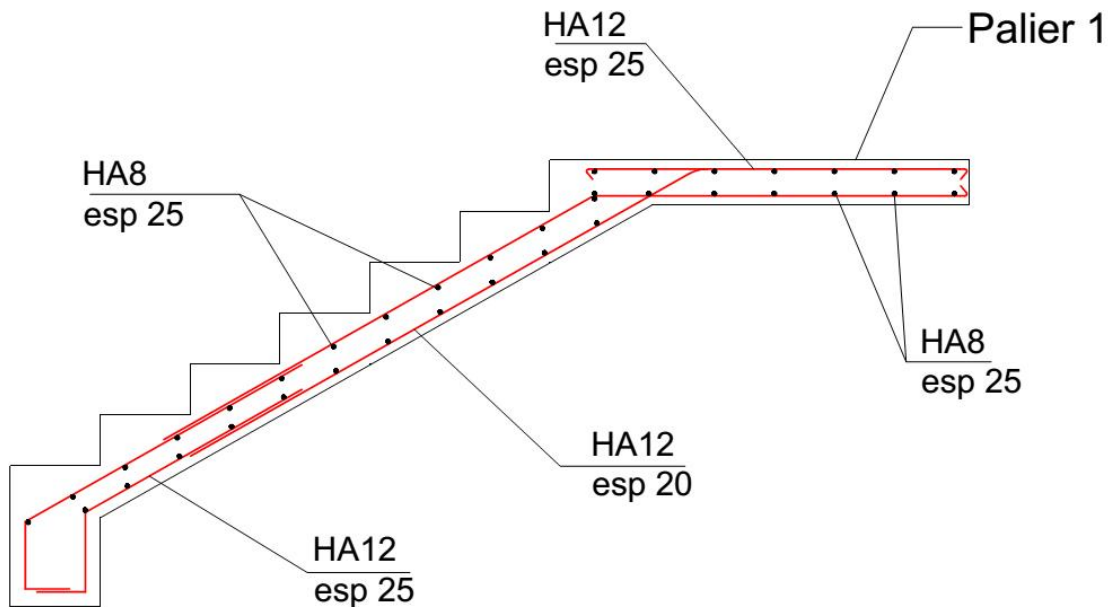
La première condition n'est pas vérifiée ; donc on augmente la hauteur et on revérifie

On prend e = 20 cm :

$$\frac{h}{l} \geq \frac{1}{h-1} : \frac{20}{290} = 0,069 \geq \frac{1}{19} = 0,052$$
.....vérifier

On adopte pour la volée (I) de l'escalier du RDC une épaisseur e = 20cm ou lieu de 15 cm.

Schéma de ferrailage



Volée 1

b. Volée 2

Calcul sur appuis

$$P_u = 13,94 \text{ kN/m}^2$$

Le calcul s'effectue sur une bande de 1m On a

$$M_a = \frac{q_u \times l^2}{2} = \frac{13,94 \times 1,4^2}{2} = 13,66 \text{ kN.m}$$

$$V_a = q_u \times l = 13,94 \times 1,4 = 19,52 \text{ kN}$$

En utilisant l'algorithme de calcul de poutres en flexion simple, avec $b = 1\text{m}$, $h = 15$ et

$M_a = 13,66 \text{ kN.m}$, on a :

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{bd^2 f_{bu}} = 0,066$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}) = 0,086$$

$$Z_b = (1 - 0,4\alpha_u)d = 0,13\text{m}$$

$$A_s = \frac{M_a}{Z_b \times f_{ds}} = 3,07\text{cm}^2$$

Choix des armatures : **5HA10=3,90cm²/ml**

Vérification effort tranchant

$$\rightarrow \tau_u = \frac{19,52 * 10^{-3}}{1 * (0,9 * 0,15)} = 0,145MPa$$

$\tau_u < \tau_{l1}$ Condition vérifié donc aucun risque de cisaillement

$\tau_u < \tau_{l1}$ Condition vérifié donc pas d'armature transversales

Aciers de Répartition

$$A_r \geq \frac{A_t}{4} = \frac{3,90}{4} = 0,98cm^2$$

$A_r = 0,98 < A_{min} = 1,4cm^2$ Ainsi on adopte des 4HA8 soit 2,01cm²/m

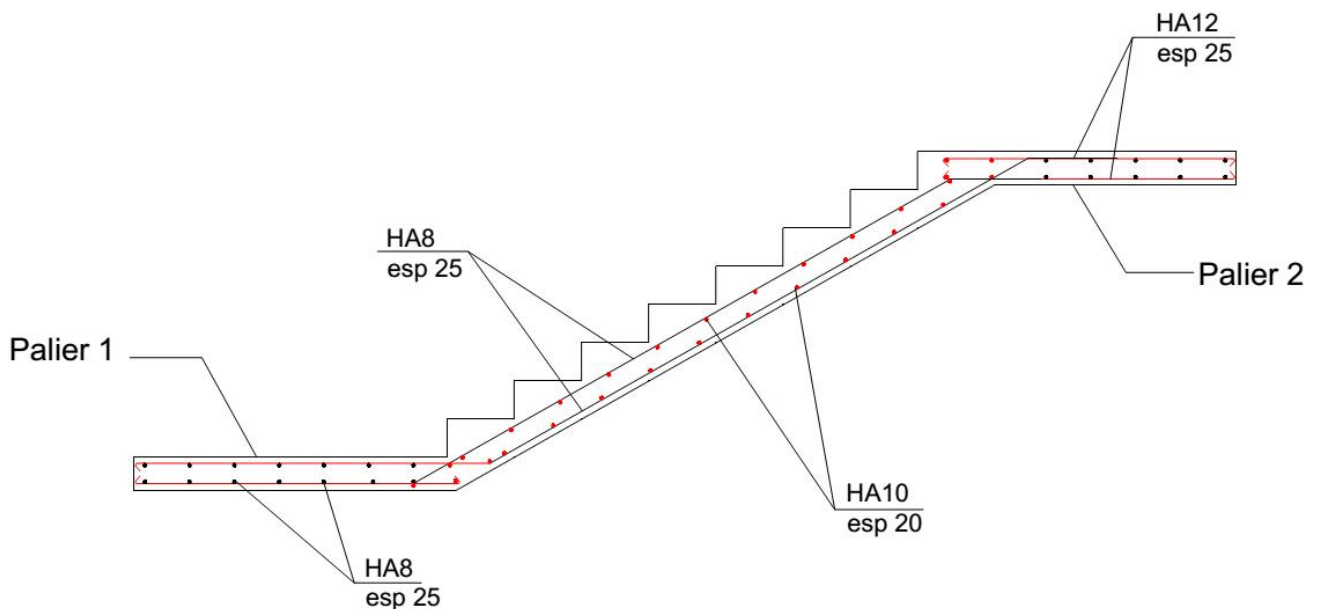
Vérification de la déformation

Si les conditions suivantes sont satisfaites, il n'est pas nécessaire de vérifier la flèche :

- $\frac{h}{l} \geq \frac{1}{h-1} : \frac{15}{210} = 0,072 \geq \frac{1}{14} = 0,07... \text{vérifier}$
- $\frac{h}{b} \geq \frac{M_t}{10xM_o} : \frac{15}{100} = 0,15 \geq \frac{11,61}{10*13,66} = 0,085... \text{vérifier}$
- $\frac{A_s}{bxd} \geq \frac{0,42}{f_e} : \frac{3,9}{100x13,5} = 0,0029 \geq \frac{0,42}{400} = 0,0011... \text{vérifier}$

Toutes les relations sont vérifiées, donc on garde pour la volée (I) de l'escalier du RDC une épaisseur e = 15cm

Schéma de ferrailage



Volée 2

c. Volée 3

Etant donné que la volée III de l'escalier est identique à celui de la volée I, on adopte les mêmes valeurs, c'est-à-dire :

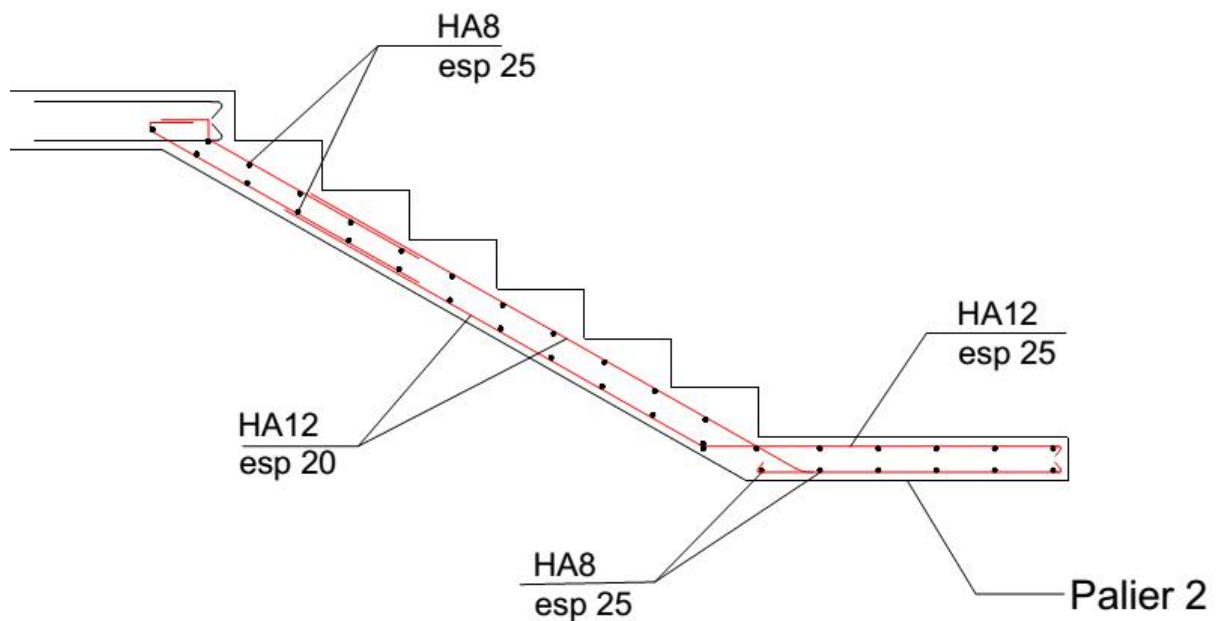
En travée : $5HA12 = 5,65\text{cm}^2/\text{m}$

En appuis : $4HA12 = 4,92\text{cm}^2/\text{m}$

Aciers de Répartition : $4HA8 = 2,01\text{cm}^2$

On adopte les sections suivantes obtenues pour les autres escaliers de la structure.

Schéma de ferrailage



Volée 3

2. Éléments principaux

Annexe 8 : Dimensionnement du Poteaux

Calcul du poteau central (RDC - X9-Y10)

Section	Hauteur libre	Charge	Position	Coef de majoration
50*50	3,4m	1183,9 KN	RDC	1,1

Evaluation des charges sur le poteau

Combinaison de charge défavorable : $Nu = (1,35G + 1,5Q + W) * 1,1$

$$Nu = 1183,9 * 1,15 = \mathbf{1361,49\ kN}$$

Calcul des éléments :

Longueur de flambement : $Lf = 0,5Lo$ A.N. : $0,5 \times 3,4$ **$L_f = 1,7\ m$**

Section du poteau (B) : $B=a^2$ A.N. : $B=50^2$ **$B = 2500\ cm^2$**

Moment quadratique (I) : $I = \frac{a^4}{12}$ A.N. : $I=50^4/12 = 520833,33cm^4$

$I=520833,33cm^4$

Rayon de giration (i): $i = \sqrt{I/B}$ A.N. : $i = \sqrt{\frac{520833,33}{2500}} = 14,43cm$ **$i=14,43cm$**

Enlacement (λ): $\lambda = \frac{Lf}{i}$ A.N. : $\lambda = 170/14,43 = 11,78$ **$\lambda = 11,78 < 50$**

Calcul du paramètre α : $\alpha = \frac{0,85}{1+0,2(\frac{\lambda}{35})^2}$ A.N. : $\alpha = \frac{0,85}{1+0,2(\frac{11,78}{35})^2} = 0,78$ **$\alpha=0,83$**

Calcul de la section réduite (Br) : $Br = (a-2) (a-2)$ A.N. : $Br = (50-2) (50-2)$
 $Br=2304cm^2$

Section d'armatures théorique (A_{th}) :

$$A_{th} = \left(\frac{Nu}{\alpha} - \frac{Br f_{c28}}{0,9\gamma_b} \right) \frac{\gamma_s}{f_e}$$

A.N. : $A_{th} = \left(\frac{1,3619}{0,83} - \frac{2304 \times 20}{0,9 \times 1,5} \right) \frac{1,15}{400} * 10^4 = -57,13cm^2$ **$A_{th}=-57,13cm^2$**

Condition de non-fragilité

Section d'armatures minimale (A_{min}) :

Suivant les Recommandations du BAEl,

$$A_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} A(4u) = 4u\ cm^2 \\ A(0,2\%) = 0,2 \frac{B}{100} \end{array} \right.$$

u perimetre de la section de béton = $2(0,5 + 0,5) = 2m$

$$A_{min} = \max \begin{cases} A(4u) = 4 \times 2 = 8\text{cm}^2 \\ A(0,2\%) = 0,2 \frac{50 \times 50}{100} = 5\text{cm}^2 \end{cases}$$

On a $A_{min} = \max[8 ; 5]$ donc $A_{min} = 8\text{cm}^2$

Section d'armatures maximale (A_{max}) :

$$A_{max} = 5\%B = 0,05 * 50 * 50 = 125\text{cm}^2$$

Choix des barres d'aciars :

4HA14 + 8HA12 soit une section $A_s = 15,2\text{cm}^2$

Section d'armatures réelle (A_{sr}) :

$$A_{sr} = 15,2\text{cm}^2$$

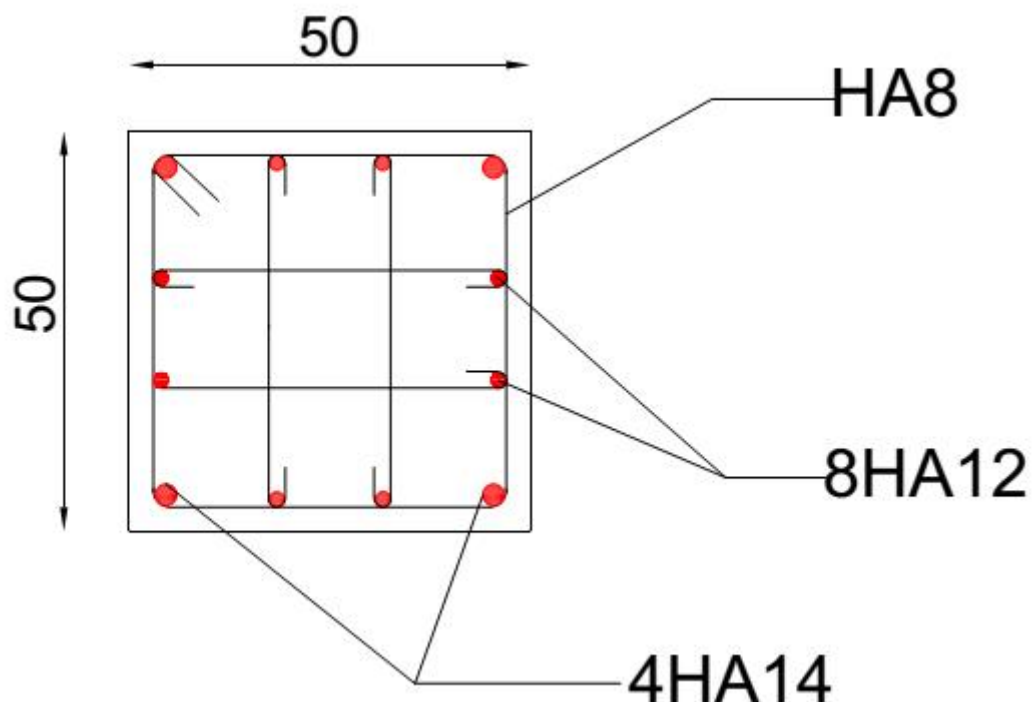
Diamètre des armatures transversales (ϕ_t) :

$$\phi_t \geq \frac{\phi_{lmax}}{3}$$

$$\text{A.N. : } \phi_t \geq \frac{14}{3} = 4,67\text{mm}$$

On prend **$\phi_t = 8\text{mm}$**

Schéma de ferrailage



Les résultats de calcul et les choix des différents poteaux par type et par étage sont consignés ds le tableau ci-dessous.

*Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO
à Ouagadougou*

Calcul des aciers des groupes de poteaux

	Etage	Nu(KN)	B	H(m)	L _t (m)	λ	α	A _{sth} (cm ²)	A _{Smin} (cm ²)	A _{Smax} (cm ²)	CHOIX	A _{Sréelle} (cm ²)	Øt
Centrale	5	45,77	30*30	3,2	1,6	18,5	0,8	-31,76	4,8	45	8HA10	6,28	Ø6
	4	306,245	30*30	3,2	1,6	18,5	0,8	-22,46	4,8	45	8HA10	6,28	Ø6
	3	564,65	40*40	3,2	1,6	13,9	0,8	-41,81	6,4	80	12HA12	13,56	Ø8
	2	780,39	40*40	3,2	1,6	13,9	0,8	-34,28	6,4	80	12HA12	13,56	Ø8
	1	1084,565	50*50	3,2	1,6	11,1	0,8	-60,71	8	125	4HA14 + 8HA12	15,2	Ø8
	RDC	1361,49	50*50	3,4	1,7	11,8	0,8	-51,04	8	125	4HA14 + 8HA12	15,2	Ø8
Rive	5	84	25*25	3,2	2,24	31,0	0,7	-19,24	4	31,25	8HA10	6,28	Ø6
	4	332,8	30*30	3,2	2,24	25,9	0,8	-20,91	4,8	45	8HA10	6,28	Ø6
	3	601,5	40*40	3,2	2,24	19,4	0,8	-39,91	6,4	80	8HA12	9,04	Ø8
	2	811,8	40*40	3,2	2,24	19,4	0,8	-32,36	6,4	80	8HA12	9,04	Ø8
	1	1176,1	40*40	3,2	2,24	19,4	0,8	-19,28	6,4	80	12HA12	13,56	Ø8
	RDC	1366	40*40	3,4	2,38	20,6	0,8	-12,10	6,4	80	12HA12	13,56	Ø8
Angle	5	58	25*25	3,2	2,24	31,0	0,7	-20,26	4	31,25	4HA12	4,52	Ø6
	4	154,9	25*25	3,2	2,24	31,0	0,7	-16,47	4	31,25	4HA12	4,52	Ø6
	3	265,1	30*30	3,2	2,24	25,9	0,8	-23,45	4,8	45	8HA10	6,28	Ø6
	2	340,9	30*30	3,2	2,24	25,9	0,8	-20,60	4,8	45	8HA10	6,28	Ø6
	1	430	35*35	3,2	2,24	22,2	0,8	-30,67	5,6	61,25	8HA12	9,04	Ø8
	RDC	516,5	40*40	3,4	2,38	20,6	0,8	-42,82	6,4	80	12HA12	13,56	Ø8
Centrale 2	5	38,4	25*25	3,2	2,24	31,0	0,7	-21,03	4	31,25	4HA12	4,52	Ø6
	4	283,4	25*25	3,2	2,24	31,0	0,7	-11,44	4	31,25	4HA12	4,52	Ø6
	3	488,2	30*30	3,2	2,24	25,9	0,8	-15,08	4,8	45	8HA10	6,28	Ø6

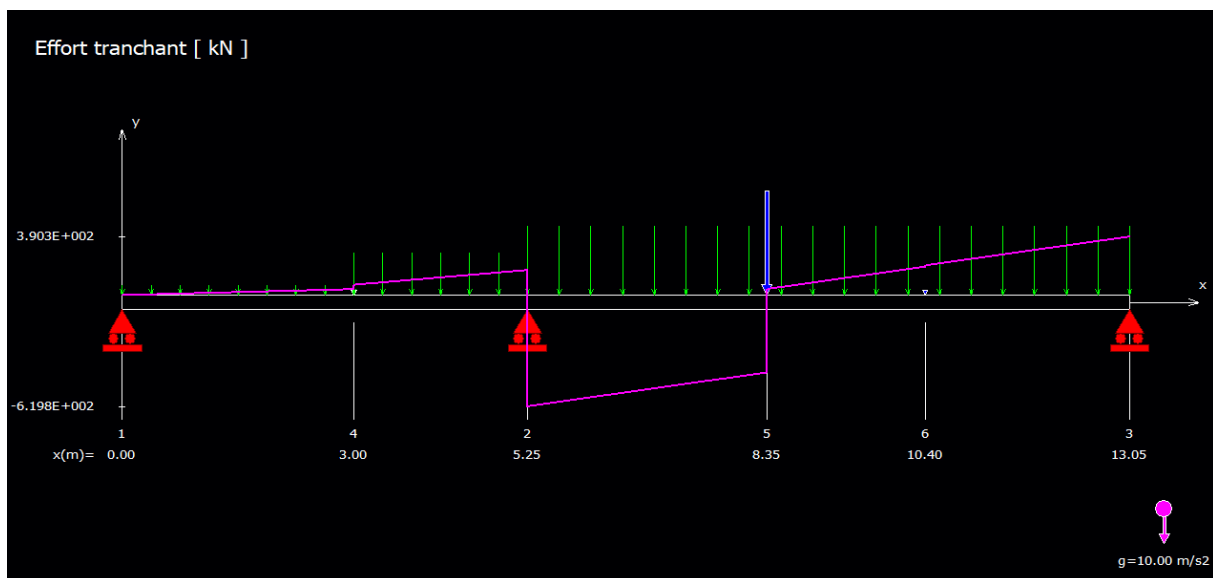
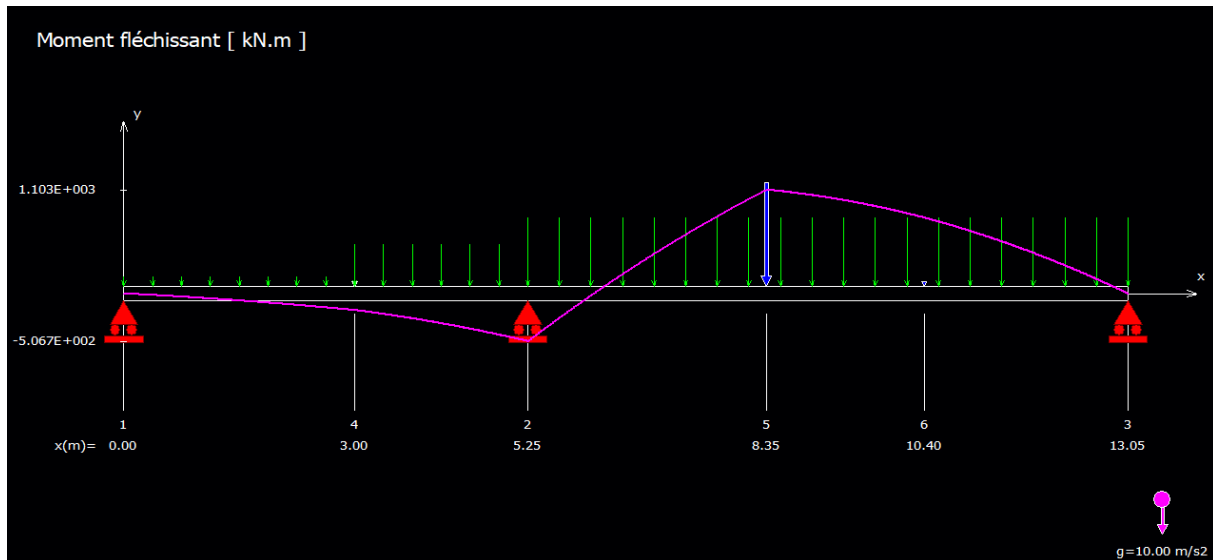
*Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO
à Ouagadougou*

