



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil



MEMOIRE

Pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE CIVIL

Spécialité : Structures

Thème

Etude technique et technico-commerciale d'un bâtiment en "RDC+18 étages+03 sous-sols et un étage mezzanine" avec un système de contreventement "murs porteurs"

Présenté par

MAIGA Fatoumata Agassoumane

Soutenu le 22/06/2023

devant le jury composé de :

Président : MOUSSAOUI Salah Eddine

Université de Mostaganem

Examineur : SADKI Nizar

Université de Mostaganem

Rapporteur : SADEK Bahar

Université de Mostaganem

Année Universitaire 2022/2023

REMERCIEMENTS

Louange à Allah le Tout puissant de m'avoir accordé santé, courage, patience, force d'en venir à bout de ce projet après toutes ces années d'études.

Un grand merci à mes parents sans qui ce projet n'aurait pu être concrétisé.

Je voudrais exprimer ma profonde gratitude à l'endroit du Docteur **BAHAR Sadek** qui en tant que directeur de mémoire s'est toujours montré à l'écoute et très conseiller, merci à lui pour son entière disponibilité pour la réalisation de ce travail. Satisfaite d'avoir pu travailler avec lui.

Un chaleureux hommage à mon chef de département **BOUHALOUFA Ahmed** qui n'a ménagé aucun effort pour m'accompagner durant mon cycle mais surtout de m'avoir aidé à passer mes examens à distance.

J'adresse mes vifs remerciements à tout le département de Génie civil ainsi que tout le corps professoral pour leur contribution à mon enseignement du primaire jusqu'à l'université.

Un grand merci à **Wassila** qui a su être une mère pour moi ici en Algérie.

Un grand remerciement à mon mentor **Ningué Sory KONE** qui a été d'une grande aide pour la réalisation de ce projet, merci pour la connaissance transmise.

Mes remerciements aux membres du jury **Dr MOUSSAOUI Salah Eddine** et **Dr SADKI Nizar** qui me feront l'honneur d'examiner et d'évaluer mon travail.

Je tiens particulièrement à adresser un profond merci aux éléments exceptionnels de ma promotion pour toutes les leçons apprises à vos côtés et ces belles années passées ensemble.

Un profond merci à cette merveilleuse personne **Fatoumata SISSOKO** pour ses conseils, son soutien et son amour inconditionnel.

Merci à tous mes amis, proches, famille ainsi que tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

Fatoumata Agassoumane MAIGA

DEDICACE

Ma reconnaissance va à l'endroit de toutes les personnes qui m'ont encouragée à effectuer ce travail.

Ce projet de fin d'études je le dédie à :

Mes chers parents **Dr Agassoumane ABDRAHAMANE** et **Bintou DOUCOURE** : pour leur éducation, dévouement, soutien moral et financier. Vous avez su m'inculquer le sens de la responsabilité, la confiance en soi, le savoir faire face aux difficultés. Je saurai rester votre fierté.

Mon très cher oncle **Moussa DOUCOURE** pour son soutien infailible.

Ma grand-mère **Aissata MAIGA** : pour son amour mais surtout ses douas.

Mon frère **Oumar Agassoumane MAIGA**

Tous les membres de ma famille (**MAIGA ; DOUCOURE**) sans exception.

Tous ceux pour qui ma réussite tient à cœur.

A moi-même pour tout ce travail abattu, le meilleur reste à venir.

En témoignage de mon amour je vous prie de trouver dans ce mémoire l'expression de mon estime à votre rencontre.

NARCISISTA

RESUME

Ce document consiste en l'étude technique et technico-commerciale d'une structure à usage multiple (parking, local technique, habitation) composée du rez de chaussée+18 étages avec 3 sous-sols+ 1 étage mezzanine. L'ouvrage est implanté à Oran qui est considéré zone sismique IIa.

La sécurité vis-à-vis des actions verticales et horizontales est assurée par un système de contreventement murs porteurs.

L'étude technique a été établie conformément aux règles algériennes en vigueur (RPA99/2003, CBA 93, BAEL91/99) et se divise en :

- La présentation de l'ouvrage, le pré dimensionnement et la descente de charge ;
- L'étude des éléments qui ne participent pas à la résistance de la structure (balcon, acrotère, escaliers) ;
- L'analyse dynamique réalisée avec le logiciel ROBOT version 2023 et l'étude des éléments structuraux (plancher, poutres d'extrémité, voiles) ;
- L'étude de l'infrastructure qui a abouti à une fondation de type radier nervuré.

L'étude technico-commerciale vient clôturer le travail, détaillant le métré, le planning d'exécution puis l'étude de prix. Elle a été réalisée à l'aide des logiciels MS PROJECT2013 et CYPE2017.

Mots clés : bâtiment, béton armé, ROBOT, CYPE.

ABSTRACT

This document consists of the technical and technical-commercial study of a multi-purpose structure (parking, technical room, dwelling) composed of the ground floor + 18 stages with 3 basements + 1 mezzanine floor. The structure is located in Oran, which is considered seismic zone « IIa ».

Safety against vertical and horizontal actions is ensured by a load-bearing wall system.

The technical study was established in accordance with the algerian rules in force (RPA99/2003, CBA 93, BAEL91/99) and is divided into:

- presentation of the structure, pre-sizing and load descent;
- study of non resistant elements (balcony, acroter, stairs);
- dynamic analysis made with « ROBOT software version 2023 » and study of the structural elements (solid slab, end beams, sails);
- The study of infrastructure that resulted in a « ribbed radier » type foundation.

The technical-commercial study closes the work, detailing measurements, execution schedule and then the price study. It was carried out using MS PROJECT2013 and CYPE2017 software.

Keywords : building, reinforced concrete, ROBOT, CYPE.

المخلص

، سيارات موقف(الاستخدامات متعدد لعمارة التجارية الفنية الدراسة من الوثيقة هذه تتكون طابق + قبو 3 مع علوي طابق 18 + أرضي ابقط من العمارة تتكون) وسكنات تقنية محلات الزلزالية المنطقة تعتبر التي وهران مدينة في العمارة تقع .التجاري للمجال مخصص نصفي IIa.

الزلزالية الاحمال في المتمثلة والأفقية الرأسية الاحمال مواجهة في المنشا السلامة ضمان يتم الحاملة ان للجرر دعامة نظام خلال من الكتلية واحمال

(RPA99 / 2003 ، CBA) بها المعمول الجزائية للقواعد وفقاً الفنية و تقنية الدراسة هذه إعداد تم إلى تنقسم والتي (99 / 99) ، BAEL91 ، 93

؛ الاحمال وتوزيع المسبقة الأبعاد المنشأ عرض

؛(والسلالم الحاجز ، الشرفة) المنشأ مقاومة في تساهم لا التي العناصر دراسة -

ROBOT 2023 برنامج باستخدام إجراؤه تم الذي للمنشأ والديناميكي الزلزالي التحليل -
؛ (القص وجدران الطرفية الحزم ، الأرضية) العناصر الهيكلية ودراسة

..مضلة بلاطة نوع أساس عنها نتج التي التحتيبة البنية دراسة -

الزمني الجدول الكميات وتفصل البناية هذه حول المنجز عملنى التجارية الدراسة تكمل و MS PROJECT2013 برنامجي باستخدام الدراسة هذه تنفيذ تم .السعر دراسة ثم للتنفيذ CYPE2017.