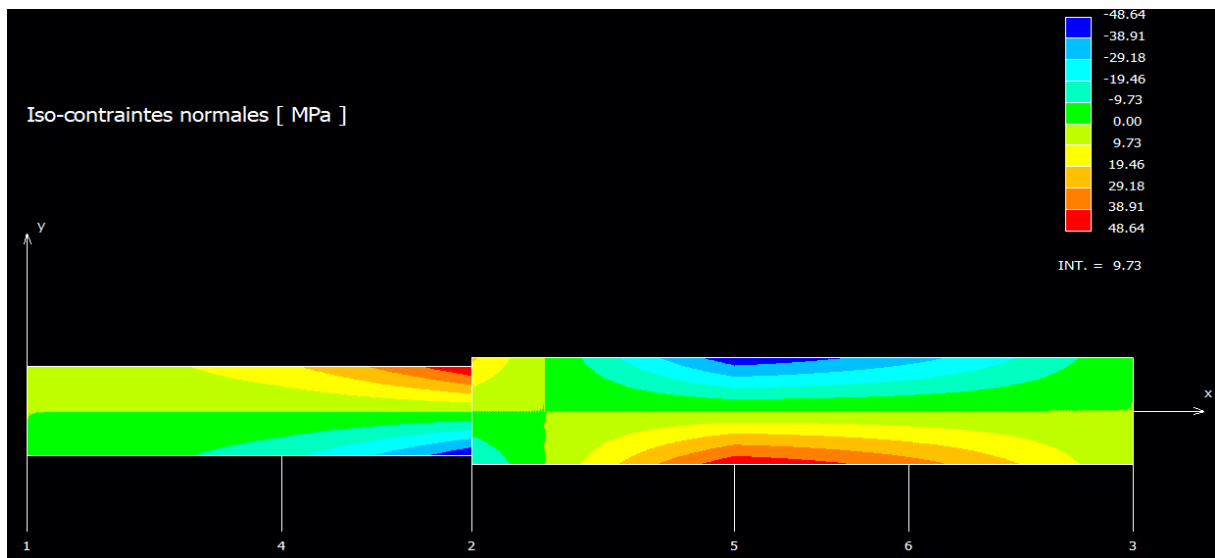
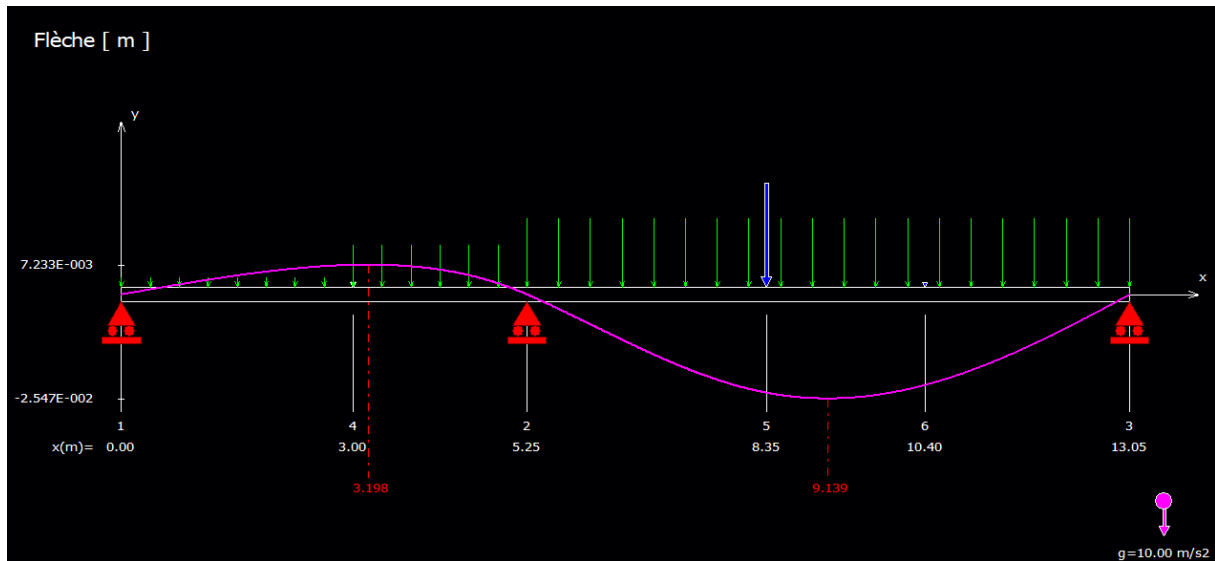
	1	386	35*35	3,2	2,24	22,2	0,8	-32,28	5,6	61,25	8HA12	9,04	Ø8
	RDC	584,3	40*40	3,4	2,38	20,6	0,8	-40,37	6,4	80	12HA12	13,56	Ø8

Annexe 9 : Dimensionnement des poutres

• Poutres de la File Y10

Après modélisation sur et calcul avec le logiciel RDM7, nous avons obtenu les résultats suivants :





Figures : Diagrammes des sollicitations

Tableau : résultats des calculs

Noeud	Flèche (cm)	Pente (°)	Effort tranchant maximal Ty-KN	Moment fléchissant Mfz-KN,m	Contrainte normale (Sxx)
1 - A	0,00	0,189	41,26	0,00	0,00
2 - C	0,00	-0,476	-619,78	-506,68	-48,64
3 - F	0,00	0,579	390,28	0,00	0,00
4 - B	0,72	0,025	102,98	-176,57	-16,95
5 - D	-2,41	-0,207	-418,80	1103,11	45,96

6 - E	-2,21	0,289	218,48	806,60	33,61
-------	-------	-------	--------	--------	-------

Moment fléchissant maximal dans la poutre 2 = 1103,11 kN,m à 8,350 m

Moment fléchissant minimal dans la poutre 1 = -506,68 kN,m à 5,250 m

Après interprétation du diagramme des contraintes normales dans les sections transversales, nous d'identifions 2 principaux points critiques sur notre file de poutre notamment les nœuds 2(C) et 5(D), Rajouter à cela, on constate également la fibre supérieure d'une section tout au long de la poutre 1 est très sollicité,

- **Travée 2 : Nœuds 5(D)**

Détermination des sections d'acier longitudinal et transversales

Moment fléchissant = 1154,11 kN,m Effort tranchant = -418,80 kN Section = 40*60

Calcul des Armatures Longitudinales

- Calcul des contraintes limites ultime

$$f_{bu} = \frac{0,85f_{c28}}{\theta\gamma_b} = \frac{0,85 \times 20}{1,5} \qquad \qquad \qquad f_{bu} = \mathbf{11,33 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{st} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} \qquad \qquad \qquad \sigma_{st} = \mathbf{347,826 \text{ MPa}}$$

- Moment réduit ultime

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{bd^2 f_{bu}} = \frac{1154,11 \times 10^{-3}}{0,4 \times (0,9 \times 0,6)^2 \times 11,33} \qquad \qquad \qquad \mu_{bu} = \mathbf{0,835}$$

- Moment réduit limite

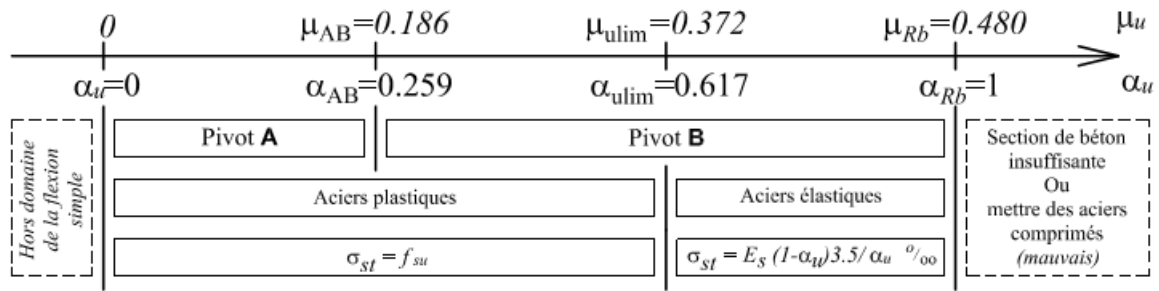
$$\sigma_{su} = f_e / \gamma_s, \text{ on a des HA400} \rightarrow \sigma_{su} = \frac{400}{1,15} = 347,83 \text{ MPa}$$

$$\alpha_l = \frac{7}{7+2\epsilon_l} \text{ avec } \epsilon_l = \frac{(f_e / \gamma_s E)}{1000}$$

$$E = 210\,000 \text{ MPa} \rightarrow \epsilon_l = \frac{(347,83/210000)}{1000} = 1,65 * 10^6 \rightarrow \alpha_l = \frac{7}{7+2(1,65*10^6)} = 0,999$$

$$\mu_l = 0,8 * \alpha_l (1 - 0,4\alpha_l) = 0,8 * 0,999 (1 - 0,4 * 0,999) = 0,4799$$

$$\mu_{bu} = 0,835 > \mu_l = 0,480 \rightarrow \text{au dela du **Pivot B**}$$



Cela signifie que notre section de béton est insuffisante ou armature comprimée ou bien il y a lieu de d'introduire des armatures comprimées ce qui n'est pas solution idéale étant donné le très grand écart du moment réduit, Ainsi nous allons re pré dimensionner notre section,

Pour être sûr d'avoir une section qui convenable pouvant suffire ou réduire la quantité d'aciers comprimés pouvant être utiliser, nous nous plaçons sur la droite de déformation A-B et faisons un choix de μ_{bu} sachant que $d \approx 0,9h$ et $b \approx 0,3h$, Étant donné les contraintes architecturales, pour éviter une trop grande section, nous nous plaçons à limite du pivot B soit $\mu_{bu} = ,372$ sachant que et avec un risque d'aciers comprimés.

$$\text{On a } bd^2 = 0,243h^3 \approx \frac{M_u}{\mu_{bu} * f_{bu}} \rightarrow bd^2 \approx \frac{1154,11 \times 10^{-3}}{,372 \times 11,33} = 0,2596$$

$$\rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{0,2596}{0,243}} = 1,02m \text{ Nous permettant d'avoir un calcul sans section d'aciers comprimés,}$$

Mais nous prendrons $h = 80cm$ et $b = 40cm$

$$\rightarrow \mu_{bu} = \frac{M_u}{bd^2 f_{bu}} = \frac{1154,36 \times 10^{-3}}{0,4 \times (0,9 \times 0,8)^2 \times 11,33} = 0,490$$

$$\mu_{bu} = 0,490 > \mu_l = 0,372 \rightarrow \text{Section avec armatures comprimée } A'_s \neq 0$$

- Moment réduit limite ultime

$$M_{lu} = b, d^2, f_{bu}, \mu_l = 0,4 \times (0,8 \times 0,9)^2 \times 11,33 \times 0,372 = 873,97KN, m$$

- Section longitudinale théorique d'aciers

$$A_{su}' = \frac{M_u - M_{lu}}{(d - d') \sigma_{su}} \quad \text{et} \quad A_{su} = \frac{\sigma_{su}}{f_e} A_{su}' + \frac{M_{lu}}{z_u f_e}$$

Avec $d' = 0,1h = 0,1 * 0,8 = 0,08m$ et

$$z_u = (1 - 0,4\alpha_u)d \text{ Avec } \alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_l}) = 0,618 \text{ D'où } z_u = 0,542$$

→ On a

$$\text{Armatures comprimées : } A'_{su} = \frac{1154,1136 - 873,97}{(0,72 - 0,08) * 347,83} \quad A'_{su} = 12,41cm^2$$

$$\text{Armatures tendues : } A_{su} = \frac{347,83}{400} 12,41 + \frac{873,97}{,542 * 400} \quad A_{su} = 51,11cm^2$$

Ainsi on a $A'_{su} = 12,41cm^2$ et $A_{su} = 51,11cm^2$

- Vérification de la condition de non fragilité :

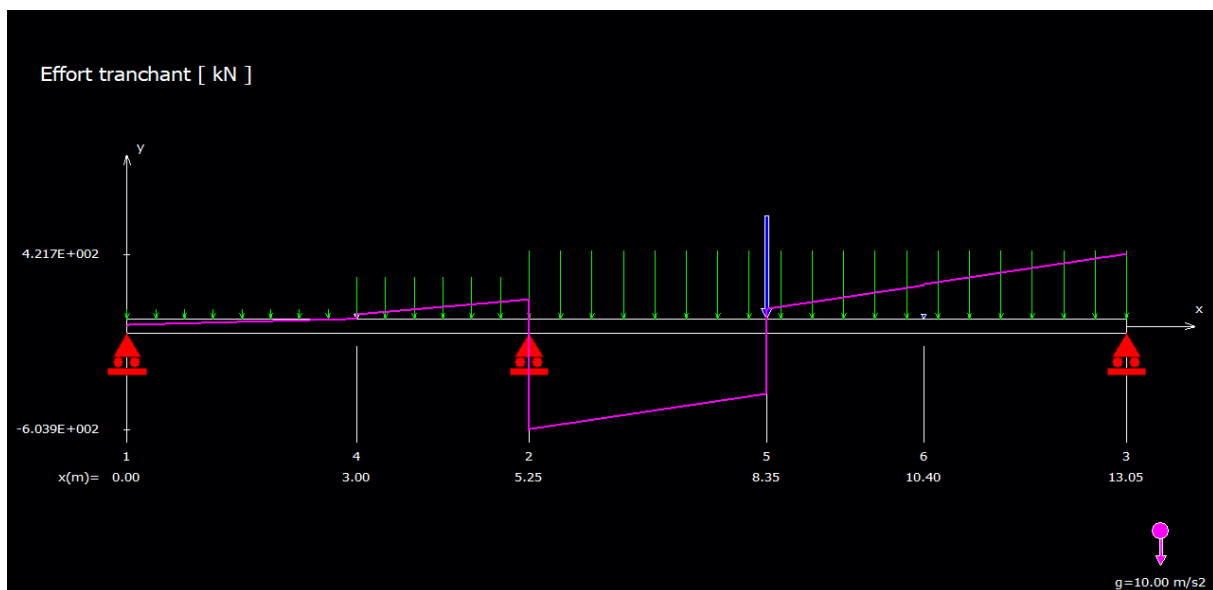
$$A_{min} = \max \left\{ \frac{bh}{1000} ; 0,23 \frac{f_{tj}}{f_e} bd \right\} = \left\{ \frac{40 * 80}{1000} ; 0,23 \frac{1,8}{400} 40 * 80 \right\}$$

$$A_{min} = \max\{3,2 ; 3,312\}$$

$$A_{su} \text{ et } A_{su}' > A_{min} \rightarrow \text{OK condition vérifiée}$$

Choix des armatures : 10HA20 + 10HA16 + 8HA14 soit une section totale de 63,84cm²

Avec la nouvelle section de 80*40 et toujours avec logiciel RDM 7, on obtient un nouvel effort tranchant au nœud 5 soit un Effort tranchant maximal $V_u = -417,10\text{KN}$,



- Calcul de la contrainte tangentielle limite

Fissuration peu préjudiciable donc on a :

$$\tau_l = \min \left\{ 0,2 \left(\frac{f_{cj}}{\gamma_b} \right) ; 5\text{MPa} \right\}$$

$$\rightarrow \tau_l = \min \left\{ 0,2 \left(\frac{20}{1,5} \right) ; 5\text{MPa} \right\} = \min\{2,67 ; 5\text{MPa}\} = 2,67\text{MPa}$$

- Contrainte tangentielle ultime

$$\tau_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$\rightarrow \tau_u = \frac{417,10 * 10^{-3}}{0,40 * (0,9 * 0,80)} = 1,45\text{MPa}$$

$\tau_u < \tau_l$, Condition vérifié donc aucun risque de cisaillement

Calcul des aciers transversales

D'après le BAEL la section d'armatures transversales est donnée par :

$$\phi_t = \frac{\phi_{lmax}}{3} \text{ et } \phi_{tmax} = \min \left\{ \phi_{lmin} ; \frac{h}{25} ; \frac{b}{10} \right\}$$

On a $\phi_{tmax} = \min \left\{ 10; \frac{800}{35}; \frac{400}{10} \right\} = \min \{ 10; 22,86; 40 \}$

On adopte à un étrier $\phi 10$

Espacement

$S_t \leq \min \{ 0,9d; 40cm; 15\phi'_{lmin} \} \rightarrow S_t \leq \min \{ 64,8; 40cm; 15\phi'_{lmin} \}$

L'espace des cours successifs d'armatures transversales $S_t \leq 40cm$

Pour faire la répartition des armatures transversales, on utilisera la série de Caquot (2,5 ; 5 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 ; 13 ; 16 ; 20 ; 25 ; 35 ; 40) cm à partir de l'appuis,

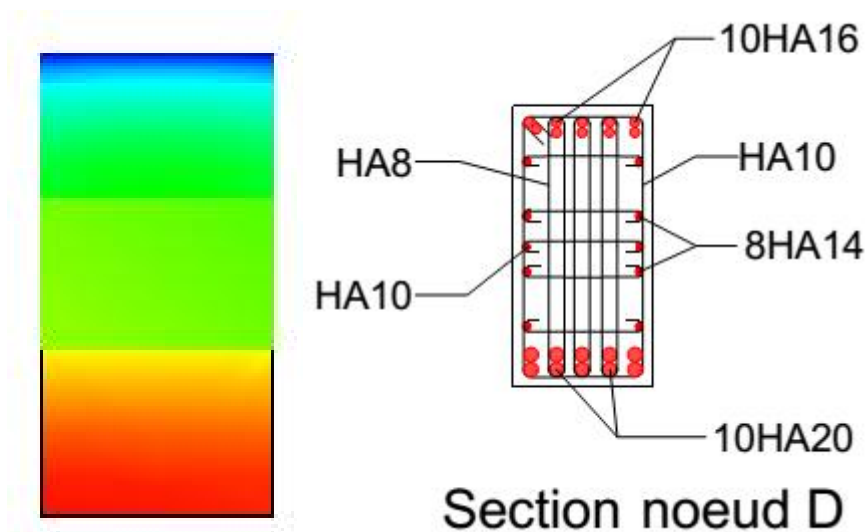


Figure : Illustration des contraintes et schéma de ferrailage nœud D

• **Travée 2 File Y10 : Nœud 6(E)**

Détermination des sections d'acier longitudinal

Moment fléchissant = 862,87 kN,m Effort tranchant = 244,61 kN Section = 40*80

Calcul des Armatures Longitudinales

- Moment réduit ultime

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{bd^2 f_{bu}} = \frac{862,57 \times 10^{-3}}{0,4 \times (0,9 \times 0,8)^2 \times 11,33}$$

$\mu_{bu} = 0,367$

$\mu_{bu} = 0,367 < \mu_l = 0,372 \rightarrow$ Section sans armatures comprimée $A'_s = 0$

- Position de l'axe neutre :

$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$ $\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,367})$ **$\alpha_u = 0,605m$**

- Bras de levier :

$$z_u = (1 - 0,4\alpha_u)d \quad z_u = (1 - 0,4 \times 0,605) * 0,72 \quad z_u = \mathbf{0,546m}$$

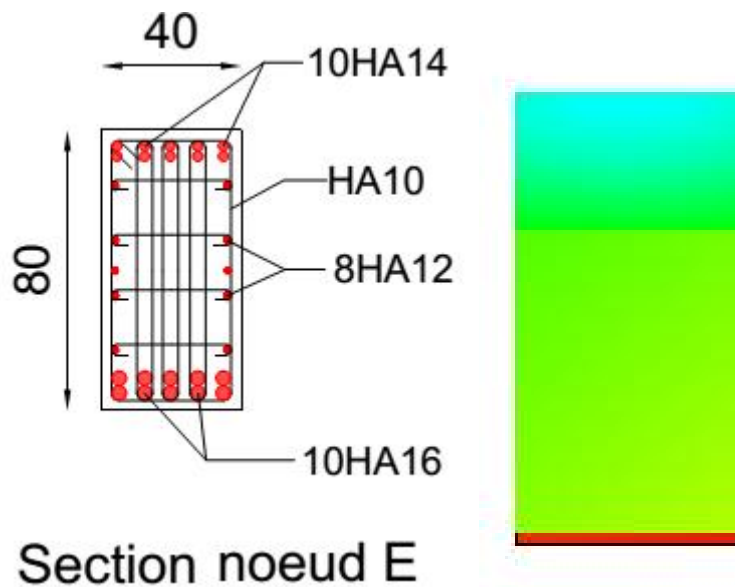
- Section théorique d'aciers

$$A_u = \frac{M_u}{z_u \sigma_{su}}$$

$$A_u = \frac{862,57 * 10^{-3}}{0,546 * 347,83}$$

$$A_u = \mathbf{45,42cm^2}$$

Choix des armatures : **10HA16 + 10HA14 + 8HA12 + 2HA10 = 46,1cm²**



Section noeud E

Figure : Illustration des contraintes et schéma de ferrailage noeud E

• **Travée 1 File Y10 : Nœud 4(B)**

Détermination des sections d'acier longitudinal

Moment fléchissant = -71,25 kN,m

Effort tranchant = 67,87 kN Section = 25*50

- Moment réduit ultime

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{bd^2 f_{bu}} = \frac{71,25 \times 10^{-3}}{0,25 \times (0,9 \times 0,5)^2 \times 11,33} \quad \mu_{bu} = \mathbf{0,124}$$

$$\mu_{bu} = 0,124 < \mu_l = 0,186 \rightarrow \text{Pivot A, section sans armatures comprimées } A'_s = 0$$

- Position de l'axe neutre :

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}) \quad \alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,124}) \quad \alpha_u = \mathbf{0,166m}$$

- Bras de levier :

$$z_u = (1 - 0,4\alpha_u)d \quad z_u = (1 - 0,4 \times 0,166) * 0,45 \quad z_u = \mathbf{0,420m}$$

- Section théorique d'aciers

$$A_u = \frac{M_u}{z_u \sigma_{su}} \quad A_u = \frac{71,25 \cdot 10^{-3}}{,420 \cdot 347,83} \quad A_u = 4,87 \text{ cm}^2$$

Choix des armatures : 6HA12=6,78cm²

Aciers transversaux

D'après le BAEL la section d'armatures transversales est donnée par :

$$\phi_t = \frac{\phi_{lmax}}{3} \text{ et } \phi_{tmax} = \min \left\{ \phi_{lmin}; \frac{h}{25}; \frac{b}{10} \right\}$$

$$\text{On a } \phi_{tmax} = \min \left\{ 8; \frac{600}{35}; \frac{300}{10} \right\} = \min \{ 8; 17,14; 30 \}$$

On adopte à un étrier Ø8

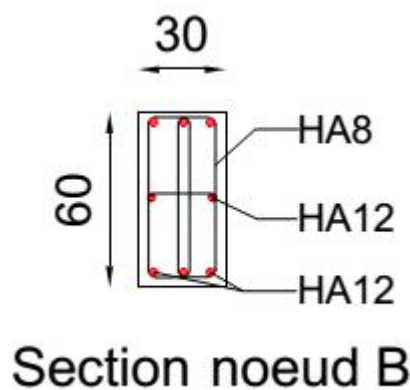
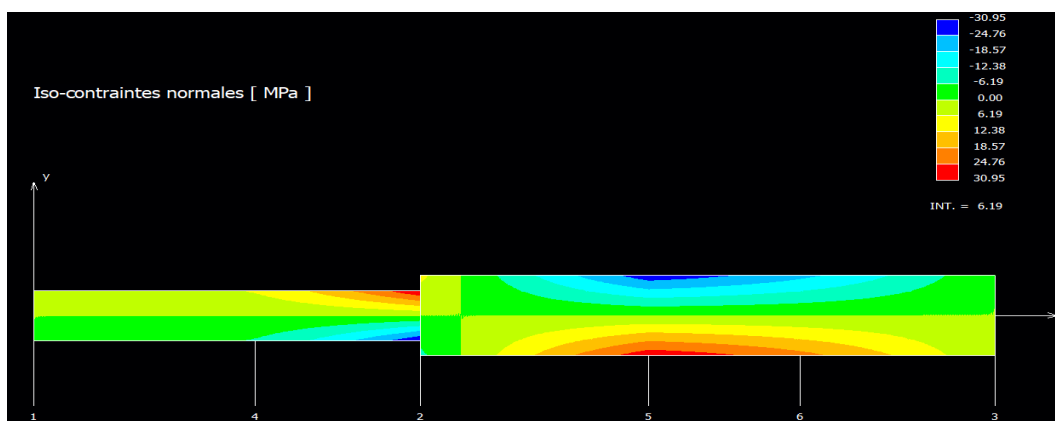


Figure : schéma de ferrailage nœud B

Justification aux appuis

Appui intermédiaire

À ce niveau nous avons un changement d'inertie de la poutre, Et en analysant le diagramme des contraintes normale dans les sections de cette région, on remarque que les sections de la poutre 1 sont plus sollicité que ceux de la poutre 2 notamment dans la fibre supérieure, Cela due à la différence de section et donc une meilleure reprise des sollicitations par la poutre 2,



• **File Y10 : Appuis Nœud 2(C)**

Détermination des sections d'acier longitudinal

Moment fléchissant = -322,37 kN,m Effort tranchant = 155,34 KN Section = 25*50

- Moment réduit ultime

$$\mu_{bu} = \frac{M_u}{bd^2 f_{bu}} = \frac{322,37 \times 10^{-3}}{0,25 \times (0,9 \times 0,5)^2 \times 11,33} \quad \mu_{bu} = \mathbf{0,562} > \mu_l = 0,480 \rightarrow \text{au-delà du Pivot B}$$

En augmentant la section a 30*60, on as Mfz = 476,95KN,m et Ty = -435,12KN

→ $\mu_{bu} = \mathbf{0,478} > \mu_l = 0,372 \rightarrow$ Pivot B avec armatures comprimée $A'_s \neq 0$

- Moment réduit limite ultime

$$M_{lu} = b, d^2, f_{bu}, \mu_l = 0,3 \times (0,6 \times 0,9)^2 \times 11,33 \times 0,372 = 368,71 \text{KN}, m$$

- Section longitudinale théorique d'aciers

$$A_{su}' = \frac{M_u - M_{lu}}{(d-d')\sigma_{su}} \quad \text{et} \quad A_{su} = \frac{\sigma_{su}}{f_e} A_{su}' + \frac{M_{lu}}{z_u f_e}$$

Avec $d' = 0,1h = 0,1 * 0,6 = 0,06m$ et

$$z_u = (1 - 0,4\alpha_u)d \quad \text{Avec} \quad \alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_l}) = 0,618$$

D'où $z_u = 0,407m$

→ On a

$$\text{Armatures comprimées : } A'_{su} = \frac{476,95 - 368,71}{(0,54 - 0,06) * 347,83} \quad A'_{su} = 6,48 \text{cm}^2$$

$$\text{Armatures tendues : } A_{su} = \frac{347,83}{400} 6,48 + \frac{368,71}{0,407 * 400} \quad A_{su} = 28,28 \text{cm}^2$$

Ainsi on a $A'_{su} = 6,48 \text{cm}^2$ et $A_{su} = 28,28 \text{cm}^2$

Choix des armatures : **14HA16 + 6HA12 = 34,92cm²**

Vérification de l'effort tranchant

- Calcul de la contrainte tangentielle limite

Fissuration peu préjudiciable donc on a :

$$\tau_l = \min \left\{ 0,2 \left(\frac{f_{cj}}{\gamma_b} \right); 5 \text{MPa} \right\}$$

$$\rightarrow \tau_l = \min \left\{ 0,2 \left(\frac{20}{1,5} \right); 5 \text{MPa} \right\} = \min \{ 2,67; 5 \text{MPa} \} = 2,67 \text{MPa}$$

- Contrainte tangentielle ultime

$$\tau_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$\rightarrow \tau_u = \frac{435,12 * 10^{-3}}{0,30 * (0,9 * 0,60)} = 2,69 \text{MPa} \quad \tau_u > \tau_l \text{ section a revoir}$$

On prends $S = 30 \times 65 \rightarrow T_y = -430,2 \text{KN}$

On a $\tau_u = \frac{430,2 \times 10^{-3}}{0,30 \times (0,9 \times 0,65)} = 2,45 \text{MPa}$

$\tau_u < \tau_l \dots \dots \dots$, Condition vérifié donc aucun risque de cisaillement