التجارية الدراسة ،سايب ، روبوت ، مسلحة خرسانة ، بناء :مفتاحية كلمات

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	i
DEDICACE	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES	xii
LISTE DES NOTATIONS	xiv
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET	3
1.1. Description de l'ouvrage	3
1.2. Nature de l'ouvrage	3
1.3. Caractéristiques géométriques.....	4
1.4. Composition de la structure.....	4
1.5. Caractéristiques des matériaux	5
1.6. Sollicitations de calcul et combinaisons d'actions :	10
1.7. Caractéristiques géotechniques du sol.....	11
1.8. Normes utilisées	11
1.9. Logiciels utilisés.....	11
CHAPITRE 2 : PRE DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS STRUCTURAUX 16	
2.1. Introduction	16
2.2. Plancher	16
2.3. Les voiles.....	17
2.4. Poutres noyées.....	18
2.5. L'escalier	19
2.6. Descente de charge	20
2.6.1. Murs extérieurs	20
2.6.2. Murs intérieurs	20
2.6.3. Plancher terrasse	20
2.6.4. Plancher étage courant	21
2.6.5. RDC	21
2.6.6. Plancher sous-sol	21
2.6.7. Balcon	22

2.6.8.	Paillasse.....	22
2.6.9.	Palier	22
CHAPITRE 3 : ETUDE DES ELEMENTS SECONDAIRES.....		25
3.1.	Introduction	25
3.2.	Balcon.....	25
3.2.1.	Calcul des sollicitations	25
3.2.2.	Calcul du ferrailage.....	26
3.2.3.	Vérification de l'effort tranchant	28
3.2.4.	Vérification de la flèche.....	29
3.2.5.	Dessin de ferrailage.....	29
3.3.	Acrotère	29
3.3.1.	Calcul des sollicitations	29
3.3.2.	Calcul du ferrailage.....	31
3.3.2.1.	ELU.....	31
3.3.2.2.	ELS	32
3.3.2.3.	Vérification au cisaillement	33
3.3.	Escalier	33
3.3.1.	Différents éléments de l'escalier.....	33
3.3.2.	Vérification de la loi de Blondel.....	34
3.3.3.	Sollicitations de calcul	35
3.3.4.	Calcul du ferrailage : escalier du RDC	37
3.3.4.1.	En travée	37
3.3.4.1.1.	ELU	37
3.3.4.1.2.	ELS.....	37
3.3.4.2.	En appui :	38
3.3.4.2.1.	ELU	38
3.3.4.2.2.	ELS.....	39
3.3.4.3.	Vérification au cisaillement	39
CHAPITRE 4 : MODELISATION ET VERIFICATION RPA.....		42
4.1.	Introduction	42
4.2.	Choix de la méthode de calcul	42
4.2.1.	Méthode statique équivalente	42
4.2.2.	Méthode modale spectrale	43
4.2.3.	Méthode d'analyse dynamique par accélérogramme.....	43
4.3.	Méthode d'analyse spectrale	44

4.3.1.	Détermination des paramètres du spectre de réponse	44
4.3.1.1.	Coefficient d'accélération de zone.....	44
4.3.1.2.	Facteur de correction d'amortissement.....	44
4.3.1.3.	Coefficient de comportement de la structure	45
4.3.1.4.	Facteur de qualité (RPA99/2003 tableau 5).....	45
4.3.1.5.	Périodes caractéristiques du site	46
4.3.2.	Poids total de la structure	46
4.3.3.	Combinaisons d'actions	46
4.4.	Modélisation.....	46
4.5.	Calcul de la force sismique par la méthode statique équivalente.....	48
4.5.1.	Estimation de la période fondamentale de la structure (T).....	48
4.5.2.	Facteur d'amplification dynamique	49
4.5.3.	Force sismique V	49
4.6.	Résultats de calcul.....	49
4.6.1.	Résultante des forces sismiques de calcul.....	53
4.6.2.	Evaluation des excentricités.....	53
4.6.3.	Vérification des déplacements inter-étages.....	54
4.6.4.	Vérification effet P-delta.....	55
4.6.5.	Distribution de l'effort tranchant à la base.....	57
CHAPITRE 5 : ETUDE DES ELEMENTS STRUCTURAUX.....		60
5.1.	Introduction	60
5.2.	Plancher.....	60
5.3.	Poutre d'extrémité	65
5.3.1.	Calcul du ferrailage.....	65
5.3.1.1.	En travée	65
5.3.1.1.1.	ELU	65
5.3.1.1.2.	ELS.....	66
5.3.1.2.	En appui	66
5.3.1.2.1.	ELU	66
5.3.1.2.2.	ELS	67
5.3.1.3.	Vérification de l'effort tranchant	68
5.3.1.4.	Ferrailage transversal	68
5.3.2.	Dessin de ferrailage.....	70
5.4.	Voile.....	70
5.4.1.	Méthode de calcul	71

5.4.2.	Etapes de calcul.....	71
5.4.3.	Exemple de calcul	72
5.4.3.1.	Armatures verticales	73
5.4.3.2.	Armatures horizontales	73
5.4.3.3.	Vérification de la contrainte de cisaillement.....	73
5.4.4.	Résumé du calcul de ferrailage des voiles	74
5.4.5.	Vérification des contraintes de cisaillement	78
5.4.6.	Dessin de ferrailage.....	78
CHAPITRE 6 : INFRASTRUCTURE.....		82
6.1.	Introduction	82
6.2.	Choix du type de fondation	82
6.3.	Etude du radier	82
6.3.1.	Avantage du radier	83
6.3.2.	Pré dimensionnement.....	83
6.3.2.1.	Condition de rigidité	83
6.3.2.2.	Condition forfaitaire.....	84
6.3.2.3.	Condition de non cisaillement	84
6.3.2.4.	Condition de non poinçonnement	84
6.3.2.5.	Caractéristiques du radier.....	84
6.3.2.6.	Vérification des contraintes	85
6.3.3.	Calcul du ferrailage du radier	86
6.3.3.1.	Calcul des armatures	86
6.3.3.2.	ELU.....	87
6.3.3.3.	ELS	87
6.3.4.	Dessin de ferrailage.....	88
6.3.5.	Ferrailage des nervures	89
6.3.5.1.	ELU.....	89
6.3.5.2.	ELS	90
6.3.5.3.	Vérification de l'effort tranchant	91
6.3.5.4.	Ferrailage transversal.....	91
6.3.5.5.	Dessin de ferrailage.....	91
CHAPITRE 7 : ETUDE TECHNICO-COMMERCIALE.....		94
7.1.	Introduction	94
7.2.	Métré	94
7.2.1.	Exemple de calcul	94

7.2.1.1.	Béton	94
7.2.1.2.	Coffrage.....	96
7.3.	Planning.....	100
7.4.	Etude de prix	102
7.4.1.	Etapes à suivre	102
7.4.1.1.	Base de données	102
7.4.1.2.	Deuxième base de données.....	109
7.4.1.3.	Béton de propreté	110
7.4.1.4.	Radier	111
7.4.1.5.	Dalle pleine	113
7.4.1.6.	Escalier	115
7.4.2.	Etude de cout direct	116
7.4.3.	Etude de cout direct, indirect avec la marge bénéficiaire	121
CONCLUSION GENERALE		125
REFERENCES		126
ANNEXES		127