Donc on adopte une section de 30x65cm pour la poutre 1,

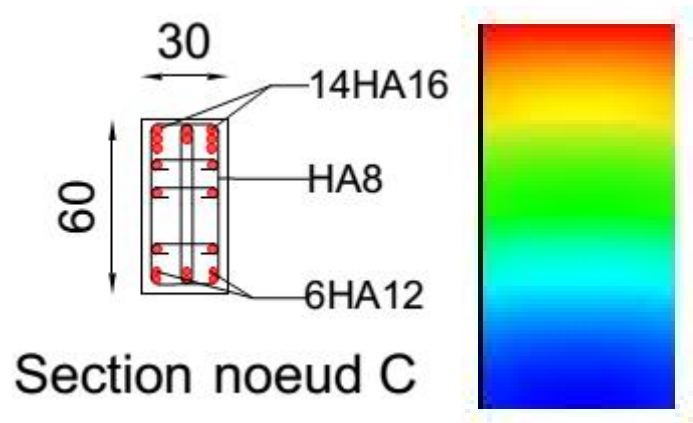


Figure : schéma de ferrailage nœud C

Annexe 10 : Étude de la fondation

a. Radier

Charge surfacique sur le radier $N_{esq} = \frac{N_u}{S_r} + P_p$

Ou $P_p = \rho * h_r = (25 * ,75) * 1,35 = 25,13KN/m^2$

→ $N_{eq} = \frac{26745,3}{206} + 18,75 = 155,14KN/m^2$

- Moments sollicitant

$l_x = 4,7m$ et $l_y = 5,65$ → $\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,7}{5,65} = 0,83$

On a donc : **0,83>0,4** (le panneau et travaille dans les deux sens)

$\alpha = 0,83 \rightarrow \mu_x = 0,0528$ et $\mu_y = 0,6494$

- Moments isostatiques

$M_{ox} = \mu_x, N_{eq}, l_x^2$

$M_{oy} = \mu_y, M_x$

Dans le sens x-x' ($l_x=4,7$) on a $M_{ox} = 0,0528 * 155,14 * 4,7^2 = 180,98 kN.m$

Dans le sens y-y' ($l_y=5,65$) on a $M_{oy} = 0,6494 * 180,98 = 117,53 kN.m$

- Moments de calcul

En travée : $M_t = 0,85, M_i$

$M_{tx} = 0,85 \times 180,98 = 153,83 kN.m$

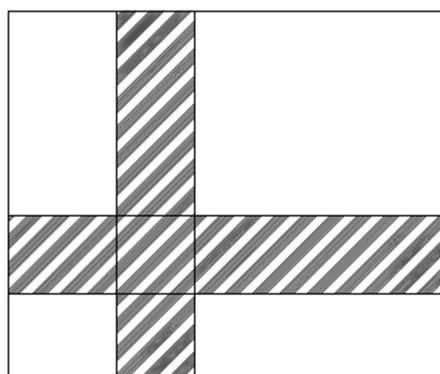
$M_{ty} = 0,85 \times 117,53 = 99,9 kN.m$

Aux appuis : $M_a = 0,5, M_i$

$M_{ax} = 0,5 \times 153,83 = 76,92 kN.m$

$M_{ay} = 0,5 \times 99,9 = 49,95 kN.m$

Sections d'aciERS



Le calcul se fait une bande de 1m suivant la méthode de calcul de flexion simple comme utiliser pour les poutres plus hautes, Ainsi, un programme Excel a été élaborer et les résultats des calculs est donner comme suit :

RADIER : (X15-X12);(Y10-Y3)				
FONDATION				DP e = 75cm
	Neq	155.14	Kn/m ²	Lx = 4.7 Ly = 5.65
	F _{bu} =	14.17MPa	μ _x =	0.0528
	U _l =	0.372	μ _y =	0.6494
		b= 1.00		h= 0.75
	efforts (Pu)	Appuis X	Travée	Appuis Y
MOMENT (KN.m)	isostatique sens x (Mox)		180.95	
	isostatique sens y (Moy)		117.51	
	de calcul Mtx		153.81	
	de calcul Mty		99.88	
	aux appuis	76.90		49.94
	moment reduit x	0.01	0.03	0.01
	moment reduit y		0.02	
			Asc=0	
	moment fictif x (KN.m)		inutile	
	moment fictif y (KN.m)		inutile	
	parametre alpha x	0.02	0.04	0.04
	parametre alpha y		0.02	
	bras de levier x(m)	0.67	0.66	0.66
	bras de levier y(m)		0.67	
section d'acier	comprimés (cm ²)	inutile		
	tendue x (cm ²)	3.30	7.83	2.16
	tendue y (cm ²)		6.62	
	Asmin x (cm ²)		7.57	
	Asmin y (cm ²)		6.99	
choix	Sens x-x	4HA8		
	Sens y-y	5HA14		

Contrôle de non fragilité :

Ferraillage en deux nappes soit $A_{snappe} = \frac{As}{2}$

Sens L_y : $A_{y_{min}} = 0,23 b d f_{t28}/f_e = 6,99cm^2$

Sens L_x : $A_{x_{min}} = \frac{3-\alpha}{2} A_{y_{min}} = 7,57cm^2$

Vérification

Sens L_y : la condition

$A_{y_{min}} = 6,99cm^2 > A_{ynappe} = \frac{6,62}{2} = 3,31cm^2$

Donc : $A_{y_{adopté}} = 6,99 cm^2$ pour chaque nappe

Sens L_x : la condition :

$A_{xnappe} = \frac{7,83}{2} = 1,42cm^2 < A_{x_{min}} = 7,57cm^2$

Donc : $A_{x_{adopté}} = 7,57cm^2$ pour chaque nappe

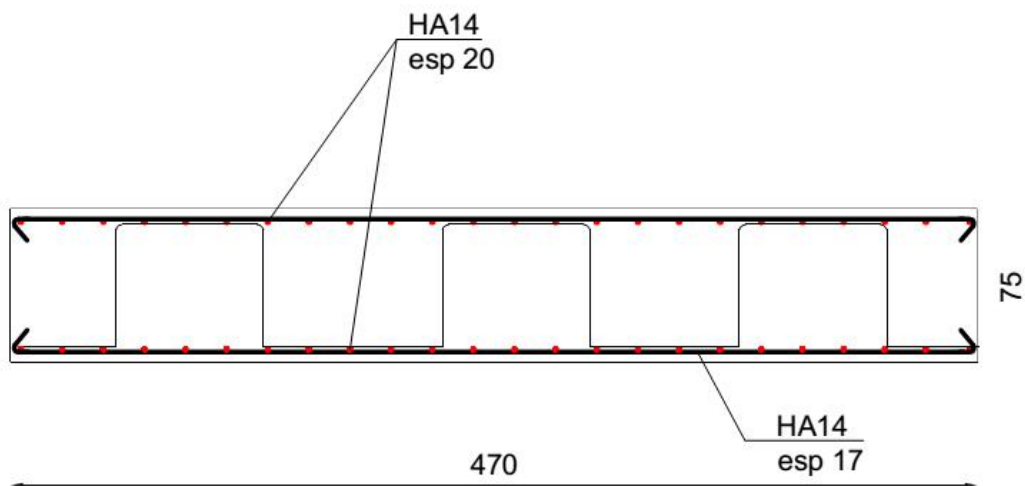
Donc on adopte les armatures pour chaque nappe suivante

$L_x = 6HA14/ml$ pour section de $A = 9,24cm^2$;

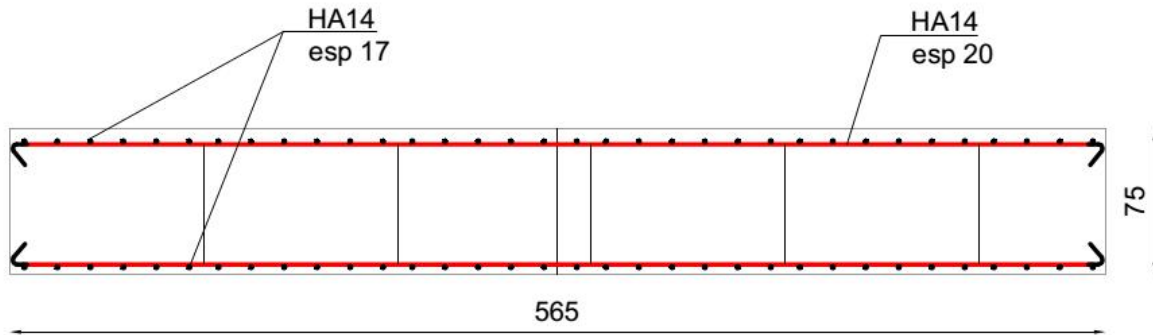
$L_y = 5HA14/ml$ pour section de $A = 7,70cm^2$,

Ces armatures de travée seront prolongées jusqu'au appuis pour reprendre le moment aux appuis,

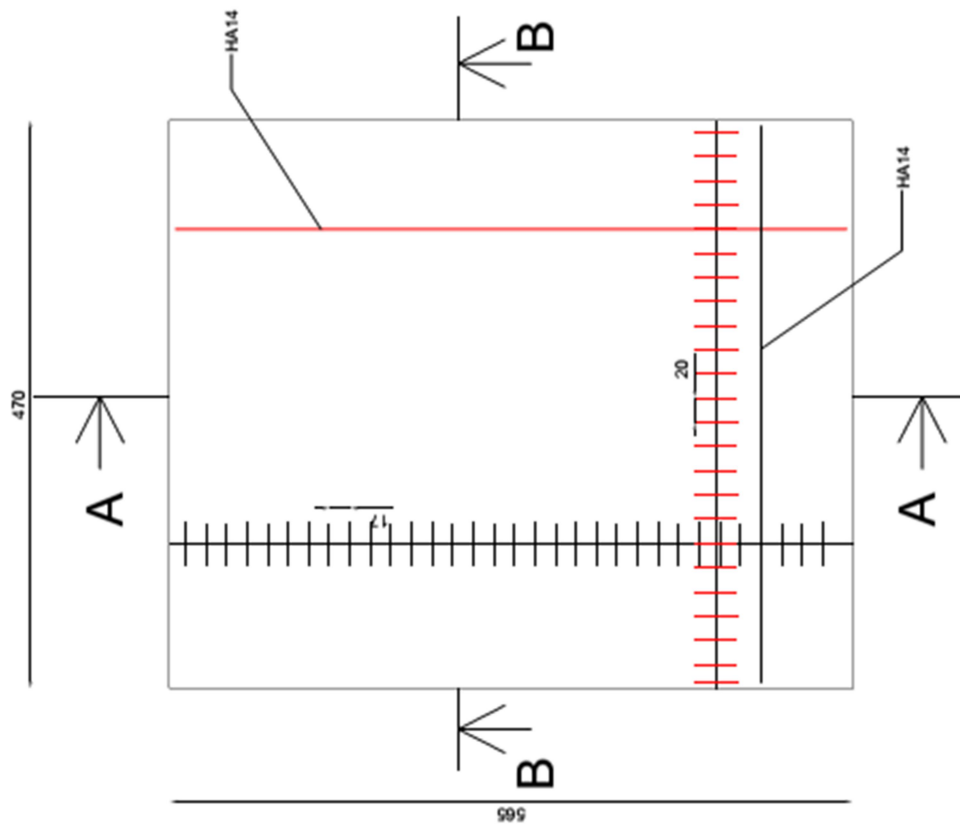
Ferraillage :



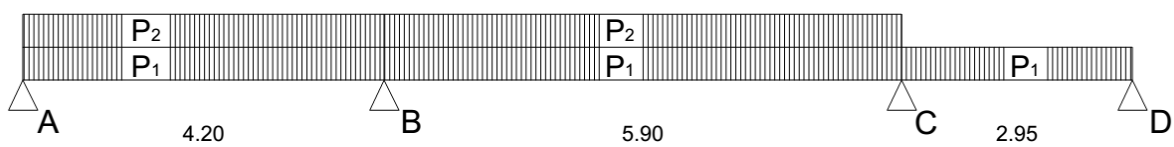
Coupe B-B



Coupe A-A



b. Nervures



Calcul des moments

En considérant notre radier comme une dalle pleine, on a des répartitions triangulaires et trapézoïdales des charges, Dans notre cas nous avons des répartitions trapézoïdales,

Ainsi la charge linéaire équivalente sur nos poutres est donnée par $P = (1 - \frac{\rho^2}{3}) \times \frac{q_u \times l_i}{2}$

On a $N_{eq} = q_u = 155,14 \text{KN/m}^2$ et $\rho' = 1$ pour répartition trapézoïdale

$$P_1 = \left(1 - \frac{1}{3}\right) \times \frac{155,14 \times 2,125}{2} = 164,84 \text{ kN/m}$$

$$\text{et } P_2 = \left(1 - \frac{1}{3}\right) \times \frac{155,14 \times 0,775}{2} = 60,12 \text{ kN/m}$$

$$\rightarrow P = P_1 + P_2 = 164,84 + 60,12 = 224,96 \text{ kN/m}$$

Moments en appuis :

- Calcul du moment sur appui B :

Le théorème des trois moments appliqués à l'appui B s'écrit :

$$\frac{l'_w}{6EI_w} M_A + \left[\frac{l'_w}{3EI_w} + \frac{l'_e}{3EI_e} \right] M_B + \frac{l'_e}{6EI_e} M_C = \frac{P_w l'^3_w}{24EI_w} - \frac{P_e l'^3_e}{24EI_e}$$

En tenant compte de ce que $M_A = M_C = 0$ sur les appuis A et C, l'expression de M_B est donnée

$$\text{par : } M_B = \frac{P_w l'^3_w + P_e l'^3_e}{8,5(l'_w + l'_e)}$$

Avec :

$$P_w = P_e$$

$$l'_w = AB = 4,2\text{m}$$

$$l'_e = 0,8BC = 4,72\text{m}$$

$$M_B = \frac{224,96 \times (4,2^3 + 4,72^3)}{8,5(4,2 + 4,72)} \quad \mathbf{M_B = 531,82 \text{ kN.m}}$$

- Calcul du moment en appui C :

$$P_w = P \text{ et } P_e = P_2$$

$$l'_w = 0,8BC = 4,72\text{m}$$

$$l'_e = CD = 2,95\text{m}$$

$$M_C = \frac{224,96 \times (4,72^3) + 60,12 \times (2,95^3)}{8,5(2,95 + 4,72)} \quad \mathbf{M_C = 386,52 \text{ kN.m}}$$

Moment en travées

- Calcul du moment en travée AB :

$$M(AB) = \mu(AB) + M_w \left(1 - \frac{x_{max}}{l_{AB}}\right) + M_e \frac{x_{max}}{l_{AB}}$$

Avec :

$$\mu(AB) = \frac{P_u AB^2}{8} \quad P_u = 224,96 \text{ KN/m} \quad \mu(AB) = \frac{224,96 \times 4,2^2}{8}$$

$$\mu(AB) = 496,037 \text{ kN.m}$$

$$M_w = M_A = 0$$

$$M_e = M_B = 531,82 \text{ KN.m}$$

$$x_{max} = \frac{AB}{2} + \frac{M_w - M_e}{Pl} = \frac{4,2}{2} + \frac{0 - 531,82}{224,96 \times 4,2} \quad x_{max} = 1,18 \text{ m}$$

$$M(AB) = 496,04 + 531,82 \frac{1,18}{4,2} = 645,45 \text{ kN.m}$$

$$\mathbf{M(AB) = 645,45 \text{ kN.m}}$$

- Calcul du moment en travée BC :

$$M(BC) = \mu(BC) + M_w \left(1 - \frac{x_{max}}{l_{BC}}\right) + M_e \frac{x_{max}}{l_{BC}}$$

$$\mu(BC) = \frac{P_u BC^2}{8} \quad P_u = 224,96 \text{ KN.m} \quad \mu(BC) = \frac{224,96 \times 5,9^2}{8}$$

$$\mu(BC) = 978,86 \text{ kN.m}$$

$$M_w = M_B = 531,82 \text{ kN.m}$$

$$M_e = M_C = 386,52 \text{ kN.m}$$

$$x_{max} = \frac{BC}{2} + \frac{M_w - M_e}{Pl} = \frac{5,9}{2} + \frac{531,82 - 386,52}{224,96 \times 5,9} \quad x_{max} = 3,06 \text{ m}$$

$$M(BC) = 978,86 + 531,82 \left(1 - \frac{3,06}{5,9}\right) + 386,52 \times \frac{3,06}{5,9}$$

$$\mathbf{M(BC) = 1435,33 \text{ kN.m}}$$

- Calcul du moment en travée CD :

$$M(CD) = \mu(CD) + M_w \left(1 - \frac{x_{max}}{l_{CD}}\right) + M_e \frac{x_{max}}{l_{CD}}$$

$$\mu(CD) = \frac{P_u CD^2}{8}$$

$$P_u = 60,12 \text{ kN.m}$$

$$\mu(CD) = \frac{60,12 \times 2,95^2}{8}$$

$$\mu(CD) = 65,4 \text{ KN.m}$$

$$M_w = M_C = 386,52 \text{ kN.m}$$

$$M_e = M_D = 0$$

$$x_{max} = \frac{CD}{2} + \frac{M_w - M_e}{Pl} = \frac{2,95}{2} + \frac{386,52 - 0}{224,96 \times 2,95} \quad x_{max} = 0,582m$$

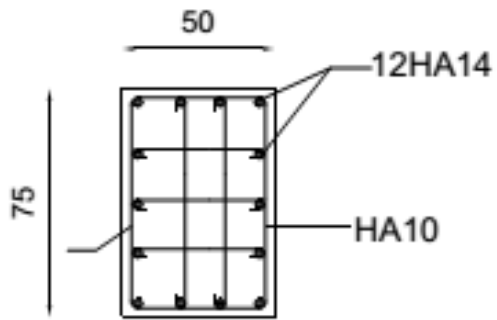
$$M(CD) = 65,4 + 386,52 \left(1 - \frac{0,52}{2,95}\right) \quad M(CD) = 375,61 \text{ kN.m}$$

Calcul du ferrailage

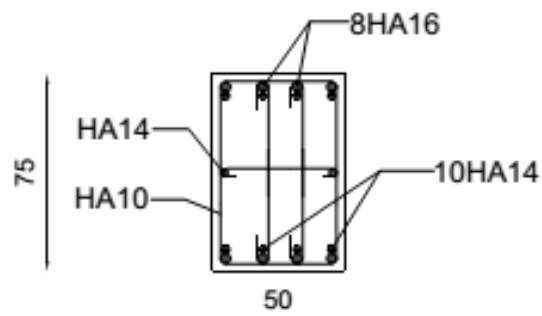
Suivant l'algorithme de calcul tel que défini par le BAEL on a :

Nervures: Y13 ; (X2-X15)								
PH RDC		FILE		Y13				
F _{bu} =	14.17MPa							
U _i =	0.372							
		b= 0.50	h= 0.6	0.75	d= 0.54	0.675		
		Portees reels (L)	4.20		5.90		2.95	
		Portees fictive	4.20		4.72		2.95	
		efforts (P _u)	224.96		224.96		60.12	
MOMENT (KN.m)		statique par travée (Mo)	496.04		978.86		65.40	
		travée de rive	645.45				375.61	
		travée intermédiaire			1435.00			
		aux appuis	0.00	531.82		386.52		0.00
		effort tranchant (T)	345.79	598.12		598.12	219.70	
		moment réduit	0.00	0.20	0.16	0.44	0.12	0.08
			acier tendues		Asc≠0		acier tendues	
		moment fictif (KN.m)	inutile		1200.57		inutile	
		parametre alpha	0.00	0.28	0.28	0.62	0.16	0.10
		bras de levier (m)	0.68	0.60	0.60	0.51	0.63	0.65
section d'acier		comprimés (cm ²)	inutile		11.23		inutile	
		tendue (cm ²)	0.00	30.98	20.42	50.87	14.07	16.68
		As _{min} (cm ²)		3.49		3.49		3.49
		choix	8HA16 + 10HA14		10HA20 + 10HA16 + 8HA14		12HA14	
		As _{réelle} (cm ²)	3.14		2.53		2.53	

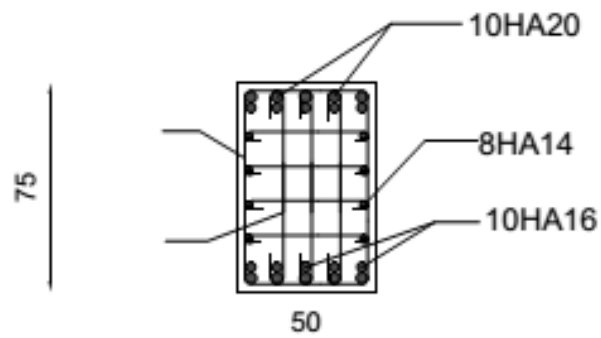
Ferrailage



Type N1



Type N2



Type N3

Annexe 11 : Calcul sur logiciel

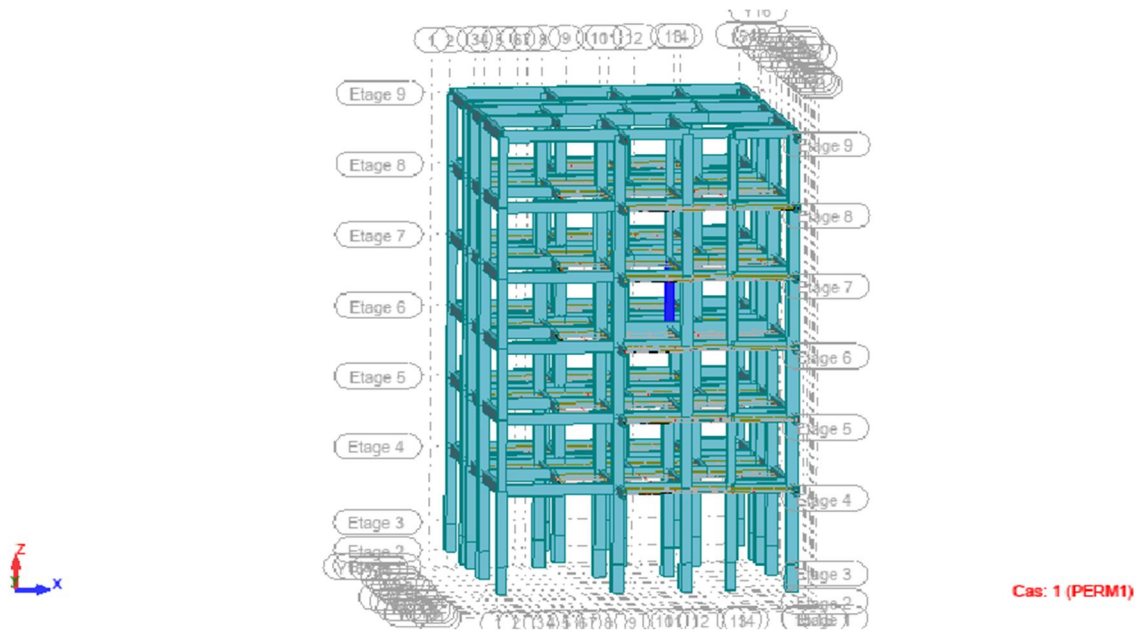
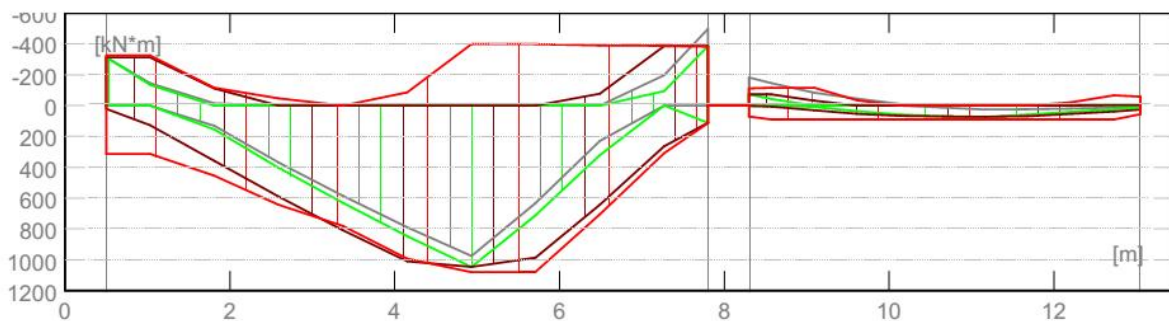


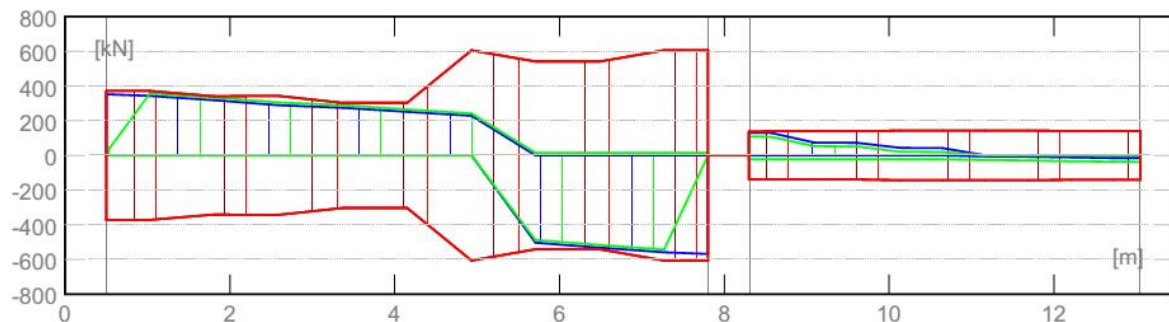
Figure : modèle de calcul avec robot

- a. Poutres
- File Y10

Note de calcul



Moment fléchissant ELU: — Mu — Mru — Mtu — Mcu



Effort transversal ELU: — Vu — Vru — Vcu(cadres) — Vcu(total)

Géométrie:

2.1.1	Désignation	Position	APG	L	APD
			(m)	(m)	(m)
	P1	Travée	0,50	7,30	0,50

Section de 0,00 à 7,30 (m)

40,0 x 80,0 (cm)

Plancher a gauche

Plancher a droit

2.1.2	Désignation	Position	APG	L	APD
			(m)	(m)	(m)
	P2	Travée	0,50	4,75	0,40

Section de 0,00 à 4,75 (m)

25,0 x 50,0, Excentrement (+ haut, - bas): 0,0 x +30,0 (cm)

2.2 Poutres aboutissantes:

Nom	Forme	Désignation	X*	Z*	DX	DZ
		(m)	(m)	(m)	(m)	
B R20x40 (Barre 8)	rect.	P1	4,35	0,40	0,20	0,40
B R20x40 (Barre 9)	rect.	P1	2,30	0,40	0,20	0,40
B R20x40 (Barre 38)	rect.	P2	2,65	0,40	0,20	0,40

2.4 Résultats théoriques:

2.4.1 Sollicitations ELU

Désignation	Mtmax.	Mtmin.	Mg	Md	Vg	Vd
	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN)	(kN)
P1	1044,70	-0,00	-313,26	-385,44	352,71	-567,15
P2	72,35	-0,00	-72,25	26,17	129,91	-15,83

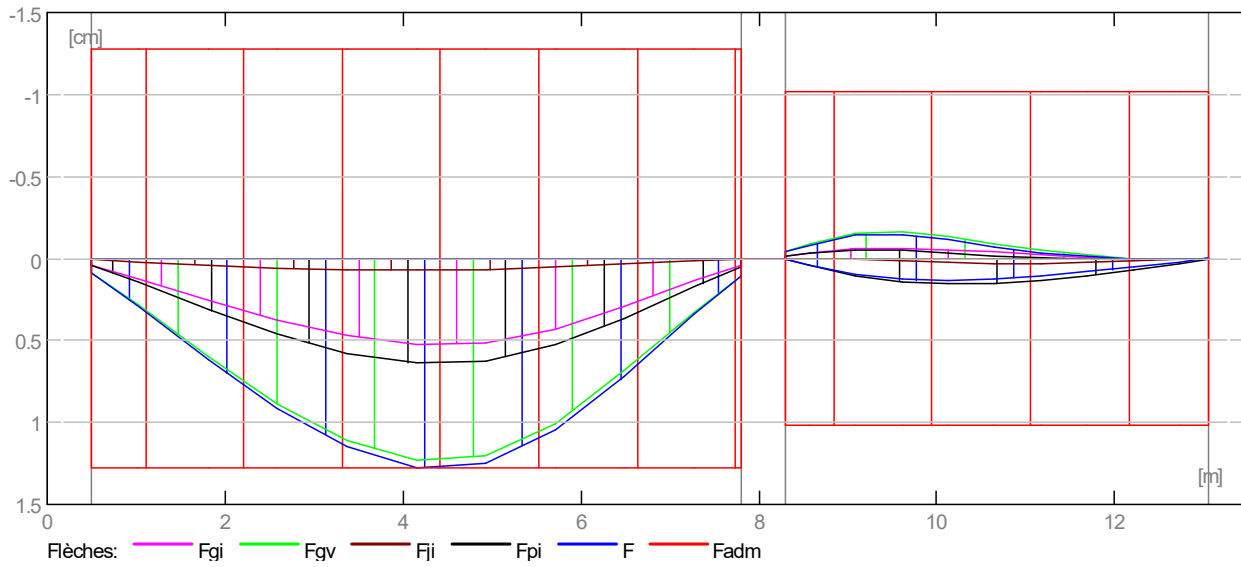
2.4.4 Sections Théoriques d'Acier

Désignation	Travée (cm2)		Appui gauche (cm2)		Appui droit (cm2)	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	48,19	0,00	0,84	12,66	4,30	15,70
P2	4,88	0,00	0,14	4,88	1,70	0,25

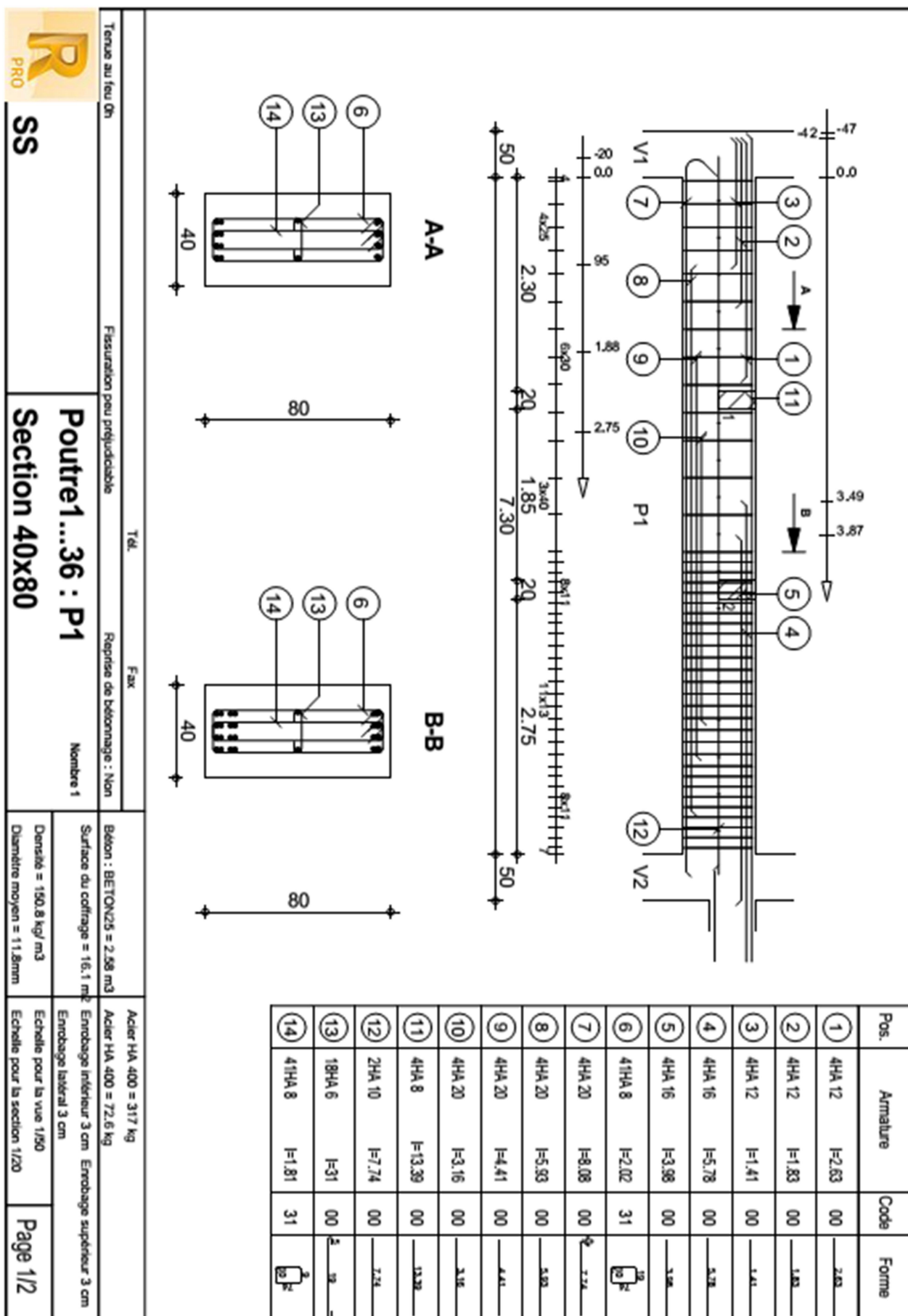
2.4.5 Flèches

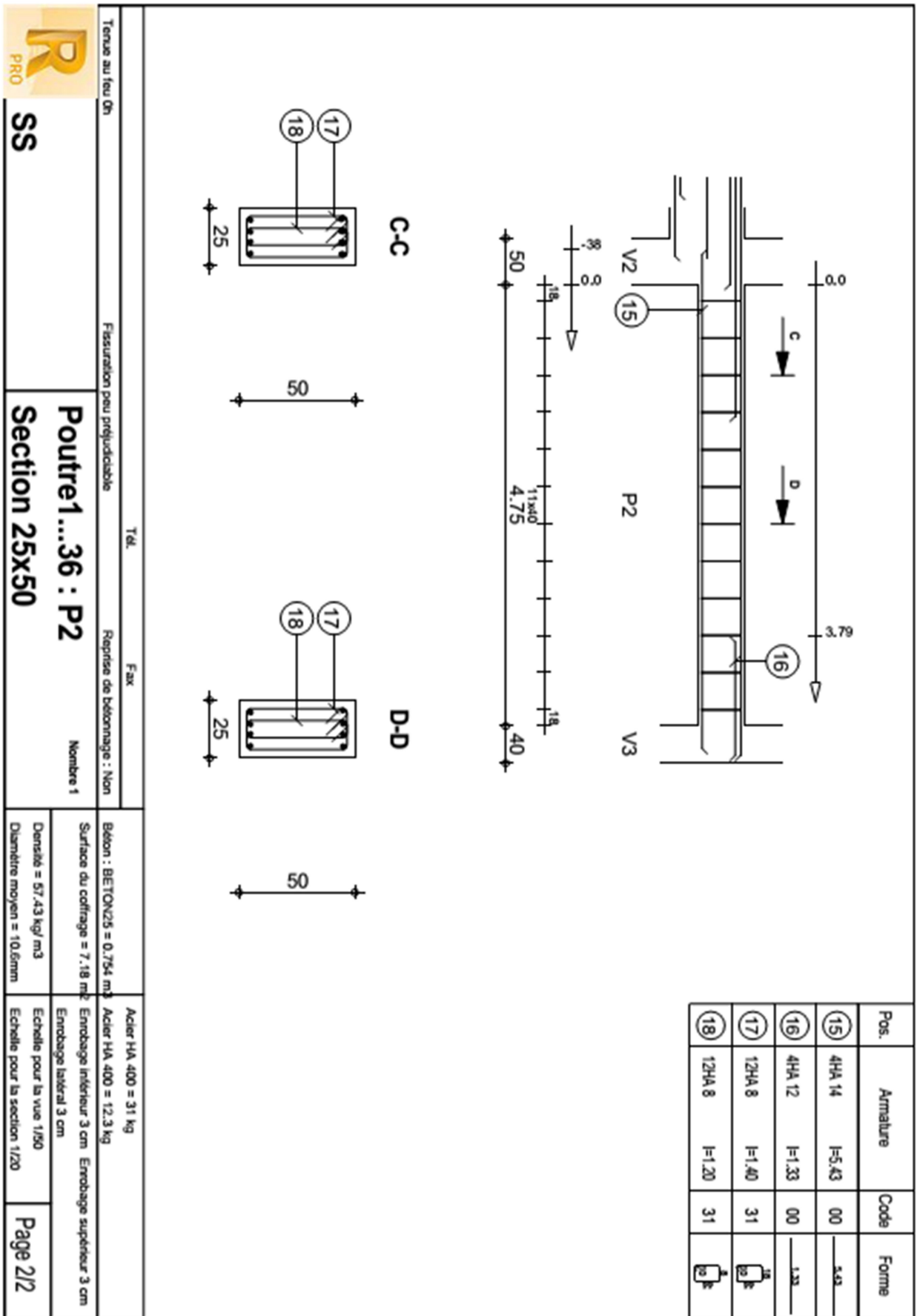
Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

Travée	Fgi (cm)	Fgv (cm)	Fji (cm)	Fpi (cm)	ΔFt (cm)	Fadm (cm)
P1	0,5	1,2	0,1	0,6	1,3	1,3
P2	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-1,0



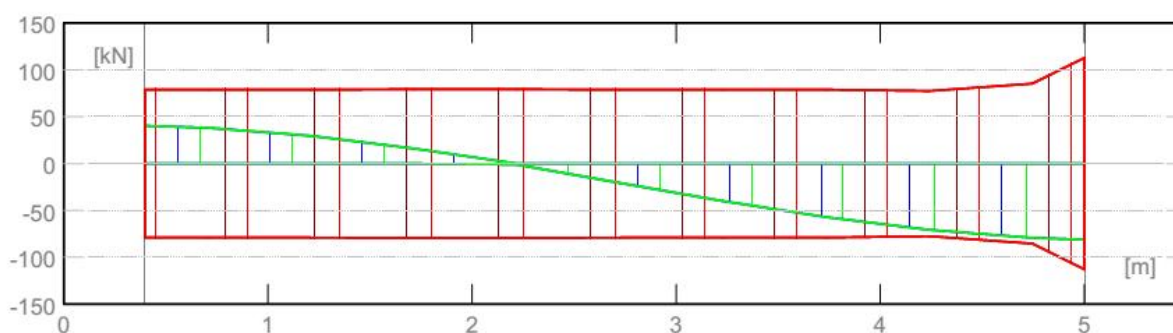
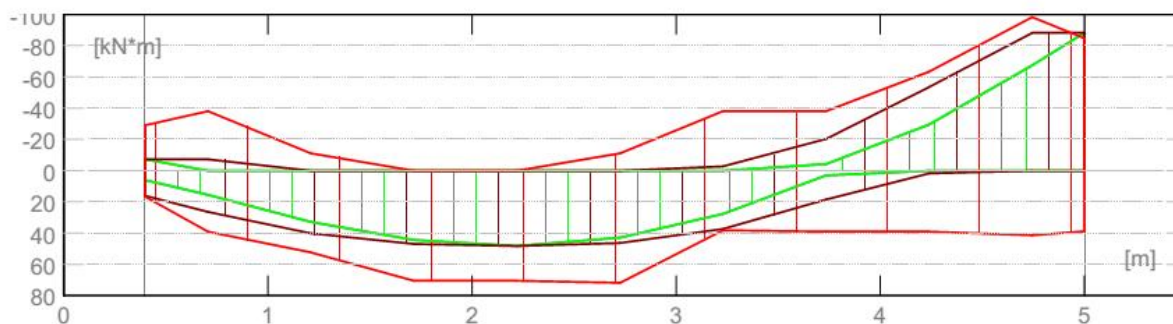
Plans de ferrailage





• **File X12 : Poutre 20x40**

Note de calcul



2.1 Géométrie:

2.1.1	Désignation	Position	APG (m)	L (m)	APD (m)
P1	Travée		0,40	4,60	0,50
	Section de	0,00 à 4,60 (m)			
		20,0 x 40,0 (cm)			
		Pas de plancher gauche			
		Pas de plancher droit			

2.3 Résultats théoriques:

2.3.1 Sollicitations ELU

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	48,37	-20,25	16,04	-88,30	40,37	-81,11

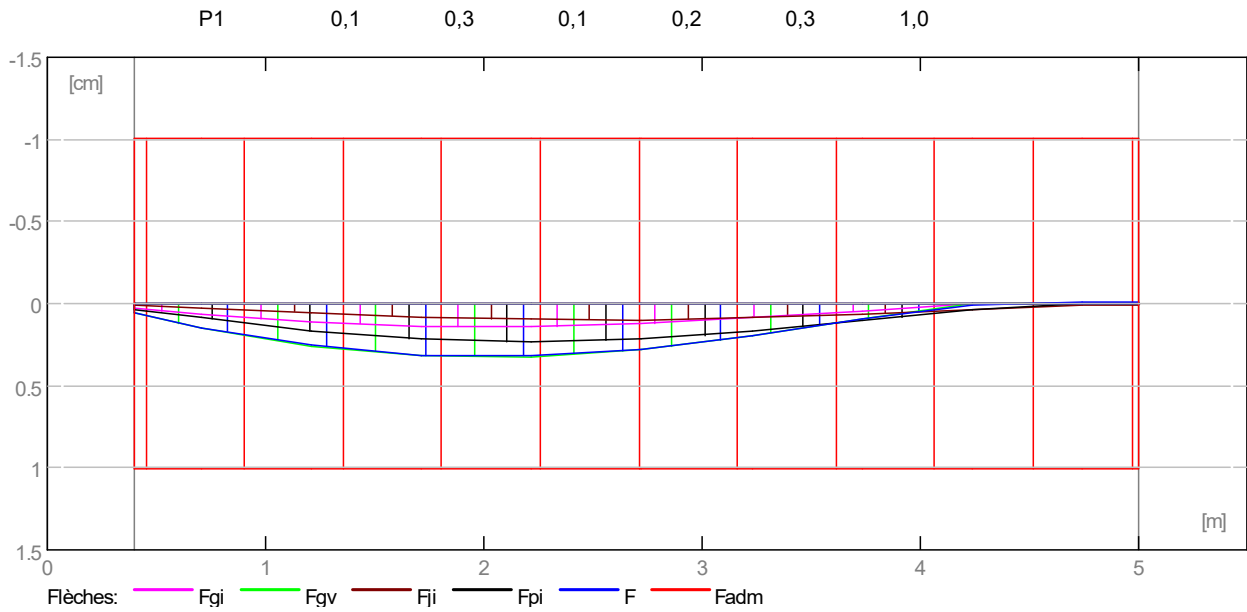
2.3.4 Sections Théoriques d'Acier

Désignation	Travée (cm ²)		Appui gauche (cm ²)		Appui droit (cm ²)	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	4,40	0,00	1,34	0,60	3,17	8,34

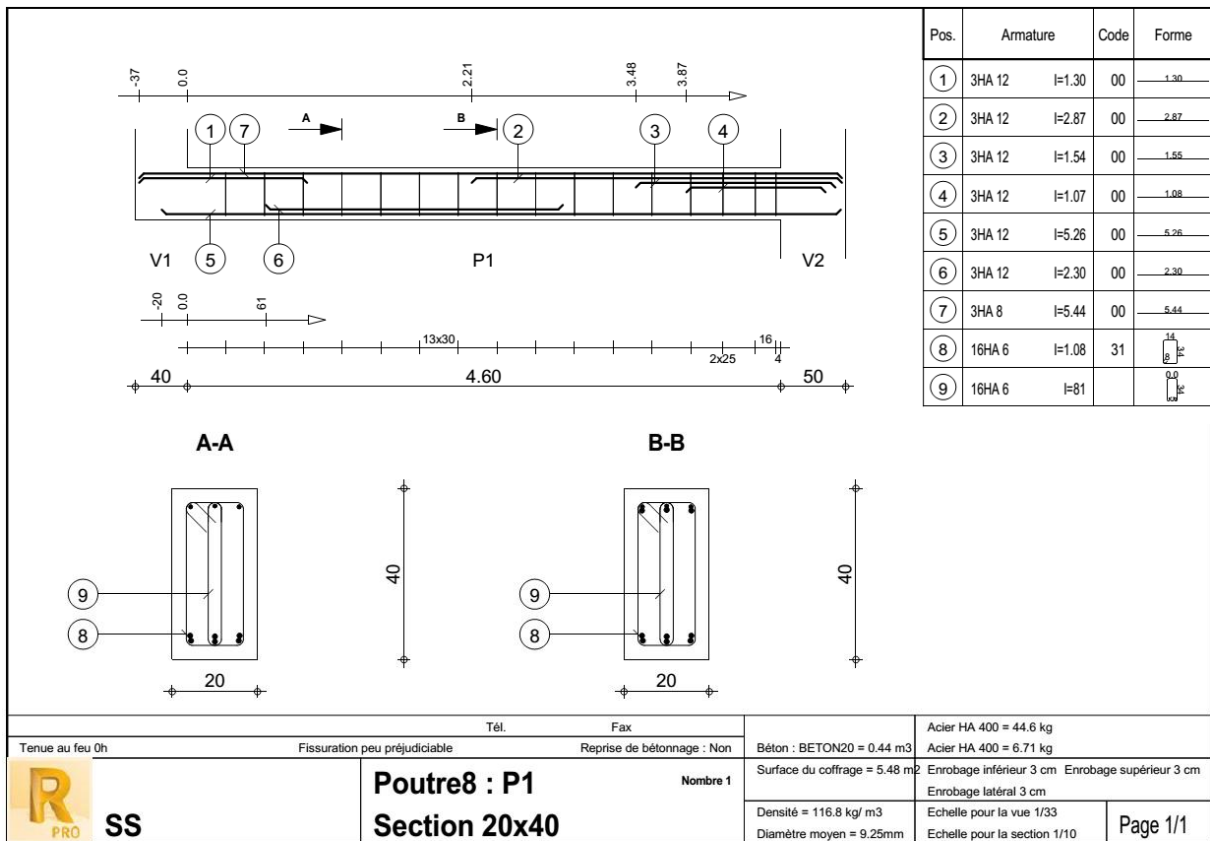
2.3.5 Flèches

Travée	Fgi (cm)	Fgv (cm)	Fji (cm)	Fpi (cm)	ΔFt (cm)	Fadm (cm)

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

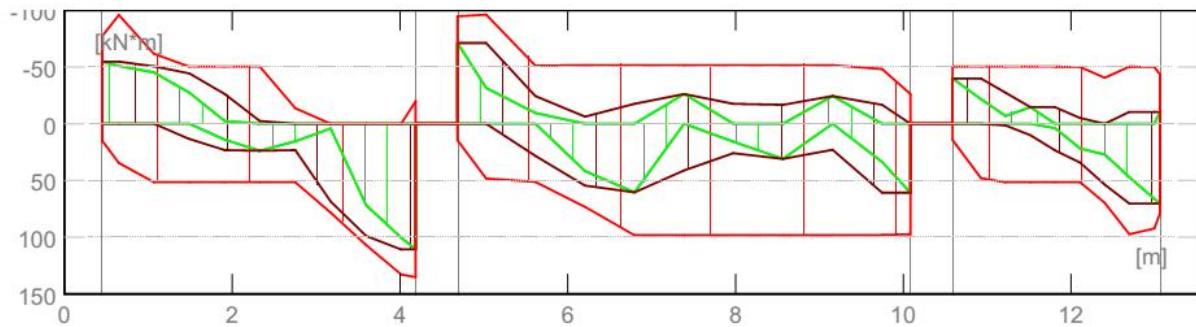


Plans de ferrailage

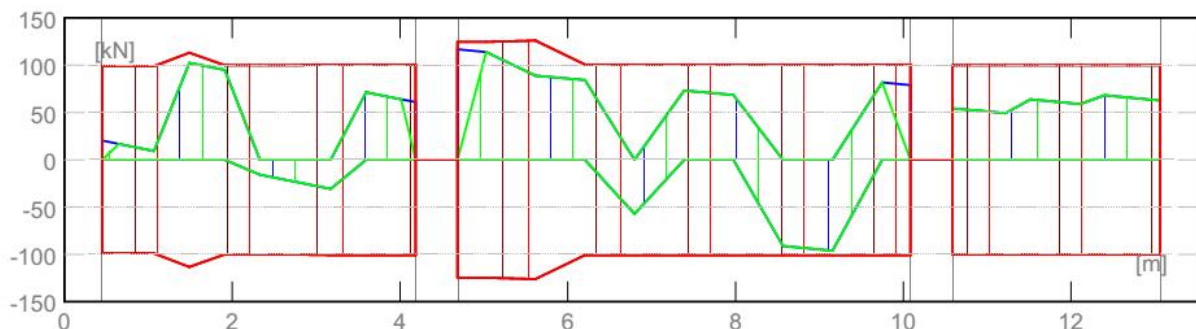


• **File Y13 : Poutre 25x50**

Note de calcul



Moment fléchissant ELU: — Mu — Mru — Mtu — Mcu



Effort transversal ELU: — Vu — Vru — Vcu(cadres) — Vcu(total)

Géométrie:

2.1.1	Désignation	Position	APG	L	APD
			(m)	(m)	(m)
	P1 Travée	0,45	3,74	0,50	
	Section de	0,00 à 3,74 (m)			
		25,0 x 50,0 (cm)			
2.1.2	Désignation	Position	APG	L	APD
			(m)	(m)	(m)
	P2 Travée	0,50	5,40	0,50	
	Section de	0,00 à 5,40 (m)			
		25,0 x 50,0 (cm)			
2.1.3	Désignation	Position	APG	L	APD
			(m)	(m)	(m)
	P3 Travée	0,50	2,48	0,45	
	Section de	0,00 à 2,48 (m)			
		25,0 x 50,0 (cm)			

2.2 Poutres aboutissantes:

Nom	Forme	Désignation	X*	Z*	DX	DZ
		(m)	(m)	(m)	(m)	

B R20x40 (Barre 61) rect. P2 2,60 0,10 0,20 0,40

* - coordonnées du coin inférieur gauche de la poutre aboutissante

2.3 Chargements:

2.4 Résultats théoriques:

1. **Condition de la disposition.** L'armature inférieure a été renforcée étant donné le cisaillement sur l'appui intermédiaire. BAEL 91 A.5.1.321 @BmErr3()@ @BmErr4()@ @BmErr5()@ @BmErr6()@ @BmErr7()@

n* - Coefficient de sécurité

2.4.1 Sollicitations ELU

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	110,63	-44,46	-54,90	110,63	20,30	61,01
P2	60,69	-26,07	-71,23	60,69	116,87	78,97
P3	70,29	-27,38	-39,91	70,29	54,47	62,79

2.4.4 Sections Théoriques d'Acier

Désignation	Travée (cm2)		Appui gauche (cm2)		Appui droit (cm2)	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	7,92	0,00	0,00	3,69	7,92	0,00
P2	4,11	0,00	0,00	4,88	4,11	0,00
P3	4,81	0,00	0,00	2,65	4,81	0,68

Plans de ferrailage

The drawing shows a beam with a total length of 3.73m. It is supported by three points: V1, P1, and V2. The beam has a height of 50cm and a width of 25cm. Reinforcement bars are numbered 1 through 10. Section A-A is taken at the left end, and section B-B is taken at the right end. Dimensions for bar placement and spacing are provided.