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : dimensions du bâtiment	4
Tableau 1-2: limite d'élasticité garantie de l'acier	8
Tableau 1-3 : caractéristiques géotechniques du sol	11
Tableau 2-1 : pré dimensionnement voiles	18
Tableau 2-2 : pré dimensionnement escalier	19
Tableau 2-3 : descente de charge murs extérieurs.....	20
Tableau 2-4 : descente de charge murs intérieurs	20
Tableau 2-5 : descente de charge murs plancher terrasse	20
Tableau 2-6 : descente de charge plancher étage courant	21
Tableau 2-7 : descente de charge plancher RDC	21
Tableau 2-8 : descente de charge plancher sous-sol	21
Tableau 2-9 : descente de charge balcon.....	22
Tableau 2-10 : descente de charge paillasse.....	22
Tableau 2-11 : descente de charge palier	22
Tableau 3-1 : sollicitations du balcon	26
Tableau 3-2 : charges palier et paillasse.....	35
Tableau 3-3 : Sollicitations escalier	36
Tableau 4-1 : résultats dynamiques	49
Tableau 4-2 : périodes empiriques et dynamiques	51
Tableau 4-3 : résultante des forces sismiques	53
Tableau 4-4 : valeurs excentricité théorique et accidentelle	54
Tableau 4-5 : vérification déplacement inter-étages	55
Tableau 4-6 : vérification effets du second ordre sens x-x.....	56
Tableau 4-7 : vérification des effets du second ordre sens y-y	56
Tableau 4-8 : répartition de la force sismique selon la hauteur	57
Tableau 5-1 : ferrailage de la dalle.....	63
Tableau 5-2 : sollicitations des poutres d'extrémité.....	65
Tableau 5-3 : sollicitations max voile 40	72
Tableau 5-4 : quantité d'acier pour tous les voiles.....	74
Tableau 5-5 : choix d'armatures pour chaque section de voile.....	77
Tableau 5-6 : vérification des contraintes de cisaillement	78
Tableau 6-1 : récapitulatif moments M_{xx}	86
Tableau 6-2 : récapitulatif moments M_{yy}	86
Tableau 6-3 : calcul des armatures à l'ELU	87
Tableau 6-4 : vérification à l'ELS	88
Tableau 6-5 : sollicitations des nervures	89
Tableau 6-6 : ferrailage adopté	90
Tableau 6-7 : vérification à l'ELS.....	91
Tableau 6-8 : résumé ferrailage transversal	91
Tableau 7-1 : métré béton.....	95
Tableau 7-2 : métré coffrage	96
Tableau 7-3 : métré et ratio de ferrailage et coffrage.....	96
Tableau 7-4 : étude de cout direct	116
Tableau 7-5 : cout total du projet	121

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : implantation du projet	3
Figure 1-2 : constituants du béton	6
Figure 1-3 : diagramme parabole rectangle béton.....	7
Figure 1-4 : diagramme contrainte-déformation de l'acier	9
Figure 1-5 : plan du sous-sol 1	12
Figure 1-6 : vue en plan du RDC	12
Figure 1-7 : vue en plan étage 1 à 18	13
Figure 1-8 : vue en plan de la terrasse.....	14
Figure 2-1 : illustration dalle pleine	16
Figure 2-2 : conditions de pré dimensionnement du voile.....	17
Figure 2-3 : Disposition des voiles selon l'architecte	18
Figure 2-4 : différents types de poutres.....	19
Figure 3-1 : diagramme moment ELU	26
Figure 3-2 : diagramme effort tranchant ELU.....	26
Figure 3-3 : diagramme moment ELS.....	27
Figure 3-4 : diagramme de la flèche à l'ELU.....	29
Figure 3-5 : ferrailage du balcon.....	29
Figure 3-6 : dimension de l'acrotère	30
Figure 3-7 : ferrailage de l'acrotère.....	33
Figure 3-8 : image de l'escalier.....	34
Figure 3-9 : escalier à volées droites avec palier intermédiaire	34
Figure 3-10 : diagramme moment à l'ELU	35
Figure 3-11 : diagramme effort tranchant à l'ELU	36
Figure 3-12 : diagramme moment à l'ELS.....	36
Figure 3-13 : ferrailage de l'escalier	40
Figure 4-1 : disposition finale des voiles	47
Figure 4-2 : vue de la structure modélisée	47
Figure 4-3 : Le 1 ^{er} mode est une translation suivant x	51
Figure 4-4 : le 2 ^{ème} mode est une translation suivant y	52
Figure 4-5 : le 3 ^{ème} mode est une torsion	52
Figure 5-1 : panneau le plus sollicité suivant le sens x	61
Figure 5-2 : récapitulatif du calcul des sollicitations et quantité d'acier.....	62
Figure 5-3 : panneau le plus sollicité suivant y.....	62
Figure 5-4 : récapitulatif du calcul des sollicitations et ferrailage.....	62
Figure 5-5 : nappe inférieure du plancher	63
Figure 5-6 : nappe supérieure du plancher	64
Figure 5-7 : ferrailage de la poutre d'extrémité	70
Figure 5-8 : dessin de ferrailage du voile 40.....	78
Figure 5-9 : dessin de ferrailage du voile 35.....	79
Figure 5-10 : dessin de ferrailage du voile 30.....	79
Figure 5-11 : dessin de ferrailage voile 25.....	80
Figure 5-12 : dessin de ferrailage voile.....	80
Figure 6-1 : contraintes à l'ELU.....	85
Figure 6-2 : contraintes à l'ELS	85
Figure 6-3 : ferrailage de la nappe inférieure du radier.....	88