Pos.	Armature	Code	Forme
①	3HA 12	l=2.84	00
②	3HA 12	l=1.11	00
③	9HA 6	l=1.38	31
④	3HA 12	l=1.25	00
⑤	9HA 6	l=1.01	00
⑥	3HA 12	l=4.35	00
⑦	3HA 12	l=1.80	00
⑧	2HA 10	l=4.15	00
⑨	9HA 6	l=31	00
⑩	3HA 8	l=4.38	00

Tel. Fax

Tenue au feu 0h Fissuration peu préjudiciable Reprise de bétonnage : Non

Poutre81...86 : P1

Section 25x50

Nombre 1

Acier HA 400 = 35.4 kg

Acier HA 400 = 10.5 kg

Béton : BETON20 = 0.554 m³

Surface du coffrage = 5.49 m²

Densité = 82.85 kg/ m³

Diamètre moyen = 9.31mm

Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm

Enrobage latéral 3 cm

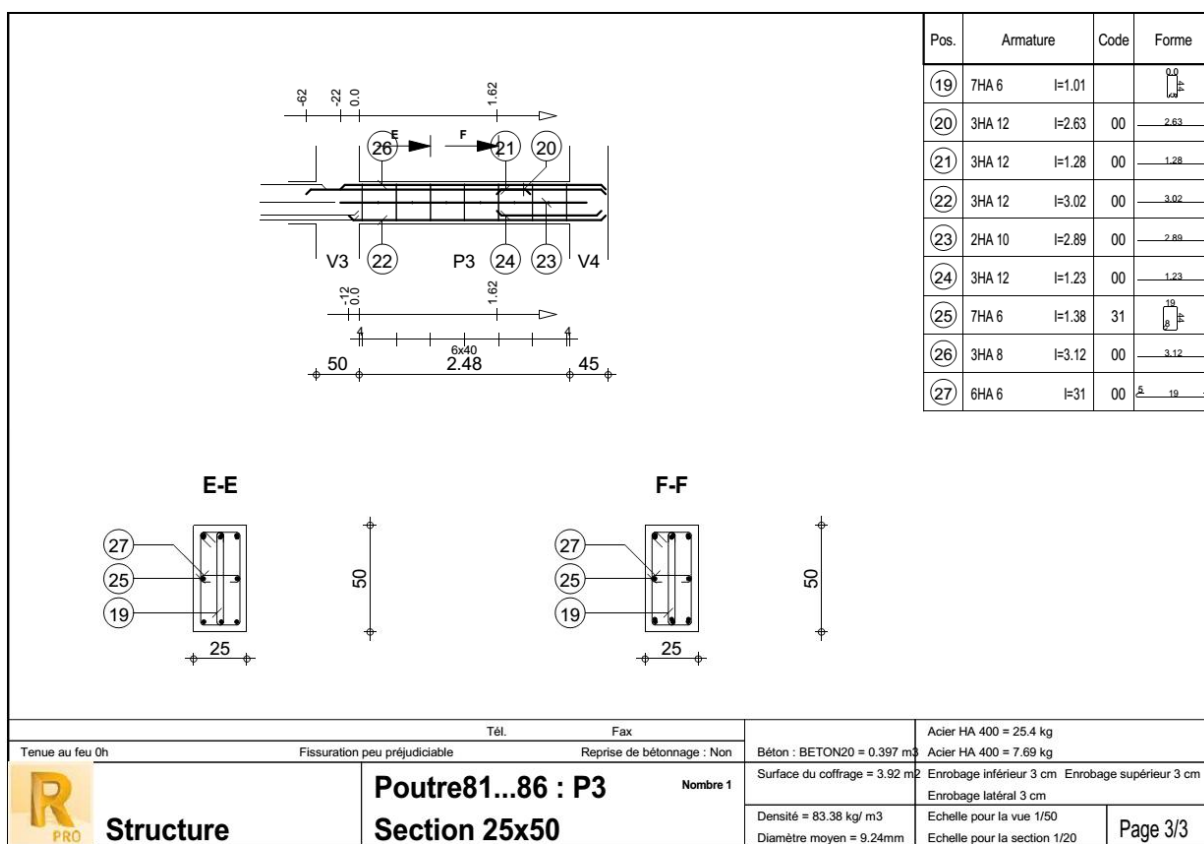
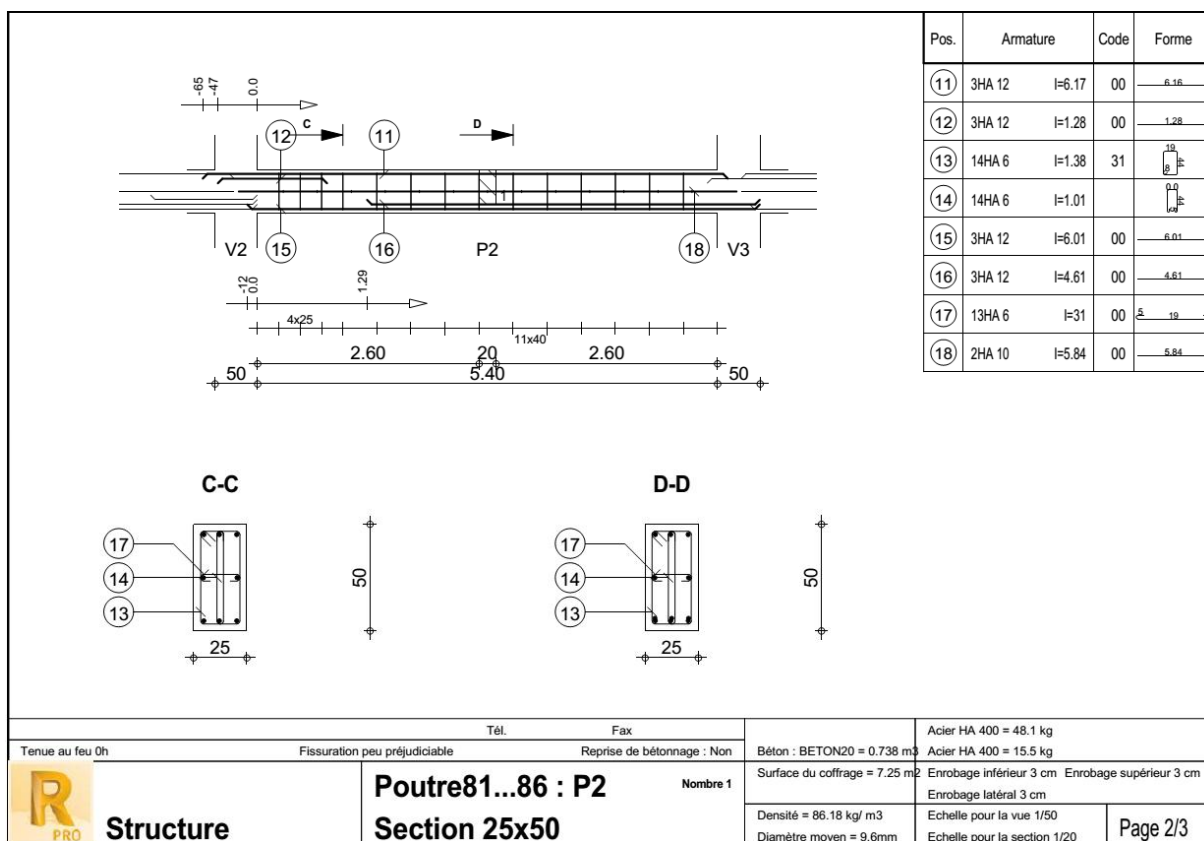
Echelle pour la vue 1/50

Echelle pour la section 1/20

Structure

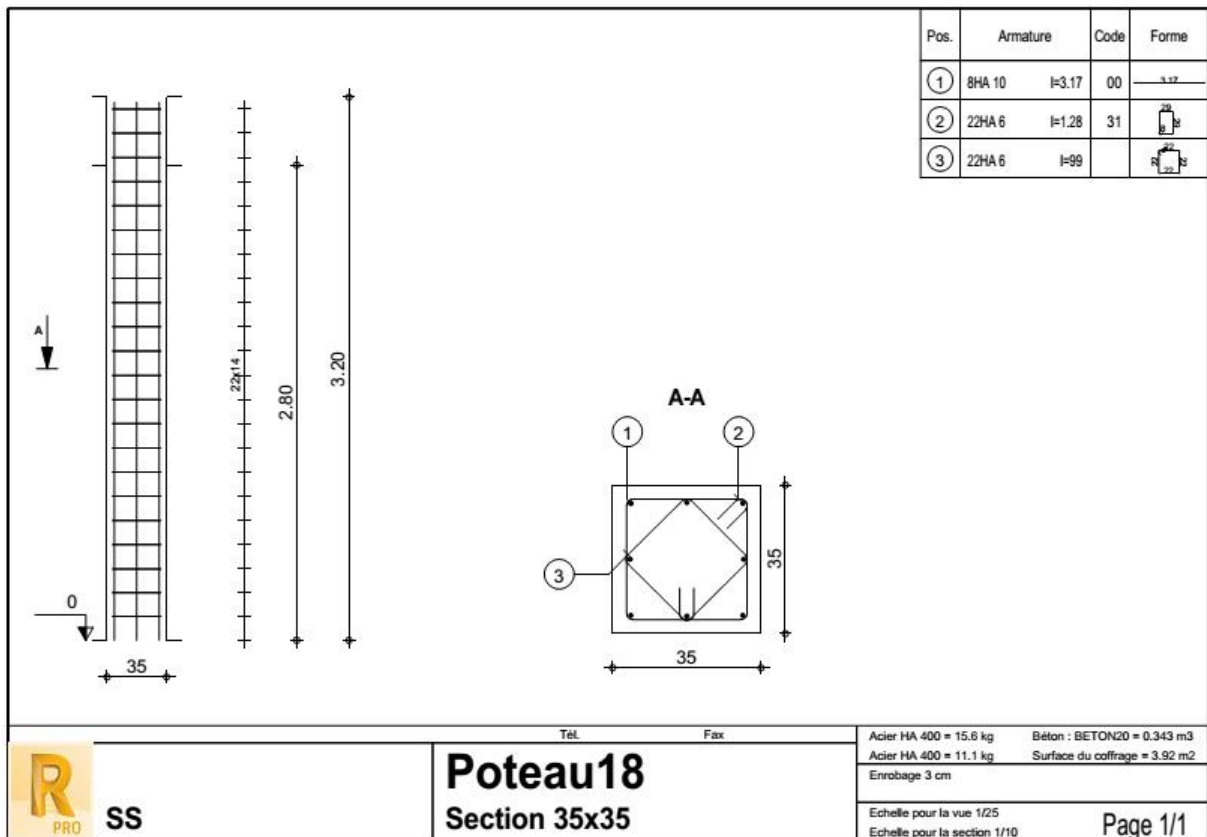
Page 1/3

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou



b. Poteau central naissant

• **Plans de ferrailage**



• **Note de calcul**

Poteau : Poteau18

2.1 Géométrie:

- 2.1.1 Rectangle 35,0 x 35,0 (cm)
- 2.1.2 Epaisseur de la dalle = 0,20 (m)
- 2.1.3 Sous dalle = 3,00 (m)
- 2.1.4 Sous poutre = 2,80 (m)
- 2.1.5 Enrobage = 3,0 (cm)

2.2 Chargements:

Cas	Nature	Groupe	N
COMB1	de calcul(poids propre)	578	-422,69KN

2.3 Résultats théoriques:

Attention: Effort de traction dans le poteau !

2.3.1 Analyse de l'Elancement

	Lu (m)	K	λ
Direction Y:	3,20	1,00	0,00

2.3.2 Analyse détaillée

$$\lambda = \max(\lambda_y; \lambda_z)$$

$$\lambda = 0,00$$

$$\lambda < 50$$

$$\alpha = 0,85/(1+0,2*(\lambda/35)^2) = 0,00$$

$$Br = 0,11 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = 6,28 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$N_{ulim} = \alpha[Br*fc28/(0,9*\gamma_b)+A*Fe/\gamma_s] = -683,64 \text{ (kN)}$$

2.3.3 Ferrailage:

- Coefficients de sécurité
- global (Rd/Sd) = 1,62
- section d'acier réelle A = 6,28 (cm²)

2.4 Ferrailage:

Barres principales:

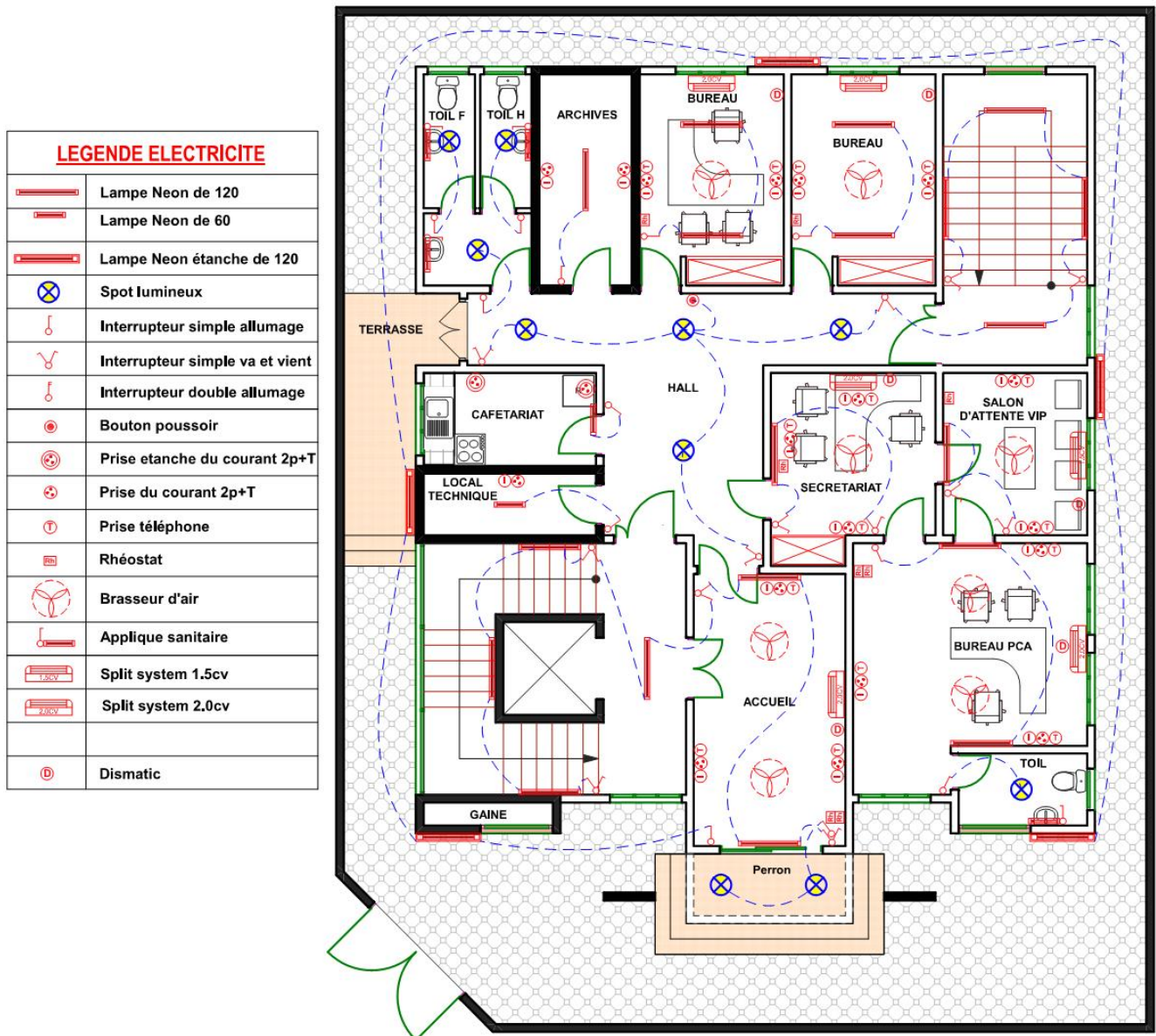
- 8 HA 400 10 l = 3,22 (m)

Armature transversale:

- 22 Cad HA 400 6 l = 1,48 (m)

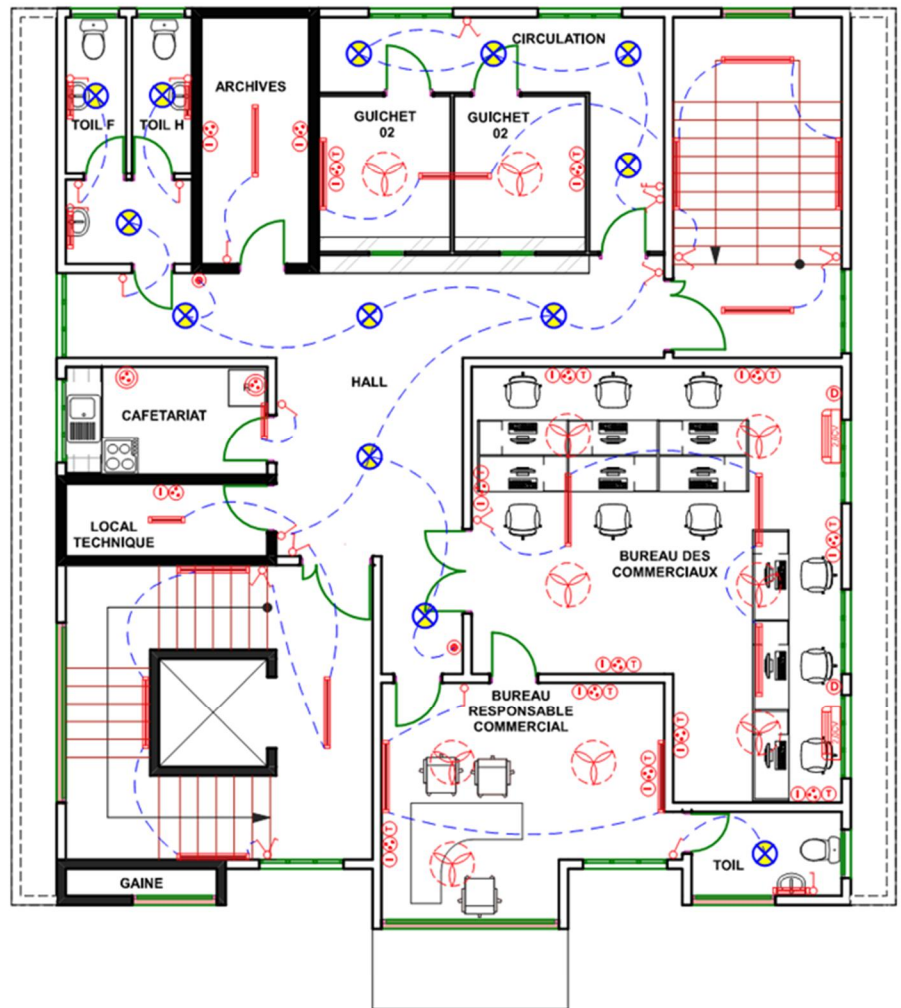
$$e = 19*0,15 \text{ (m)}$$

Annexe 12 : Plans d'électricité



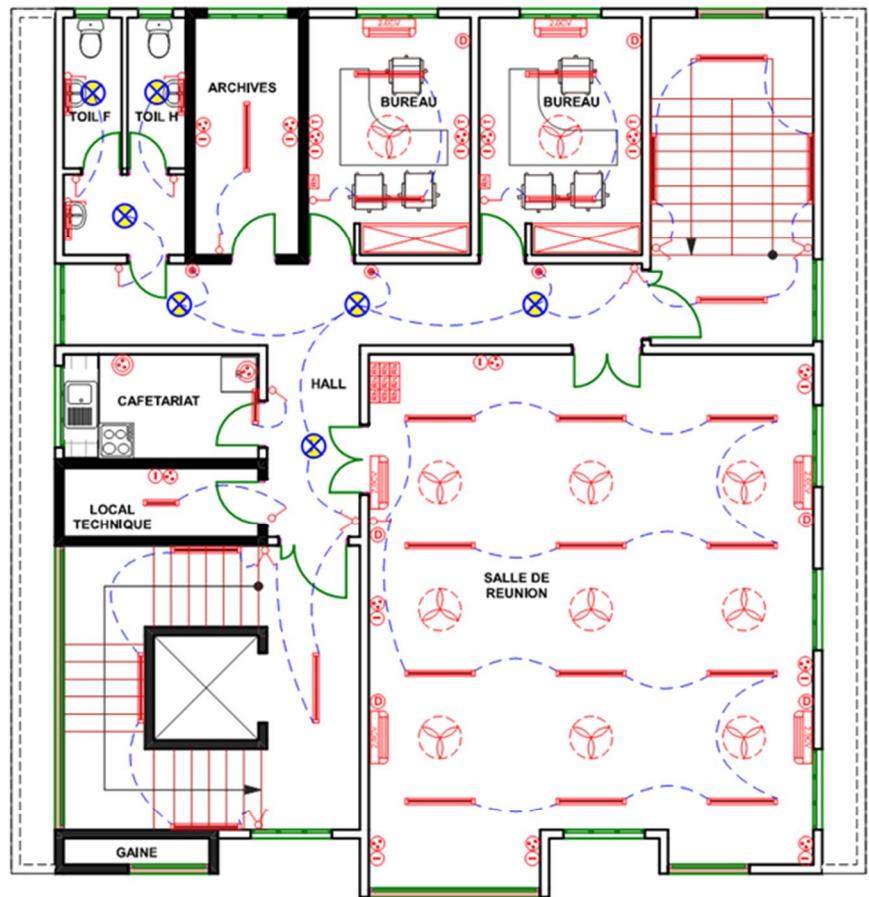
PLAN D'ELECTRICITE RDC

LEGENDE ELECTRICITE	
	Lampe Neon de 120
	Lampe Neon de 60
	Lampe Neon étanche de 120
	Spot lumineux
	Interrupteur simple allumage
	Interrupteur simple va et vient
	Interrupteur double allumage
	Bouton poussoir
	Prise etanche du courant 2p+T
	Prise du courant 2p+T
	Prise téléphone
	Rhéostat
	Brasseur d'air
	Applique sanitaire
	Split system 1.5cv
	Split system 2.0cv
	Dismatic



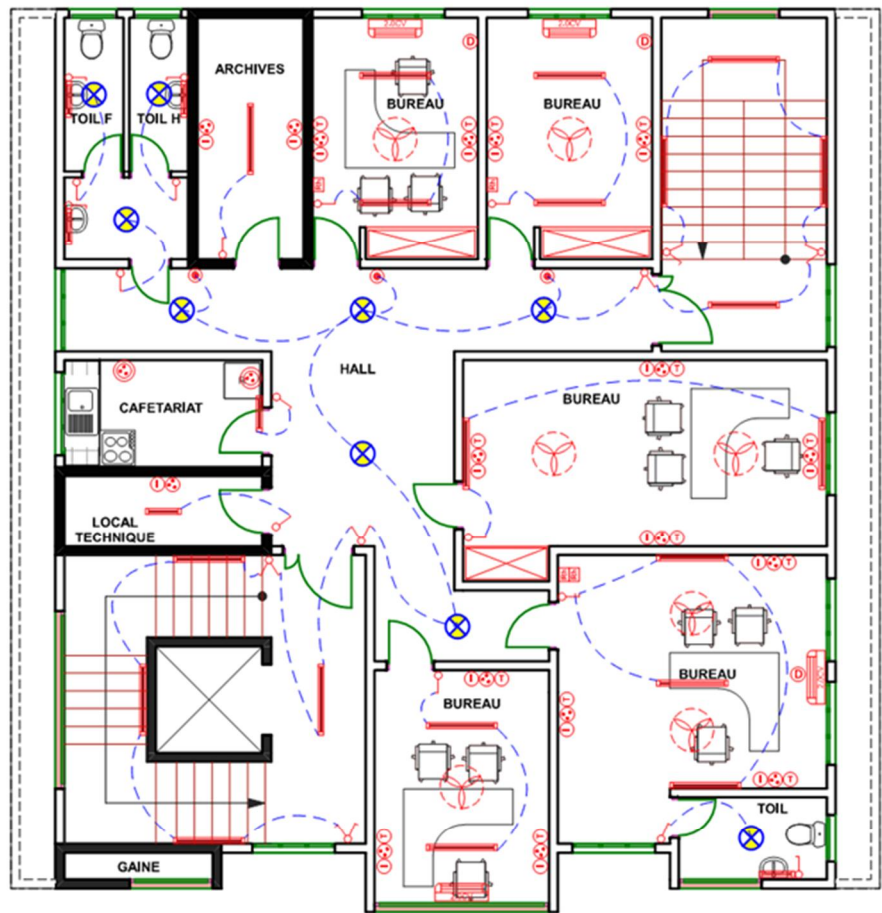
PLAN D'ELECTRICITE R+1

LEGENDE ELECTRICITE	
	Lampe Neon de 120
	Lampe Neon de 60
	Lampe Neon étanche de 120
	Spot lumineux
	Interrupteur simple allumage
	Interrupteur simple va et vient
	Interrupteur double allumage
	Bouton poussoir
	Prise etanche du courant 2p+T
	Prise du courant 2p+T
	Prise téléphone
	Rhéostat
	Brasseur d'air
	Applique sanitaire
	Split system 1.5cv
	Split system 2.0cv
	Dismatic



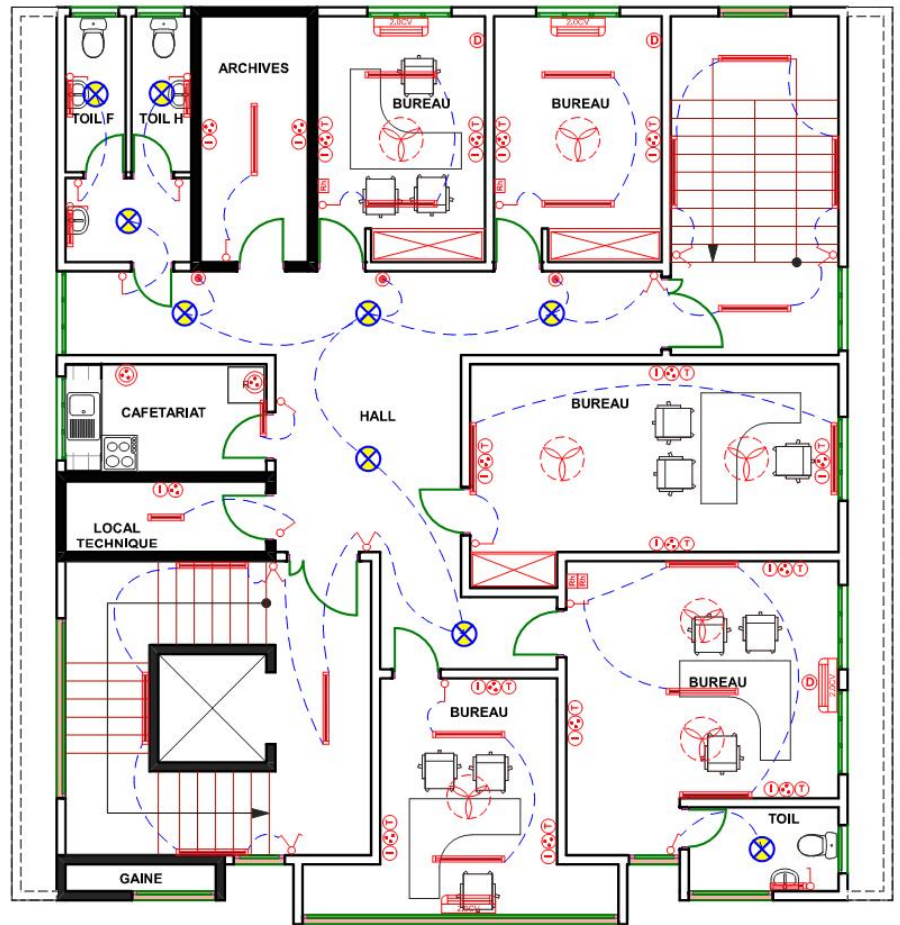
PLAN D'ELECTRICITE
R+2

LEGENDE ELECTRICITE	
	Lampe Neon de 120
	Lampe Neon de 60
	Lampe Neon étanche de 120
	Spot lumineux
	Interrupteur simple allumage
	Interrupteur simple va et vient
	Interrupteur double allumage
	Bouton poussoir
	Prise étanche du courant 2p+T
	Prise du courant 2p+T
	Prise téléphone
	Rhéostat
	Brasseur d'air
	Applique sanitaire
	Split system 1.5cv
	Split system 2.0cv
	Dismatic



PLAN D'ELECTRICITE
R+3

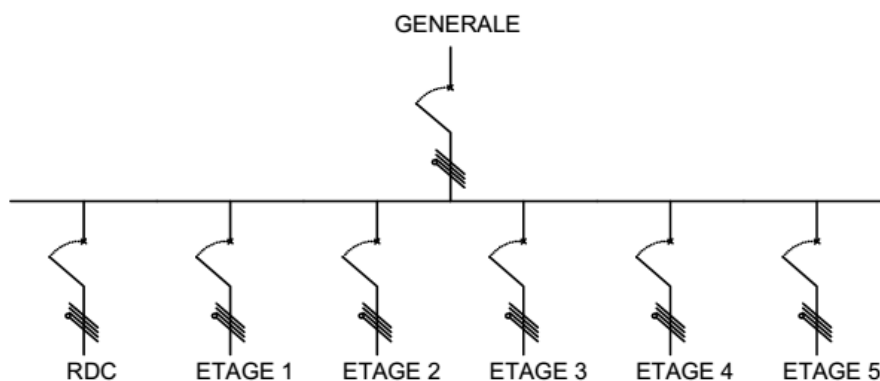
LEGENDE ELECTRICITE	
	Lampe Neon de 120
	Lampe Neon de 60
	Lampe Neon étanche de 120
	Spot lumineux
	Interrupteur simple allumage
	Interrupteur simple va et vient
	Interrupteur double allumage
	Bouton poussoir
	Prise étanche du courant 2p+T
	Prise du courant 2p+T
	Prise téléphone
	Rhéostat
	Brasseur d'air
	Applique sanitaire
	Split system 1.5cv
	Split system 2.0cv
	Dismatic



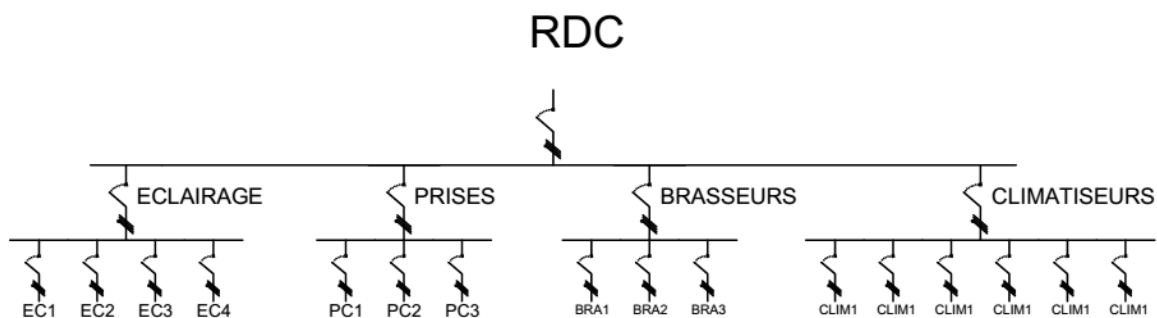
PLAN D'ELECTRICITE
R+4/R+5

Annexe 13 : Schémas unifilaires

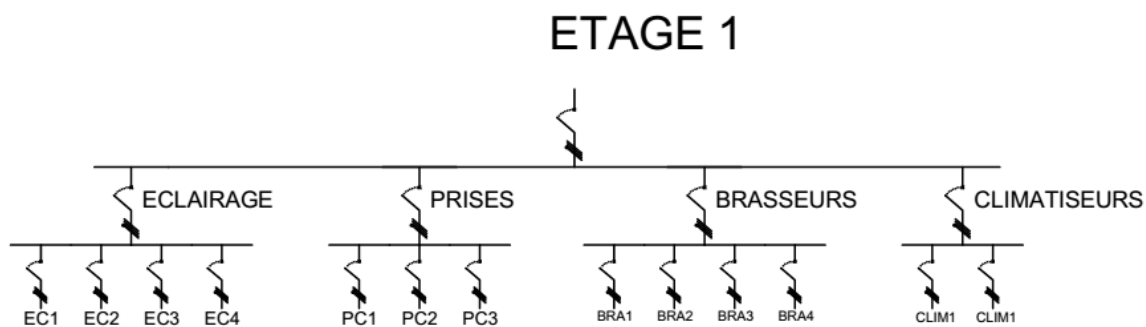
Disjoncteur général



Coffret RDC

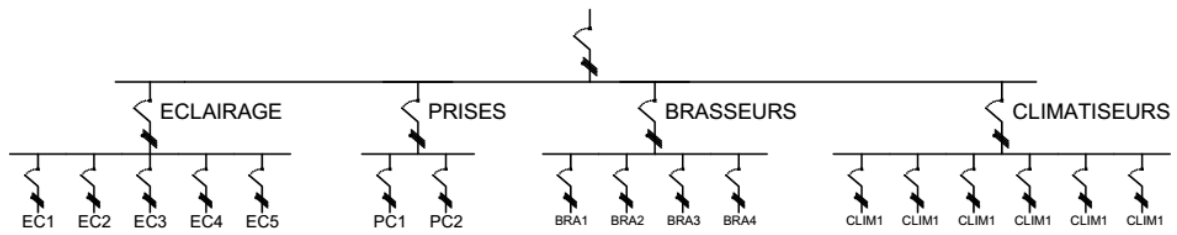


Coffret de l'étage 1



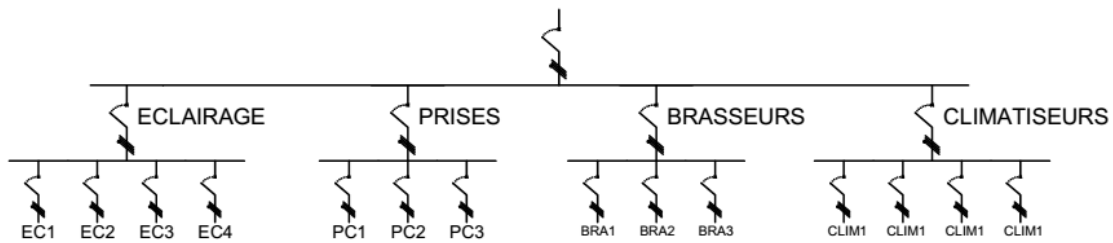
Coffret de l'étage 2

ETAGE 2



Coffret des étages 3,4 et 5

ETAGE 3\$4\$5



Annexe 14 : Calcul du bilan de puissance

BILAN DE PUISSANCE DE LA MAISON																	
	Circuits	P1	Ku	Ks	P2	cos phi	tan phi	Q2	Ks2	P3	Q3	Ks3	P4	Q4	Ks5	P5	Q5
RDC	EC1	0,126	1	1	0,13	0,9	0,48	0,06	0,8	0,29	0,14	0,8	6,54	4,80	0,80	18,20	13,30
	EC2	0,126	1	1	0,13	0,9	0,48	0,06									
	EC3	0,066	1	1	0,07	0,9	0,48	0,03									
	EC4	0,05	1	1	0,05	0,9	0,48	0,02									
	PC1	20,608	0,3	0,23	1,41	0,8	0,75	1,06	0,9	3,74	2,80						
	PC2	20,608	0,3	0,23	1,41	0,8	0,75	1,06									
	PC3	17,664	0,3	0,25	1,32	0,8	0,75	0,99									
	BRA1	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11	0,9	0,43	0,27						
	BRA2	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11									
	BRA3	0,15	0,8	1	0,12	0,85	0,62	0,07									
	CLIM1	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66	0,7	3,71	2,78						
	CLIM2	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66									
	CLIM3	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66									
	CLIM4	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66									
	CLIM5	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66									
	CLIM6	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66									
ETAGE	EC1	0,108	1	1	0,11	0,9	0,48	0,05	0,8	0,28	0,13	0,8	4,68	3,40			
	EC2	0,108	1	1	0,11	0,9	0,48	0,05									
	EC3	0,066	1	1	0,07	0,9	0,48	0,03									

*Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO
à Ouagadougou*

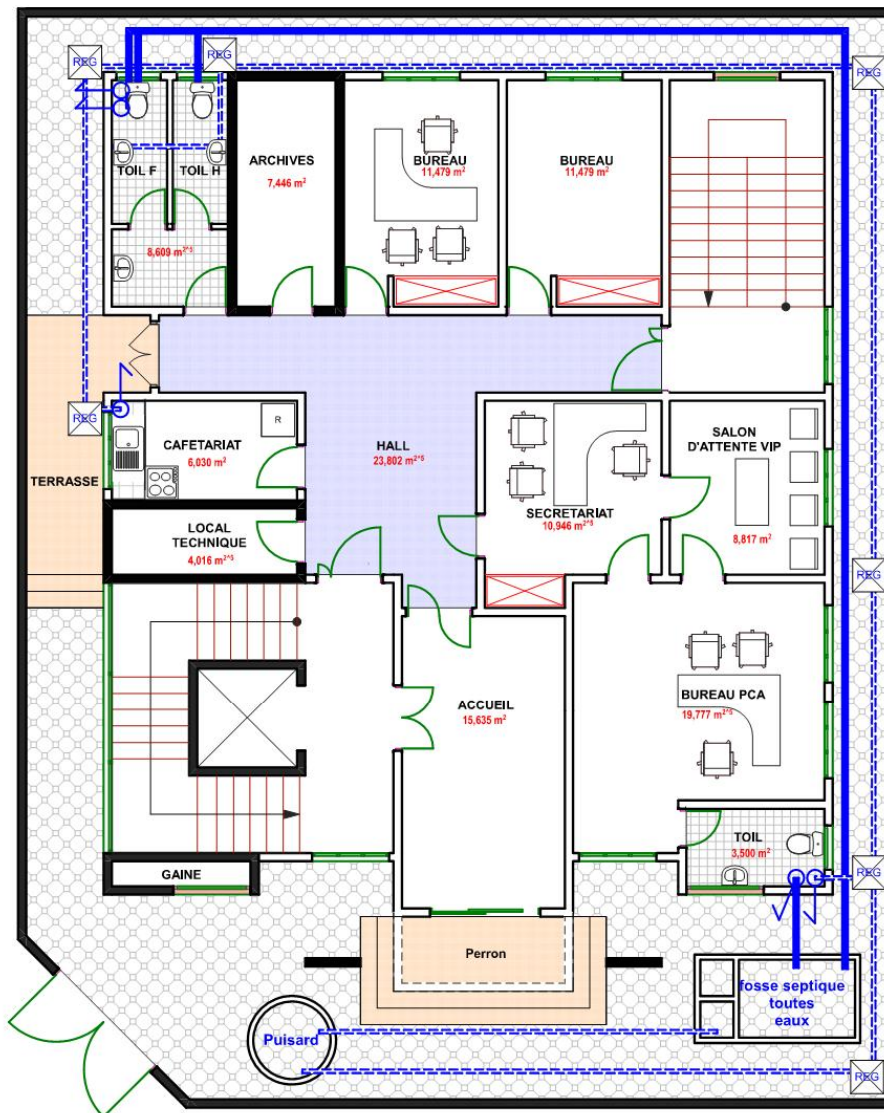
	EC4	0,065	1	1	0,07	0,9	0,48	0,03											
	PC1	17,664	0,3	0,25	1,32	0,8	0,75	0,99											
	PC2	17,664	0,3	0,25	1,32	0,8	0,75	0,99	0,9	3,50	2,62								
	PC3	14,72	0,3	0,28	1,24	0,8	0,75	0,93											
	BRA1	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11											
	BRA2	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11											
	BRA3	0,15	0,8	1	0,12	0,85	0,62	0,07	0,8	0,48	0,30								
	BRA4	0,15	0,8	1	0,12	0,85	0,62	0,07											
	CLIM1	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66											
	CLIM2	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66	0,9	1,59	1,19								
ETAGE 2	EC1	0,144	1	1	0,14	0,9	0,48	0,07											
	EC2	0,144	1	1	0,14	0,9	0,48	0,07											
	EC3	0,126	1	1	0,13	0,9	0,48	0,06	0,8	0,40	0,20								
	EC4	0,055	1	1	0,06	0,9	0,48	0,03											
	EC5	0,035	1	1	0,04	0,9	0,48	0,02											
	PC1	23,552	0,3	0,2125	1,50	0,8	0,75	1,13	0,9	2,70	2,03								
	PC2	23,552	0,3	0,2125	1,50	0,8	0,75	1,13											
	BRA1	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11											
	BRA2	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11	0,8	0,53	0,33	0,8	5,87	4,27					
	BRA3	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11											
	BRA4	0,15	0,8	1	0,12	0,85	0,62	0,07											
	CLIM1	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66											
	CLIM2	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66											
	CLIM3	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66	0,7	3,71	2,78								
CLIM4	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66												
CLIM5	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66												
CLIM6	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66												

*Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO
à Ouagadougou*

ETAGE 3,4 et 5	EC1	0,144	1	1	0,14	0,9	0,48	0,07	0,5	0,22	0,10	0,8	5,66	4,16				
	EC2	0,144	1	1	0,14	0,9	0,48	0,07										
	EC3	0,088	1	1	0,09	0,9	0,48	0,04										
	EC4	0,055	1	1	0,06	0,9	0,48	0,03										
	PC1	20,608	0,3	0,228571429	1,41	0,8	0,75	1,06	0,9	3,66	2,74							
	PC2	17,664	0,3	0,25	1,32	0,8	0,75	0,99										
	PC3	17,664	0,3	0,25	1,32	0,8	0,75	0,99										
	BRA1	0,225	0,8	1	0,18	0,85	0,62	0,11	0,9	0,38	0,23							
	BRA2	0,15	0,8	1	0,12	0,85	0,62	0,07										
	BRA3	0,15	0,8	1	0,12	0,85	0,62	0,07										
	CLIM1	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66	0,8	2,83	2,12							
	CLIM2	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66										
	CLIM3	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66										
	CLIM4	1,104	0,8	1	0,88	0,8	0,75	0,66										