Figure 6-4: ferrailage de la nappe supérieure du radier	89
Figure 6-5 : dessin de ferrailage de la nervure	92
Figure 7-1 : exemple de métré poutre et poteaux	95
Figure 7-2 : planning	101
Figure 7-3 : accueil du logiciel CYPE	103
Figure 7-4 : base de données 1	103
Figure 7-5 : générateur de prix	104
Figure 7-6 : type de projet	104
Figure 7-7 : décimales	105
Figure 7-8 : pourcentages	105
Figure 7-9 : emplacement du projet	106
Figure 7-10 : informations supplémentaires	107
Figure 7-11 : données supplémentaires	108
Figure 7-12 : base de données	109
Figure 7-13 : données nouveau budget	109
Figure 7-14 : base de données 2	110
Figure 7-15 : importation du fichier excel	110
Figure 7-16 : caractéristiques des unités d'ouvrage	111
Figure 7-17 : béton de propreté	111
Figure 7-18 : béton pour radier	112
Figure 7-19 : acier pour le radier	112
Figure 7-20 : coffrage pour le radier Finition pour le radier	113
Figure 7-21 : finition pour le radier	113
Figure 7-22 : épaisseur et hauteur pour la dalle	113
Figure 7-23 : béton pour dalle pleine	114
Figure 7-24 : Caractéristiques ferrailage de la dalle	114
Figure 7-25 : coffrage dalle pleine	115
Figure 7-26 : béton pour les escaliers	115
Figure 7-27 : acier pour les escaliers	116
Figure 7-28 : coffrage des escaliers	116

LISTE DES NOTATIONS

f_{c28} : résistance à la compression du béton à 28jours.

F_{cj} : résistance du béton à la compression à j jours ($j < 28$).

$\gamma_{\text{béton}}$: masse volumique du béton.

F_{t28} : résistance du béton à la traction à l'âge de 28 jours.

σ_{bc} : contrainte limite ultime du béton comprimé.

$\bar{\sigma}_{bc}$: contrainte limite service du béton comprimé.

τ_U : contrainte de cisaillement.

γ_b : coefficient de sécurité du béton.

γ_s : coefficient de sécurité de l'acier.

E_i : module de déformation longitudinale instantanée.

E_v : module de déformation longitudinale différée.

G : module de déformation transversale.

ε_s : allongement relatif de l'acier.

E_s : Module d'élasticité longitudinale.

F_e : Limite d'élasticité garantie.

E : module de YOUNG.

ν : coefficient de POISSON.

σ_s : limite élastique de l'acier utilisé.

η : Coefficient de fissuration.

$\bar{\sigma}_s$: contrainte limite de l'acier.

G : charge permanente.

Q : charge d'exploitation.