Annexe 15 : Plomberie

a. Plans



LEGENDE PLOMBERIE



Regard Eaux Usées

EU120

Réseau Eaux vannes noires Diamètre 120/PVC

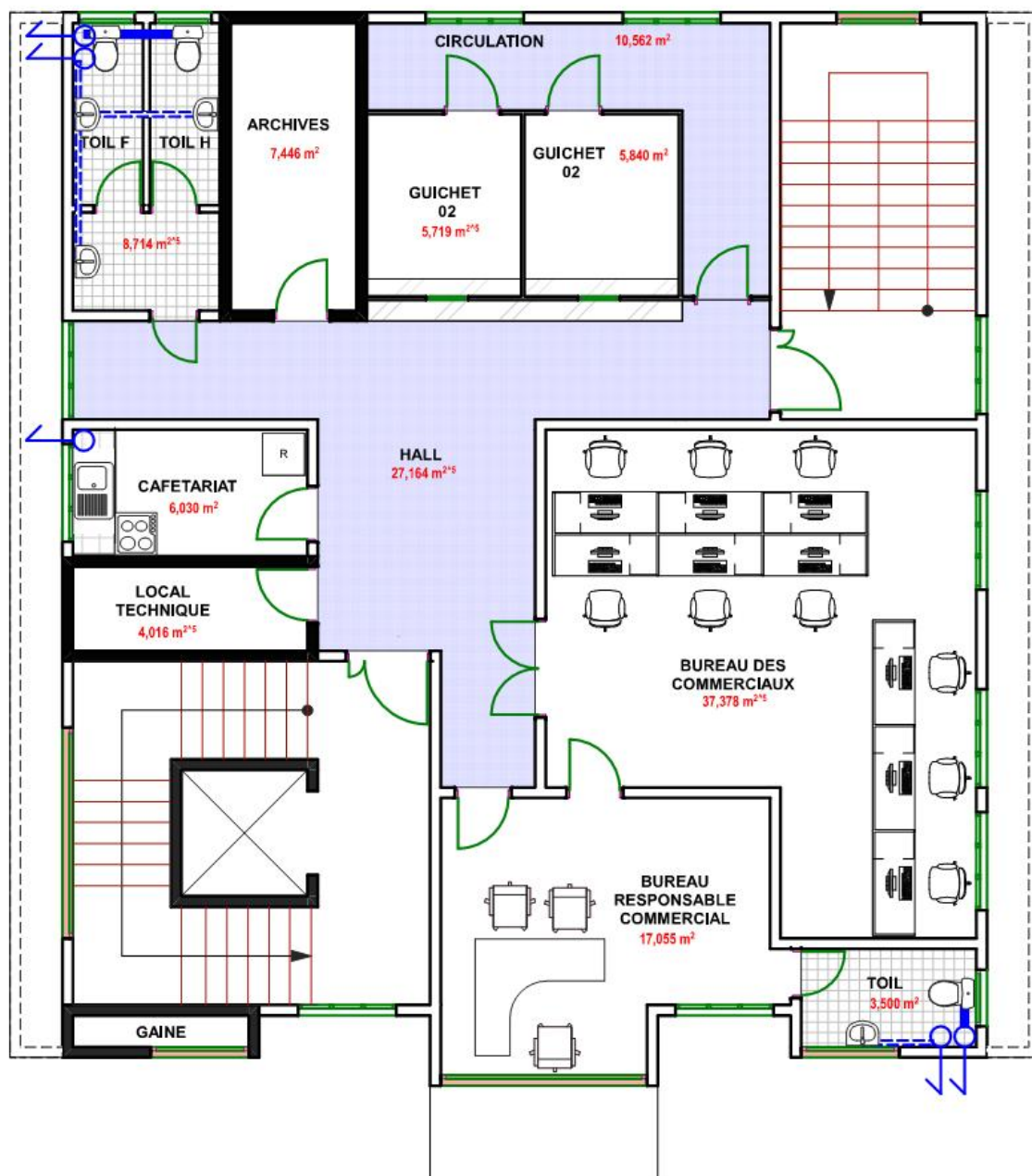
EV100

Réseau Eaux usées Diamètre 100/PVC

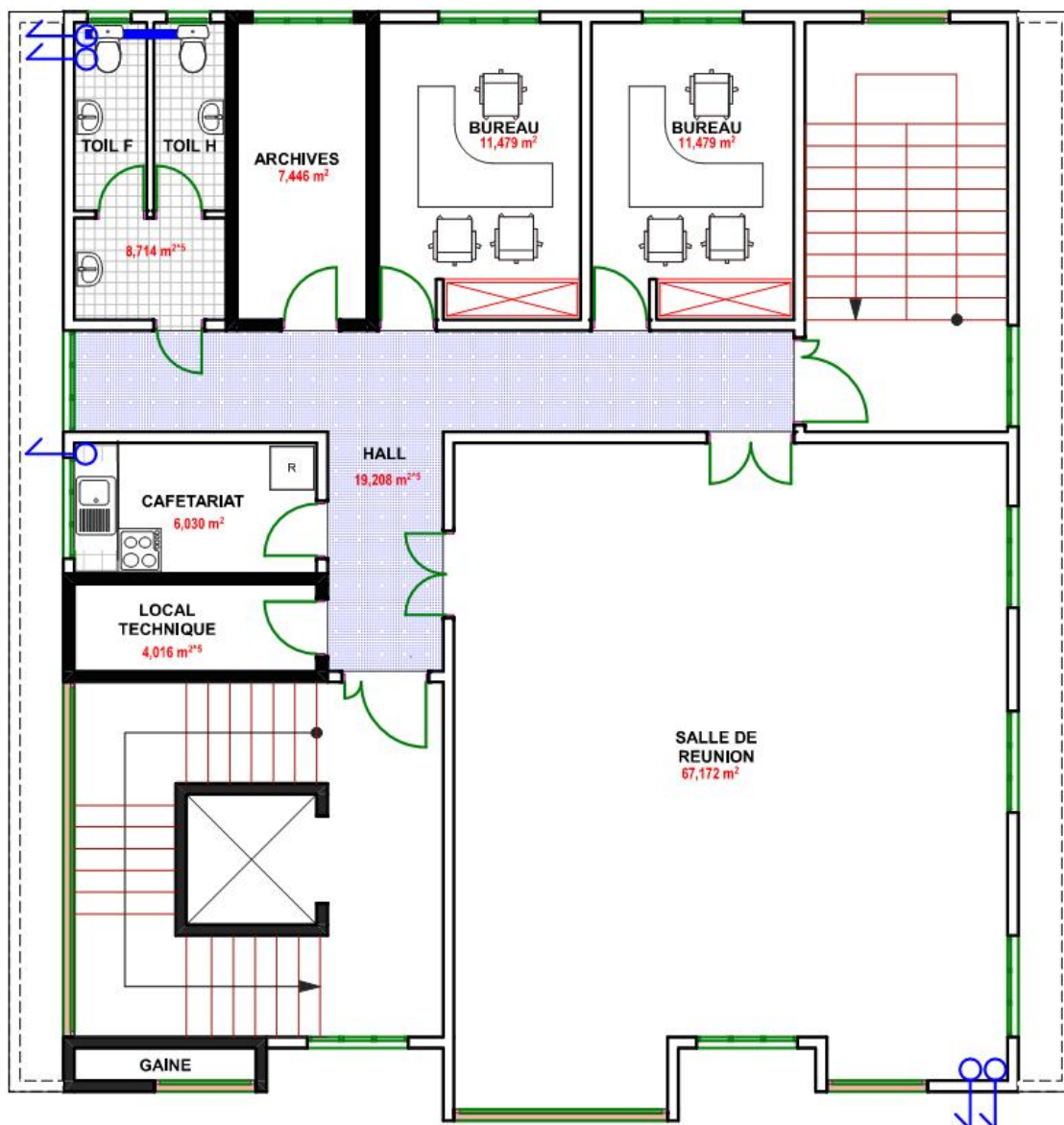


Descente d'eau étages

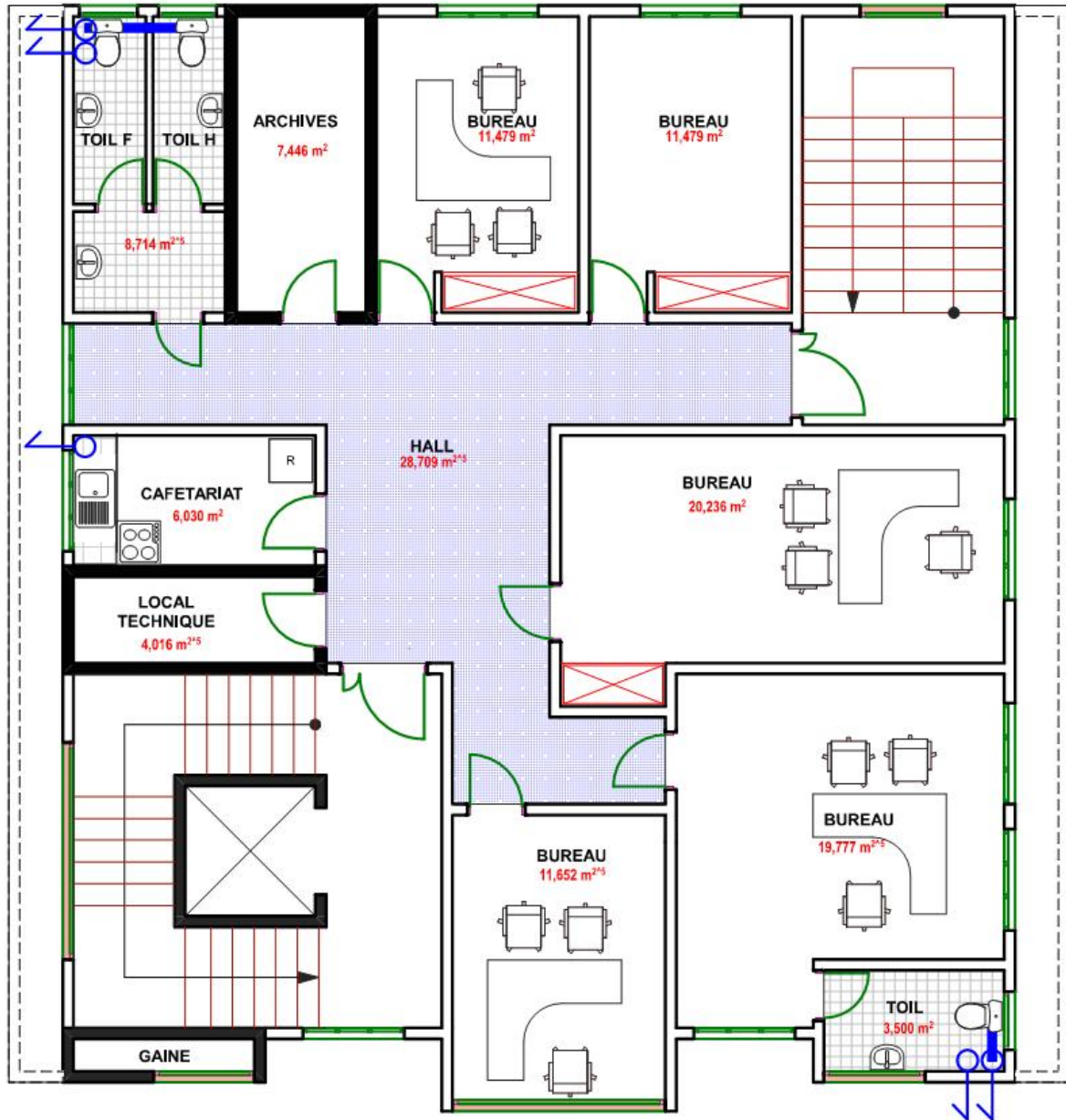
**PLAN DE PLOMBERIE
RDC**



PLAN DE PLOMBERIE
R+1

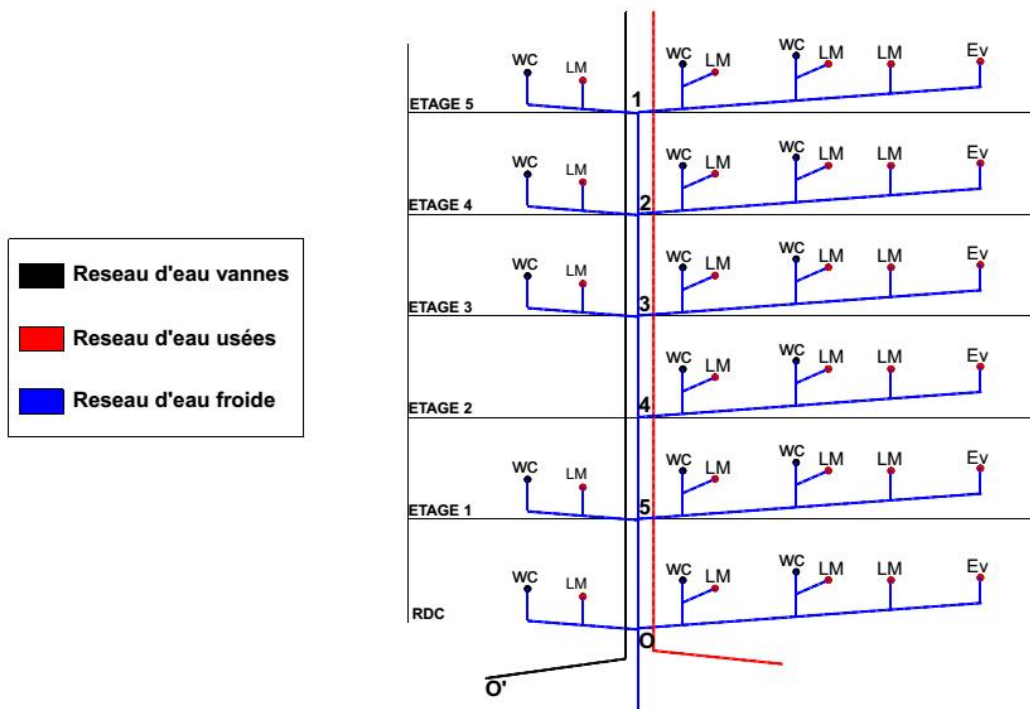
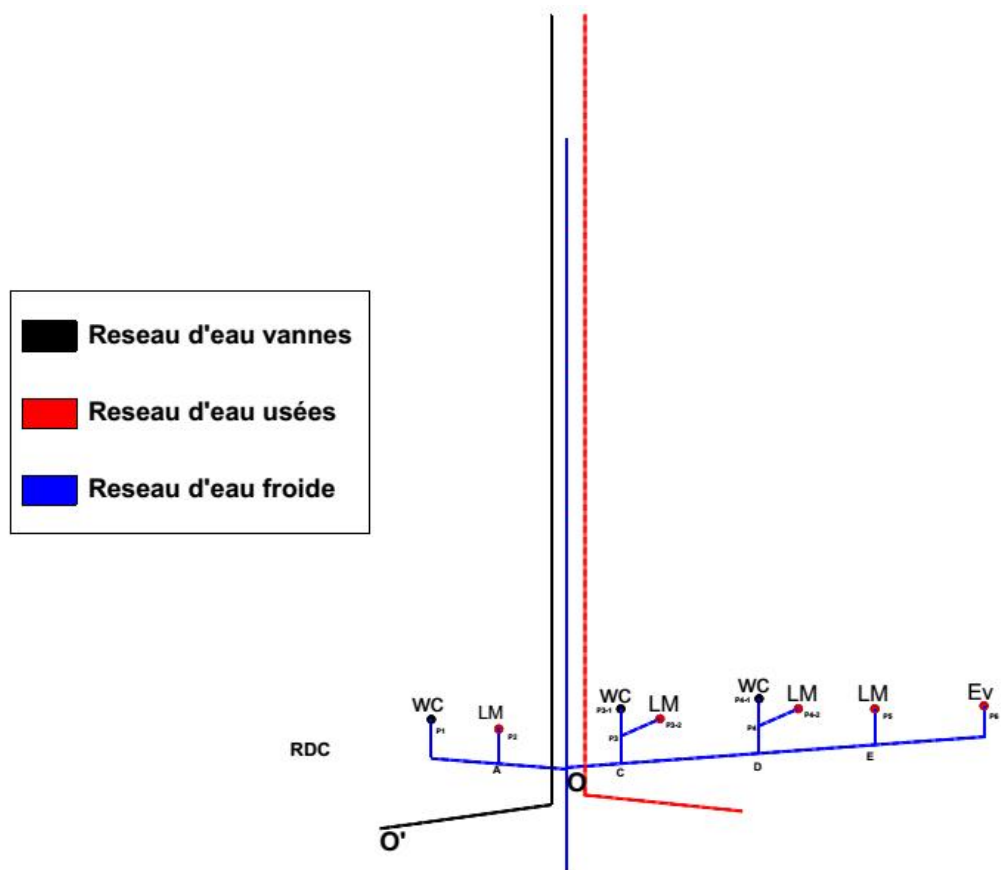


PLAN DE PLOMBERIE
R+2



PLAN DE PLOMBERIE R+3

b. SCHEMAS DES RESEAUX



Les différents réseaux hydrauliques

c. ABAQUES DE CALCUL

EAU FROIDES

Tableau 4 : unités des appareils sanitaires pour dimensionner une installation

Appareil	Unités
WC (avec réservoir de chasse), Lave-mains, urinoirs, siphon de sol.	0,5
Bidet, lave-linge, lave-vaisselle, WC à usage collectif	1
Lavabo / vasque	1,5
Douche / poste d'eau	2
Evier, timbre d'office	2,5
Baignoire 150 litres (maxi (170 x 70))	3
Baignoire 200 l / 250 l / 300 l	3,5 / 4 / 4,5

Tableau 5 : diamètres de raccordement des appareils et robinets en mm

Appareils	Débit spécifique (l/s)	Ø PVC pression	Ø Tube PER	Ø TMC (multicouche)	Ø PVC évacuation
Lave-mains	0,10	16 x 1,8	12 x 1,1	14 x 2	32
Lavabo	0,20	16 x 1,8	12 x 1,1	14 x 2	32
Bidet	0,20	16 x 1,8	12 x 1,1	14 x 2	32
WC	0,12	16 x 1,8	12 x 1,1	14 x 2	100
Douche	0,20	16 x 1,8	16 x 1,5	16 x 2	40
Evier	0,20	16 x 1,8	16 x 1,5	16 x 2	40
Baignoire	0,33	20 x 2,3	16 x 1,5	18 x 2	40
Lave-vaisselle	0,10	16 x 1,8	12 x 1,1	14 x 2	40
Lave-linge	0,20	16 x 1,8	12 x 1,1	14 x 2	40
Poste d'eau 1/2"	0,33	16 x 1,8	16 x 1,5	16 x 2	40
Poste d'eau 3/4"	0,42	20 x 2,3	16 x 1,5	18 x 2	40

PER, polyéthylène réticulé haute densité ; PVC, polychlorure de vinyle ; TMC, tube multicouche.

Tableau 6 : diamètre des tubes à partir de la somme des unités de raccordement

Somme des UR	Ø int. mm	Ø des tubes (mm)			
		TMC	PER	PE	PVC
0,5 à 2	12 x 1	14 x 2	12 x 1,1	20 x 3	16 x 1,8
2,1 à 3,5	14 x 1	16 x 2	16 x 1,5	20 x 3	16 x 1,8
3,6 à 5,5	16 x 1	18 x 2	16 x 1,5	20 x 3	20 x 2,3
5,6 à 8,5	18 x 1	20 x 2,5	20 x 1,9	25 x 3	25 x 2,8
8,6 à 12	22 x 1	26 x 3	25 x 2,3	25 x 3	25 x 2,8
12,1 à 15	22 x 1	26 x 3	25 x 2,3	25 x 3	32 x 3,6

Ø int.(mm), diamètre intérieur en millimètres ; TMC, tube multicouche ; PER, polyéthylène réticulé haute densité ; PE, polyéthylène ; PVC, polychlorure de vinyle.

Tableau 21 : diamètre minimal de chute

Appareil	Nombre total d'appareils	Ø int. mini (mm)
Baignoire, évier, lavabo, douche, urinoir, bidet, lavemains, machine à laver.	1 à 3 appareils autres que baignoire ou 1 baignoire au plus	50
	4 à 10 appareils incluant 2 baignoires au plus	63
	11 appareils et au-delà	100
W.C	1 ou plusieurs	

EAUX USEES

Le débit d'évacuation d'appareils sanitaires

Tableau 16 : Débits Unitaires des appareils				
(DU)(l/s)	Dénomination de l'appareil	(DU)(l/s)	Dénomination de l'appareil	
0,25	fontaine d'eau potable	1,00	lave-vaisselle (domestique)	
	lave-mains		Baignoire	
	petit évier de laboratoire		lavabo double à 1 siphon	
	rince-bouche (dentiste)		lavabo collectif jusqu'à 10 points de puisage	
0,50	Bidet, urinoir		évier de cuisine à deux bacs	
	douche		Vidoir	
	essoreuse (domestique)		Urinoir à action siphonique	
	lavabo		lave-linge (jusqu'à 6 kg de linge)	
0,75	Evier à un bac, bac à laver domestique		2,5	lave-linge (13 à 40 kg de linge)
1,50	lave-vaisselle (hôtel, restaurant)			vidoir pour seaux < 70 cm
	W.C. à chasse directe/à action siphonique	W-C > 70 cm		
	lave-linge (7 à 12 kg de linge)	WC avec réservoir de 9 l		

Tableau 19 : Détermination du diamètre des collecteurs d'appareils groupés

DN	Degré de remplissage 50 %								Rugosité kb = 1,0 mm							
	0,5 %		1,0 %		1,5 %		2,0 %		2,5 %		3,0%		4.0%		5,0%	
	Qc	v	Qc	v	Qc	v	Qc	v	Qc	v	Qc	v	Qc	v	Qc	v
40	0,10	0,23	0,15	0,33	0,18	0,41	0,21	0,47	0,24	0,53	0,26	0,58	0,30	0,67	0,34	0,75
50	0,21	0,28	0,30	0,40	0,37	0,49	0,43	0,57	0,48	0,60	0,53	0,70	0,61	0,81	0,69	0,90
56	0,30	0,30	0,43	0,43	0,53	0,54	0,61	0,62	0,68	0,70	0,75	0,76	0,87	0,88	0,97	0,99
63	0,43	0,33	0,61	0,48	0,75	0,59	0,87	0,68	0,97	0,76	1,07	0,84	1,24	0,97	1,39	1,08
75	0,72	0,38	1,02	0,55	1,26	0,67	1,46	0,78	1,63	0,87	1,79	0,96	2,07	1,11	2,32	1,24
90	1,07	0,42	1,53	0,60	1,88	0,74	2,17	0,86	2,43	0,96	2,67	1,06	3,08	1,22	3,45	1,37
110	1,95	0,49	2,78	0,71	3,42	0,87	3,95	1,00	4,42	1,12	4,85	1,23	5,61	1,42	6,28	1,59
125	2,85	0,54	4,06	0,78	4,97	0,95	5,75	1,10	6,43	1,23	7,05	1,35	8,15	1,57	9,12	1,75
160	5,79	0,65	8,23	0,93	10,10	1,14	11,68	1,32	13,06	1,47	14,32	1,62	16,55	1,87	18,52	2,09
200	10,43	0,75	14,80	1,07	18,16	1,32	20,99	1,52	23,49	1,71	25,74	1,87	29,75	2,16	33,27	2,42
250	18,92	0,88	26,85	1,24	32,94	1,53	38,07	1,77	42,59	1,98	46,67	2,17	53,93	2,50	60,32	2,80
315	34,98	1,02	49,62	1,45	60,85	1,78	70,32	2,05	78,66	2,30	86,20	2,57	99,59	2,91	111,39	3,25

EAU DE PLUIES

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

Tableau 28 : section (cm²) des gouttières et chéneaux extérieurs avec pente ≥ 5 mm/m




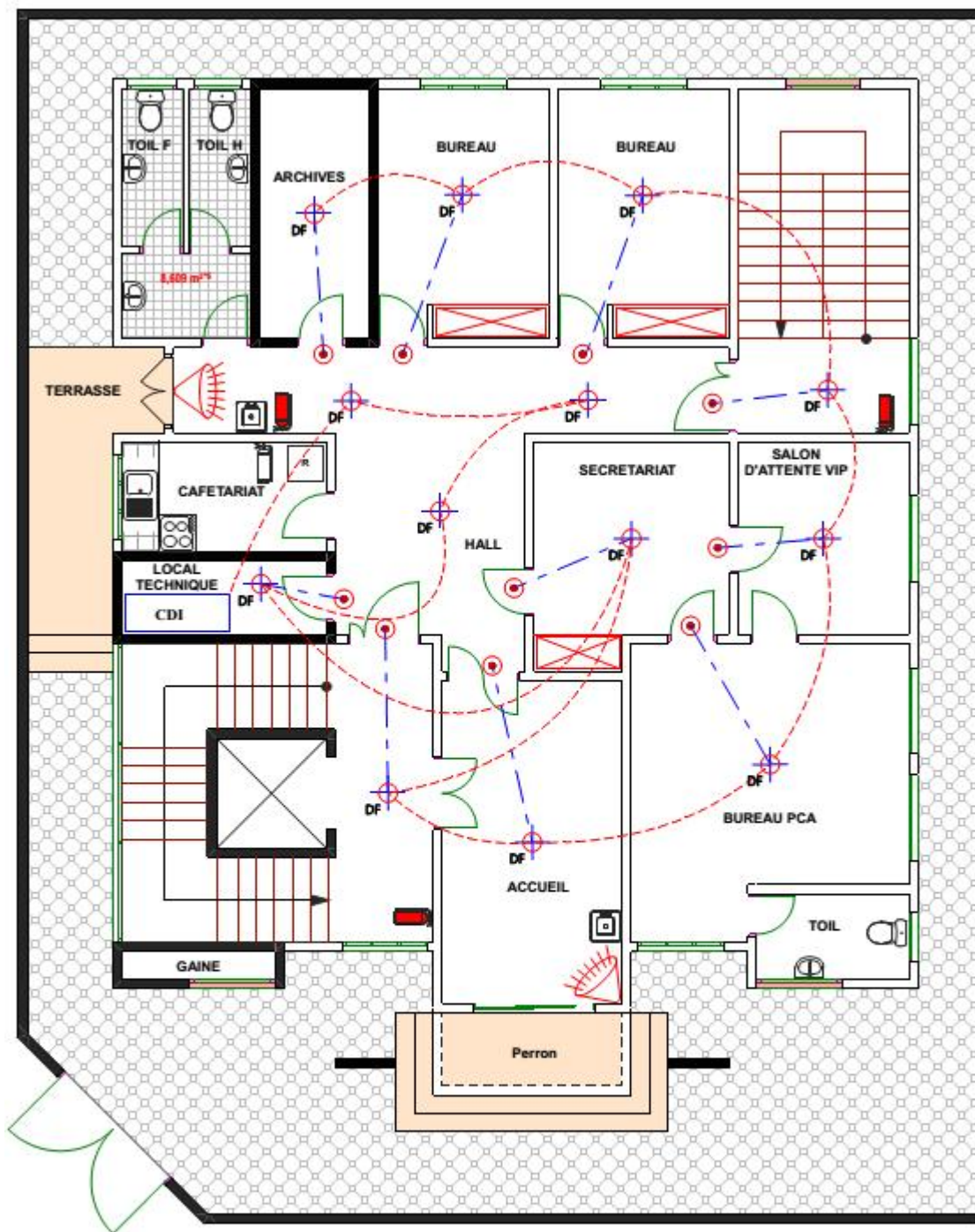
Surface m ²	Pente en mm/m					Observations
	5	7	10	15	20	
20	35	35	30	25	20	<p align="center"><u>Remarque :</u></p> <p align="center">Il convient de majorer les valeurs du tableau en fonction de la forme de la gouttière</p> <div style="text-align: center;">  <p>0 %</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>10 % 10 % ou</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>20 %</p> </div>
30	50	45	40	35	30	
40	60	55	50	40	35	
50	70	65	55	50	45	
60	80	70	60	55	50	
70	90	80	70	60	55	
80	95	85	75	65	60	
90	100	95	85	70	65	
100	115	100	90	80	70	
110	120	110	95	85	75	
120	130	115	100	90	80	
130	135	120	105	95	85	
140	145	130	115	100	90	
150	150	135	120	105	95	
160	160	140	125	110	100	
170	165	145	130	115	100	
180	170	150	135	120	105	
200	185	165	145	125	115	
250	215	190	170	145	135	
300	245	220	195	165	150	
350	275	245	215	185	170	
400	305	270	235	205	185	
450	330	290	255	225	200	
500	355	315	275	240	215	
600	405	360	315	275	245	
700	450	400	350	305	275	
800	495	440	385	335	305	
900	540	480	420	365	330	
1000	585	515	455	395	355	

Tableau 29 : Surface en plan desservies selon la section des gouttières courants posées avec une pente ≥ 5mm/m

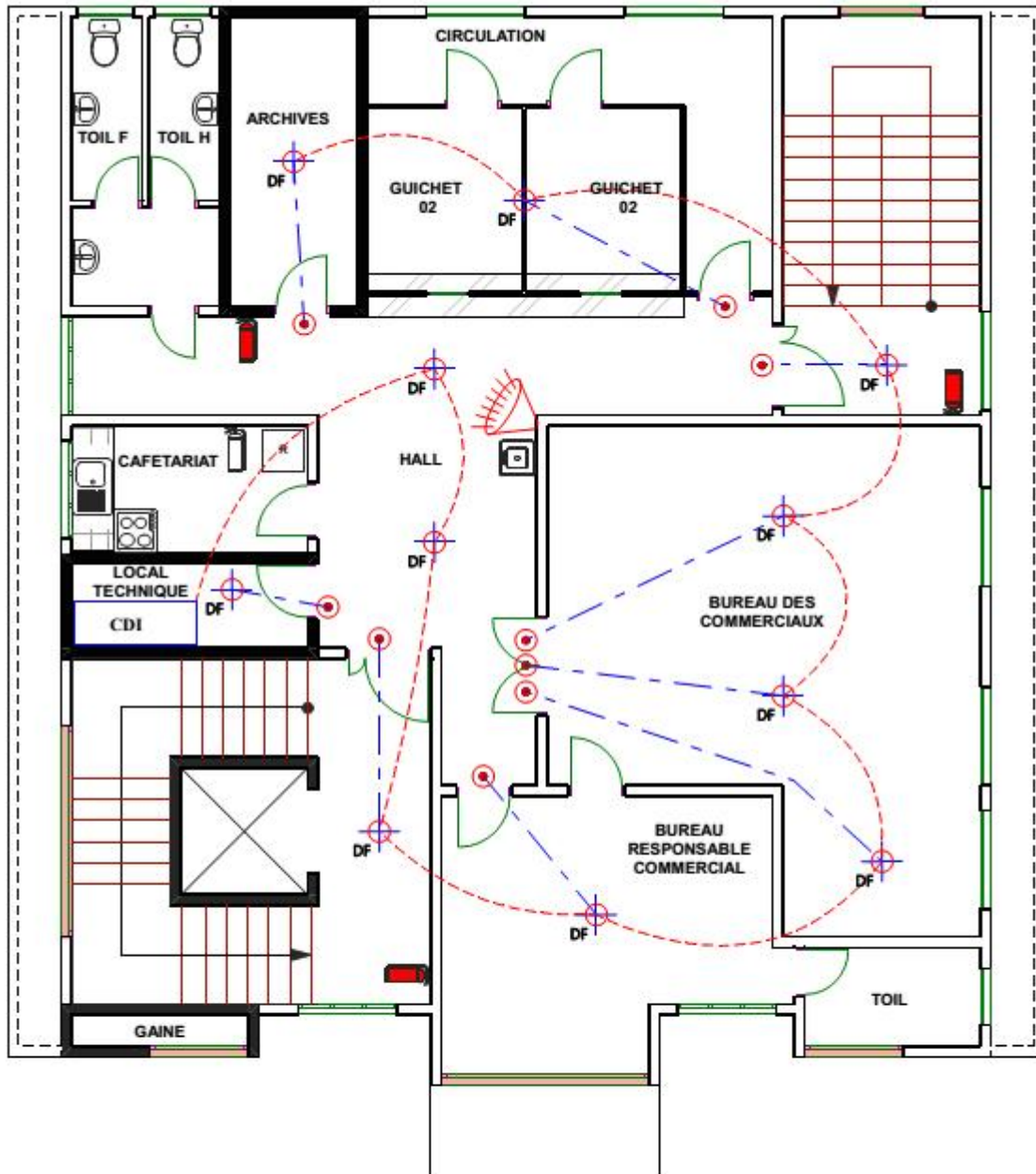
Type de gouttière	Développé (cm)	Section (cm ²)	Surface en plan des toitures desservies(m ²)
Gouttière demi-ronde	25	57	35
	33	113	95
	40	174	180
Gouttière lyonnaise ou flamande	25	43	25
	33	100	85
Gouttière à l'anglaise	65	357	505
Gouttière carrée	33	104	80
	40	157	140

Annexe 16 : Sécurité incendie

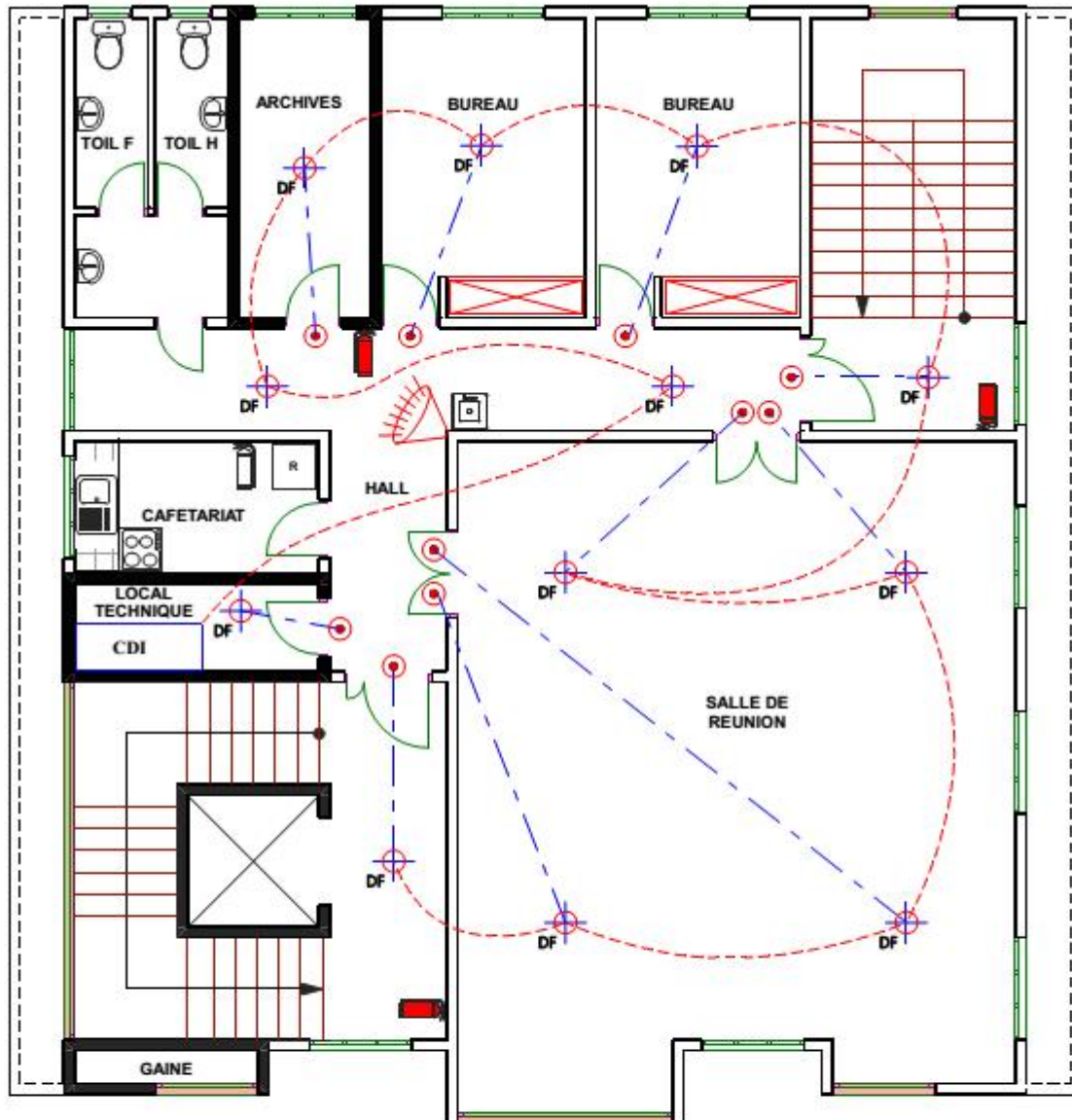
d. PLANS



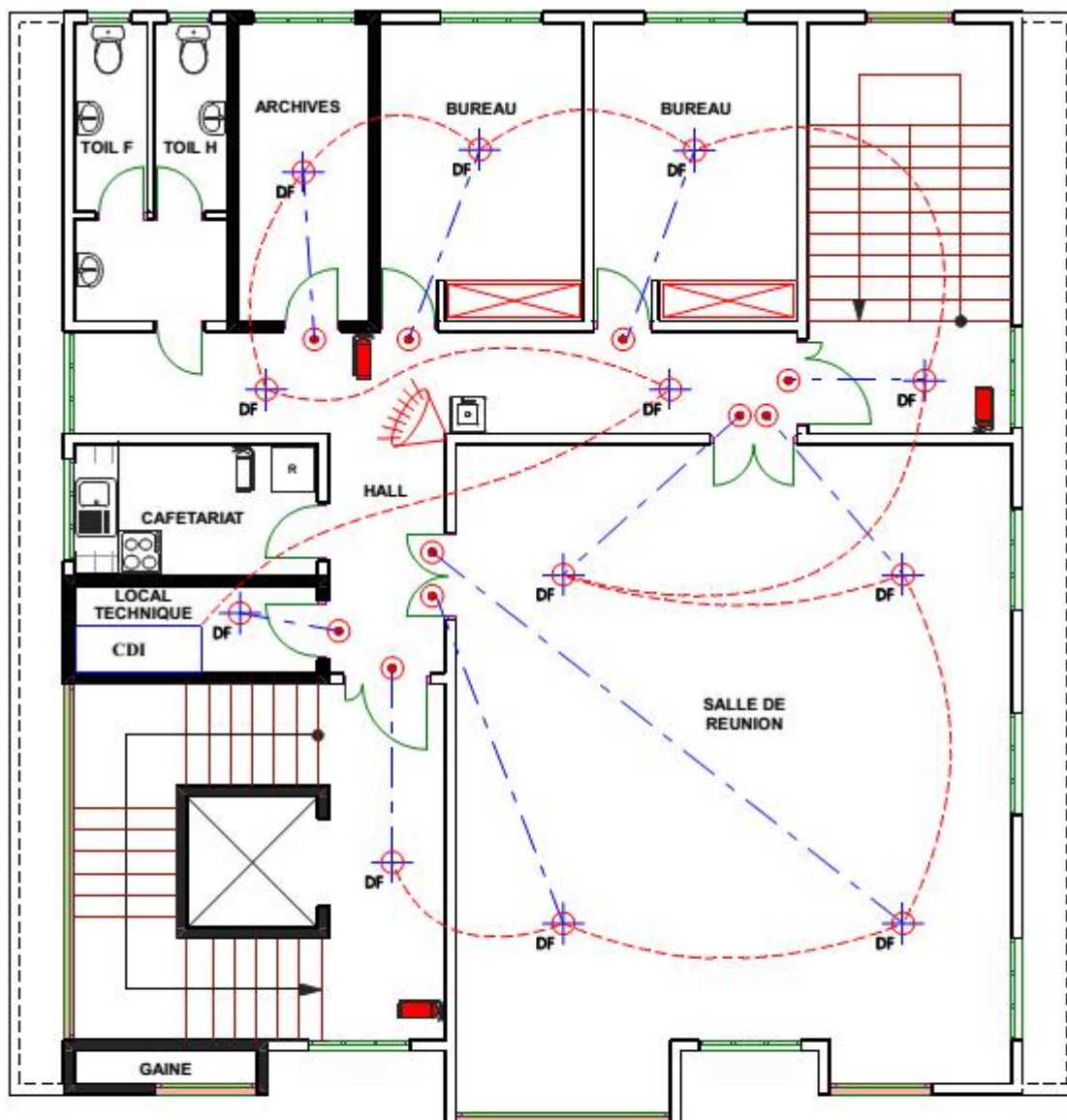
PLAN DE SECURITE
INCENDIE RDC



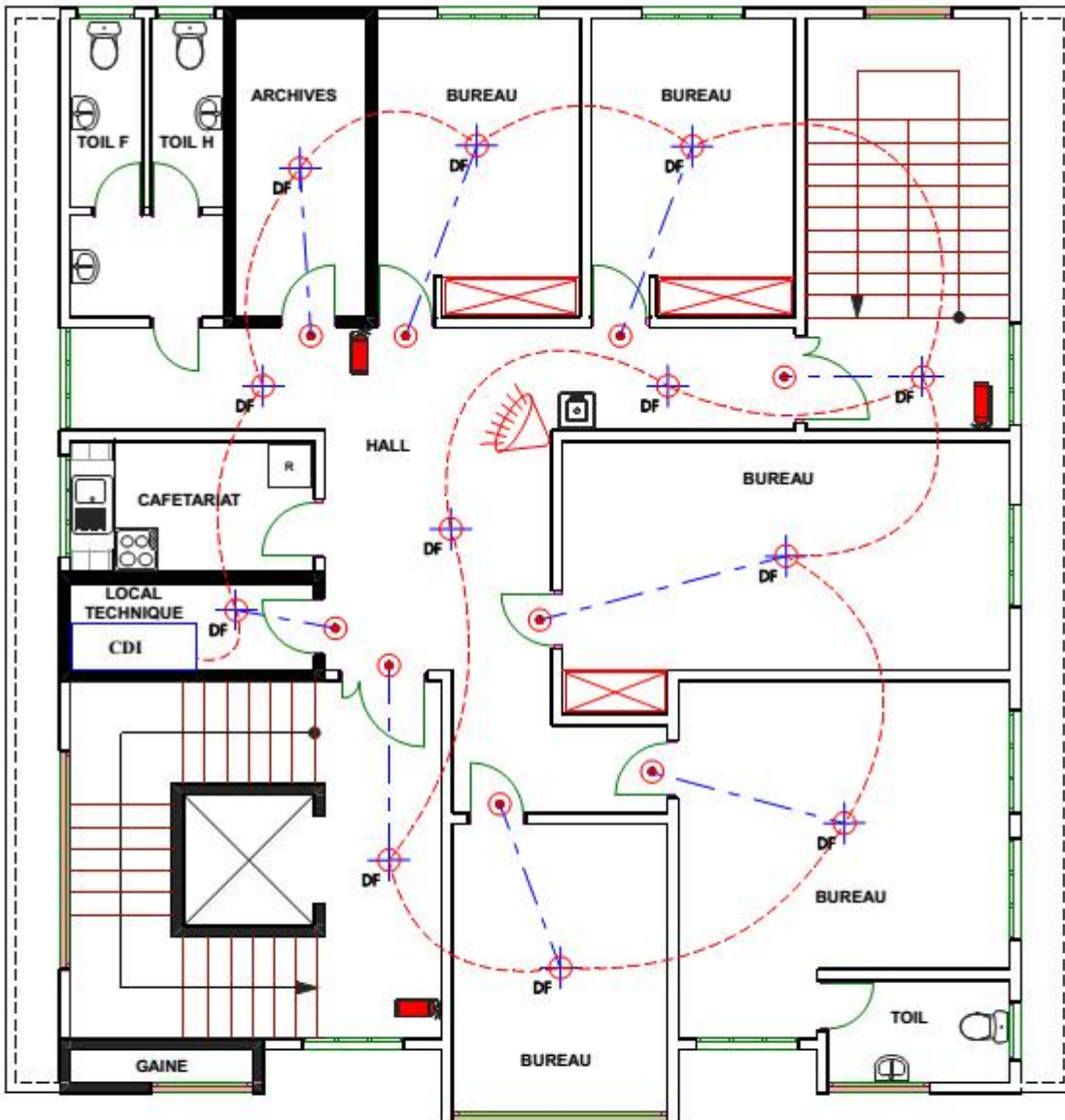
PLAN DE SECURITE
INCENDIE R+1



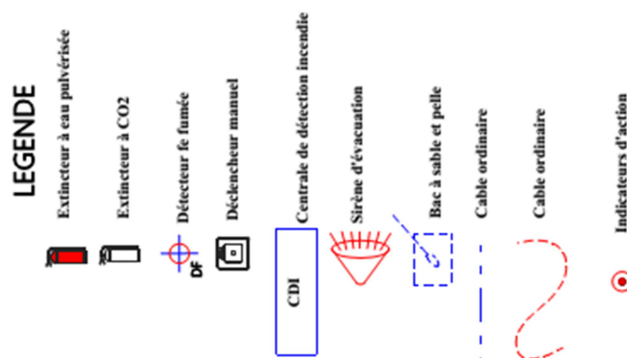
PLAN DE SECURITE
INCENDIE R+2



PLAN DE SECURITE
INCENDIE R+2



PLAN DE SECURITE INCENDIE R+3



Norme coupe – feu pour plancher dalle (CT-B94.5-20)

Durée coupe- feu en heure	1/2h	1h	1h 1/2	2h	3h	4h
Epaisseur minimale dalle+ chape+ revêtement de sol en cm	6	7	9	11	15	17.5

Annexe 17 : Impact environnementale

Plan de gestion environnementale

MILIEU BIOPHYSIQUE						
Récepteur d'impact	Activités	Période de mise en œuvre	Acteurs	Indicateurs objectivement vérifiables	Moyens de vérification	Pris en charge
Air	Arroser les routes d'accès et les déviations et régler correctement les moteurs des engins,	Début, pendant et après les travaux	Entreprise MdC Comité de Suivi	Taux de soulèvement de poussière au passage des véhicules Taux de	Rapports périodiques de la MdC Enquêtes auprès des riverains de la route, Rapport de suivi	Entreprise Mairie
Sol	Incorporation de clauses techniques environnementales dans le cahier des charges des entreprises, Récolter les huiles usées et les déchets solides pour recyclage ou élimination par des méthodes appropriées (incinération contrôlée ou recyclage), Bien dimensionner les	Avant, pendant et après les travaux	Entreprise MdC Comité de Suivi	Absence de dépôts solides et des tâches d'hydrocarbures sur les bases-vie et les parkings après repli,	Rapports périodiques de la MdC Rapport de fin de chantier Enquêtes auprès des riverains des chantiers,	Entreprise

	ouvrages hydrauliques pour minimiser la modification du drainage des sols,				Rapport de suivi	
--	--	--	--	--	------------------	--

MILIEU HUMAIN						
Récepteur d'impact	Activités	Période de mise en œuvre	Acteurs	Indicateurs objectivement vérifiables	Moyens de vérification	Pris en charge
Santé, sécurité	Mettre en œuvre les mesures d'atténuation de la pollution de l'air, Mise en place de balises et panneaux de signalisation sur la route en phase de travaux et pendant l'exploitation pour limiter les accidents, Doter la main d'œuvre en équipements de sécurité adaptés (chaussures de sécurité, masques anti-poussière et anti-bruit), Assurer les visites médicales des ouvriers, Interdire les travaux de nuit, Renforcer le contrôle technique des équipements,	Avant et pendant les travaux	Entreprise MdC Comité de Suivi	Nombre de séances de sensibilisation des ouvriers et des populations locales, Taux d'équipement du personnel en matériels de protection Nombre d'accidents observés, Évolution du taux de prévalence des Infections Respiratoires Aiguës (IRA)	Rapports périodiques de la MdC Rapport de fin de chantier Enquêtes auprès des riverains des chantiers, Statistiques sanitaires des centres de santé Rapport de suivi	Entreprise

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

	Pérenniser les impacts positifs,					
Emploi et revenus	Emploi de préférence de la main d'œuvre des agglomérations riveraines de l'ouvrage, Entretien périodiquement la route pour pérenniser les AGR induites par la facilité de déplacement	Avant et pendant les travaux	Entreprise MdC Comité de Suivi	Taux d'emploi de la main d'œuvre locale	Rapport de suivi Données statistiques de l'Inspection Locale du Travail, Enquête auprès de la population,	Entreprise

Annexe 18 : Évaluation financière du projet

Cout global du gros œuvre

DEVIS GROS OEUVRE - IMMEUBLE R+5 MOUN Sarl

N°	Désignation	Unit é	Quant,	Prix Unit Mat,	Prix Unit MO	Montant Matériaux	Montant MO
I	<u>PRIX FORFAITAIRES</u>						
I,1	<u>INSTALLATION DE CHANTIER</u>	Ff	1	500000	2 500 000	500 000	2 500 000
	- Moyens de liaison et de levage						
I,2	<u>FRAIS DIVERS</u>	Ff	1		1 500 000	-	1 500 000
	Transport, charges diverses,						
2,2	Implantation du bâtiment par un géomètre agréer	Ft	1		300 000	-	300 000
	<i>sous total I</i>					500 000	4 300 000

FONDATION							
II	<u>TERRASSEMENTS ET MVTS DE TERRE</u>						
2,5	Fouille en pleine masse	m3	597,38	6000	6 000	3 584 280	3 584 280
2,6	Fouilles Diverses	m3	0			-	-
2,3	blindage de la fouille en plein masse	FF	1	PM	PM		
2,4	Pompage en cas de venu d'eau	Ft	1	PM	PM		
2,9	Nivellement définitif sous radier	m2	238,95	150	1 000	35 843	238 950
2,8	Evacuation des terres	m3	597,38	6000	3 000	3 584 280	1 792 140
2,7	Remblais	m3	442,88	5000	2 500	2 214 400	1 107 200
	<i>sous total II</i>					9 418 803	6 722 570
III	<u>BETON ARME POUR FONDATIONS</u>						
3,1	Gros béton	m3	11,5	120000	12 500	1 380 000	143 750
3,2	Béton de propreté	m3	14,42	80000	12 500	1 153 600	180 250
3,3	Radier						-
	- Béton armé dosé à 350kg/m ³	m3	154,5	160000	30 000	24 720 000	4 635 000

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

	sous total III					27 253 600	4 959 000
IV	<u>OUVRAGES EN BETON ARME EN ELEVATION</u>						
4,1	Poteaux						-
	- Béton armé dosé à 350kg/m3	m3	8,36	150000	45 000	1 254 000	376 200
4,2	Voiles ascenseur	m3	4,37	156000	50 000	681 720	218 500
4,4	Longrine						-
	- Béton armé dosé à 350kg/m3	m3	18,9	150000	45 000	2 835 000	850 500
4,5	- Peinture bitumineuse sur voiles et poteaux	FF	1		PM	-	
	sous total IV					4 770 720	1 445 200
V	<u>Plancher en hourdis ep 20 cm</u>						
5,1	traitement anti-termite	m2	311,06	1250	1 500	388 825	466 590
5,1	Dallage ep 10 cm	m2	31,12	120000	20 000	3 734 400	622 400
	sous total V					4 123 225	1 088 990
X	<u>ELECTRICITE-CLIMATISATION-DETECTION INCENDIE-INFORMATIQUE</u>						
10,1,3	Pose d'un ensemble de fourreaux et y compris boîtes de dérivation et d'encastrement et toute sujétion	ens	1	500000	800 000	500 000	800 000
X	<u>PLOMBERIE - SANITAIRE</u>						
10,1,3	Réservation et Tuyauterie des eaux usées et vannes	ens	1	600000	450 000	600 000	450 000
	TOTAL					46 666 348	15 465 760

NIVEAU RDC							
2,5	Béton armé pour poteaux	m3	18,96	150000	45 000	2 844 000	853 200
2,7	Béton armé pour allège chaînage	m3	6,40	150000	30 000	960 000,00	192 000
2,8	Béton armé pour poutres	m3	30,20	150000	45 000	4 530 000,00	1 359 000
2,9	Béton armé pour voiles de (20 cm ép) dosé à 350kg/m3	m3	5,60	160000	50 000	896 000,00	280 000
2,10	Béton armé pour nervures et dalle de compression	m3	17,36	150000	45 000	2 604 000,00	781 200

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

2,11	Béton armé en dalle pleine dosé à 350kg/m3	m3	12,20	150000	50 000	1 830 000,00	610 000
2,12	Béton armé pour escaliers	m3	3,98	150000	55 000	596 745,00	218 807
2,13	Hourdis de 20x50	m2	209,00		4 000	-	836 000
2,14	Maconnerie de 20x20x40	m2	434,00	8650	2 500	3 754 100,00	1 085 000
2,15	Enduit intérieur lisse	m2	811,00	2500	1 000	2 027 500,00	811 000
2,16	Enduit extérieur taloché	m2	428,22	2500	1 000	1 070 550,00	428 220
2,17	Enduit sous face dalle	m2	180,00	3000	1 500	540 000,00	270 000
	Sous total II					21 652 895	7 724 427
X	ELECTRICITE- CLIMATISATION- DETECTION INCENDIE- INFORMATIQUE						
10,1,3	Pose d'un ensemble de fourreaux et y compris boîtes de dérivation et d'encastrement et toute sujétion	ens	1	2350000	1 750 000	2 350 000	1 750 000
X	PLOMBERIE - SANITAIRE						
10,1,3	Réservation et Tuyauterie des eaux usées et vannes	ens	1	300000	650 000	300 000	650 000
	TOTAL GROS ŒUVRE					24 691 720	10 591 017

NIVEAU r+1							
2,5	Béton armé pour poteaux	m3	14,91	150000	45 000	2 236 500	670 950
2,7	Béton armé pour allege chaînage	m3	5,30	150000	30 000	795 000,00	159 000
2,8	Béton armé pour poutres	m3	26,95	150000	45 000	4 042 500,00	1 212 750
2,9	Béton armé pour voiles de (20 cm ép) dosé à 350kg/m3	m3	5,60	160000	55 000	896 000,00	308 000
2,10	Béton armé pour nervures et dalle de compression	m3	17,36	150000	45 000	2 604 000,00	781 200
2,11	Béton armé en dalle pleine dosé à 350kg/m3	m3	15,02	150000	50 000	2 253 000,00	751 000
2,12	Béton armé pour escaliers	m3	3,98	150000	50 000	596 745,00	198 915
2,13	Hourdis de 20x50	m2	180,48		4 000	-	721 920

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

2,14	Maconnerie de 20x20x40	m2	420,00	8650	2 500	3 633 000,00	1 050 000
2,15	Enduit intérieur lisse	m2	720,00	2500	1 000	1 800 000,00	720 000
2,16	Enduit extérieur taloché	m2	362,00	2500	1 000	905 000,00	362 000
2,17	Enduit sous face dalle	m2	180,00	3000	1 500	540 000,00	270 000
	Sous total II					20 301 745	7 205 735
X	ELECTRICITE- CLIMATISATION- DETECTION INCENDIE- INFORMATIQUE						
10,1,3	Pose d'un ensemble de fourreaux et fileries y compris boîtes de dérivation et d'encastrement et toute sujétion	ens	1	2350000	1 750 000	2 350 000	1 750 000
X	PLOMBERIE - SANITAIRE						
10,1,3	Réservation ,Tuyauterie et branchement des eaux usées et vannes	ens	1	300000	850 000	300 000	850 000
	TOTAL R+1					22 951 745	9 805 735

NIVEAU r+2							
2,5	Béton armé pour poteaux	m3	14,91	150000	45 000	2 236 500	670 950
2,7	Béton armé pour allege chaînage	m3	5,30	150000	30 000	795 000,00	159 000
2,8	Béton armé pour poutres	m3	28,25	150000	45 000	4 237 500,00	1 271 250
2,9	Béton armé pour voiles de (20 cm ép) dosé à 350kg/m3	m3	5,60	160000	55 000	896 000,00	308 000
2,10	Béton armé pour nervures et dalle de compression	m3	17,36	150000	45 000	2 604 000,00	781 200
2,11	Béton armé en dalle pleine dosé à 350kg/m3	m3	15,02	150000	50 000	2 253 000,00	751 000
2,12	Béton armé pour escaliers	m3	3,98	150000	50 000	596 745,00	198 915
2,13	Hourdis de 20x50	m2	180,48		4 000	-	721 920
2,14	Maconnerie de 20x20x40	m2	420,00	8650	2 500	3 633 000,00	1 050 000
2,15	Enduit intérieur lisse	m2	720,00	2500	1 000	1 800 000,00	720 000
2,16	Enduit extérieur taloché	m2	362,00	2500	1 000	905 000,00	362 000

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

2,17	Enduit sous face dalle	m2	180,00	3000	1 500	540 000,00	270 000
	Sous total II					20 496 745	7 264 235
X	ELECTRICITE- CLIMATISATION- DETECTION INCENDIE- INFORMATIQUE						
10,1, 3	Pose d'un ensemble de fourreaux et fileries y compris boîtes de dérivation et d'encastrement et toute sujétion	ens	1	235000 0	1 750 000	2 350 000	1 750 000
X	PLOMBERIE - SANITAIRE						
10,1, 3	Réservation ,Tuyauterie et branchement des eaux usées et vannes	ens	1	300000	850 000	300 000	850 000
	TOTAL R+2					23 535 570	9 864 235

NIVEAU r+3							
2,5	Béton armé pour poteaux	m3	11,78	150000	45 000	1 767 000	530 100
2,7	Béton armé pour allege chaînage	m3	5,30	150000	30 000	795 000,00	159 000
2,8	Béton armé pour poutres	m3	26,95	150000	45 000	4 042 500,00	1 212 750
2,9	Béton armé pour voiles de (20 cm ép) dosé à 350kg/m3	m3	5,60	160000	55 000	896 000,00	308 000
2,10	Béton armé pour nervures et dalle de compression	m3	17,36	150000	45 000	2 604 000,00	781 200
2,11	Béton armé en dalle pleine dosé à 350kg/m3	m3	15,02	150000	50 000	2 253 000,00	751 000
2,12	Béton armé pour escaliers	m3	3,98	150000	50 000	596 745,00	198 915
2,13	Hourdis de 20x50	m2	180,48		4 000	-	721 920
2,14	Maconnerie de 20x20x40	m2	420,00	8650	2 500	3 633 000,00	1 050 000
2,15	Enduit intérieur lisse	m2	720,00	2500	1 000	1 800 000,00	720 000
2,16	Enduit extérieur taloché	m2	362,00	2500	1 000	905 000,00	362 000
2,17	Enduit sous face dalle	m2	180,00	3000	1 500	540 000,00	270 000
	Sous total II					19 832 245	7 064 885
X	ELECTRICITE- CLIMATISATION- DETECTION INCENDIE- INFORMATIQUE						
10,1, 3	Pose d'un ensemble de fourreaux et fileries y compris	ens	1	235000 0	1 750 000	2 350 000	1 750 000

Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO à Ouagadougou

	boîtes de dérivation et d'encastrement et toute sujétion						
X	PLOMBERIE - SANITAIRE						
10,1,3	Réservation ,Tuyauterie et branchement des eaux usées et vannes	ens	1	300000	850 000	300 000	850 000
	TOTAL R+3					22 482 245	9 664 885

NIVEAU r+4							
2,5	Béton armé pour poteaux	m3	10,31	150000	45 000	1 546 500	463 950
2,7	Béton armé pour allege chaînage	m3	5,30	150000	30 000	795 000,00	159 000
2,8	Béton armé pour poutres	m3	26,95	150000	45 000	4 042 500,00	1 212 750
2,9	Béton armé pour voiles de (20 cm ép) dosé à 350kg/m3	m3	5,60	160000	55 000	896 000,00	308 000
2,10	Béton armé pour nervures et dalle de compression	m3	17,36	150000	45 000	2 604 000,00	781 200
2,11	Béton armé en dalle pleine dosé à 350kg/m3	m3	15,02	150000	50 000	2 253 000,00	751 000
2,12	Béton armé pour escaliers	m3	3,98	150000	50 000	596 745,00	198 915
2,13	Hourdis de 20x50	m2	180,48		4 000	-	721 920
2,14	Maconnerie de 20x20x40	m2	420,00	8650	2 500	3 633 000,00	1 050 000
2,15	Enduit intérieur lisse	m2	720,00	2500	1 000	1 800 000,00	720 000
2,16	Enduit extérieur taloché	m2	362,00	2500	1 000	905 000,00	362 000
2,17	Enduit sous face dalle	m2	180,00	3000	1 500	540 000,00	270 000
	Sous total II					19 611 745	6 998 735
X	ELECTRICITE-CLIMATISATION-DETECTION INCENDIE-INFORMATIQUE						
10,1,3	Pose d'un ensemble de fourreautage et fileries y compris boîtes de dérivation et d'encastrement et toute sujétion	ens	1	2350000	1 750 000	2 350 000	1 750 000
X	PLOMBERIE - SANITAIRE						
10,1,3	Réservation ,Tuyauterie et branchement des eaux usées et vannes	ens	1	300000	850 000	300 000	850 000
	TOTAL R+4					24 061 745	9 598 735

*Étude technique d'un immeuble : cas de l'immeuble RDC+5 de Moun Sarl en face du SIAO
à Ouagadougou*

NIVEAU r+5							
2,5	Béton armé pour poteaux	m3	8,90	150000	45 000	1 335 000	400 500
2,7	Béton armé pour chaînage/acrotère	m3	22,34	160000	35 000	3 574 400,00	781 900
2,8	Béton armé pour poutres	m3	16,30	150000	45 000	2 445 000,00	733 500
2,9	Béton armé pour voiles de (20 cm ép) dosé à 350kg/m3	m3	5,60	160000	55 000	896 000,00	308 000
2,10	Béton armé pour nervures et dalle de compression	m3	17,36	150000	45 000	2 604 000,00	781 200
2,11	Béton armé en dalle pleine dosé à 350kg/m3	m3	15,02	150000	50 000	2 253 000,00	751 000
2,12	Béton armé pour escaliers	m3	3,98	150000	50 000	596 745,00	198 915
2,13	Hourdis de 20x50	m2	180,48		4 000	-	721 920
2,14	Maconnerie de 20x20x40	m2	420,00	8650	2 500	3 633 000,00	1 050 000
2,15	Enduit intérieur lisse	m2	720,00	2500	1 000	1 800 000,00	720 000
2,16	Enduit extérieur taloché	m2	362,00	2500	1 000	905 000,00	362 000
2,17	Enduit sous face dalle	m2	180,00	3000	1 500	540 000,00	270 000
	Sous total II					20 582 145	7 078 935
X	ELECTRICITE- CLIMATISATION- DETECTION INCENDIE- INFORMATIQUE						
10,1,3	Pose d'un ensemble de fourreaux et fileries y compris boîtes de dérivation et d'encastrement et toute sujétion	ens	1	2350000	1 750 000	2 350 000	1 750 000
X	PLOMBERIE - SANITAIRE						
10,1,3	Réservation, Tuyauterie et branchement des eaux usées et vannes	ens	1	300000	850 000	300 000	850 000
	TOTAL R+5					25 032 145	9 678 935