E : effort de séisme.

e ; e_p : épaisseur dalle.

L ; a : longueur et épaisseur du voile.

h_e : hauteur libre d'étage.

b : largeur de la poutre.

h : hauteur de la marche.

g : la largeur de la marche.

H : hauteur entre les faces supérieures des deux paliers successifs d'étage.

n : nombre de contre marches.

L : projection horizontale de la volée.

P : charge concentrée du balcon.

ELU : état limite ultime.

ELS : état limite service.

μ : moment réduit.

T : effort tranchant.

b : largeur de la section.

d : hauteur utile.

c : enrobage.

I : moment d'inertie.

A_{cal} : section d'armatures calculée.

A_{min} : section d'armatures minimale.

A : section d'armatures choisie.

A_v : section d'armatures verticales.

A_h : section d'armatures horizontales.

A_r : armatures de répartition.

A_t : armatures transversales.

A_s : section d'armatures tendues.

A's : section d'armatures comprimées.

n : coefficient d'équivalence.

St, e : espacement.

\varnothing_t : diamètre des barres.

F_p : force de poussée.

W_p : Poids de l'acrotère.

C_p : facteur des forces horizontales.

g : Accélération de la pesanteur.

A : Coefficient d'accélération de zone.

η : Facteur de correction d'amortissement.

ξ : Pourcentage d'amortissement critique.

R : Coefficient de comportement de la structure.

T₁, T₂ : Périodes caractéristiques associées à la catégorie de site.

Q : Facteur de qualité.

D : facteur d'amplification dynamique moyen.

V : force sismique calculée par la méthode statique équivalente.

W : poids total de la structure.

W_{Gi} : poids dû aux charges permanentes et à celles des équipements fixes éventuels, solidaires de la structure.

W_{Qi} : poids dû aux charges d'exploitation.

β : Coefficient de pondération en fonction de la nature et de la durée de la charge d'exploitation.

C_T : Coefficient, fonction de système de contreventement, du type de remplissage.

h_N : Hauteur mesurée à partir de la base de la structure jusqu'au dernier niveau.

d : est la dimension du bâtiment mesurée à sa base dans la direction de calcul considéré.

X_m ; Y_m : coordonnées du centre de masse.

X_t ; Y_t : coordonnées du centre de torsion.

P_k : poids total de la structure et des charges d'exploitation associées au-dessus du niveau k.

V_k : effort tranchant d'étage au niveau k.

Δ_k : déplacement relatif du niveau k par rapport au niveau k-1.

h_k : hauteur du niveau k.

F_n : force horizontale appliquée au niveau n.

W_n : Masse au niveau n.

H_n : hauteur du niveau n.

M_{tu} ; M_{au} : moments en travée et en appui à l'ELU.

M_{ts}, M_{as} : moments en travée et en appui à l'ELS.

N : effort normal.

M : moment.

B : section de béton.

V : distance de l'axe neutre à la fibre la plus tendue/comprimée.

L ; e : longueur ; épaisseur du voile.

L_t : longueur de la zone tendue.

Ss : surface des semelles.

SB : surface du bâtiment.

Le : longueur élastique du radier.

Lmax : longueur du panneau le plus sollicité.

K : coefficient d'élasticité du sol.

B : largeur du panneau le plus sollicité.

Uc : périmètre cisailé dans le plan moyen du radier.

μ_x, μ_y : coefficients de PIGEAUD.

$\alpha ; \beta$: paramètres auxiliaires pour le calcul du ferrailage à l'ELU.

$K_1, \beta_1 ; \rho_1$: paramètres auxiliaires pour le calcul du ferrailage à l'ELS.

INTRODUCTION GENERALE

La croissance de la population mondiale au cours des dernières décennies, l'exode rural (migration vers les villes à la recherche de meilleures conditions de vie), le développement économique sont entre autres les causes qui ont provoqué une demande élevée de logements modernes et confortables.

Cependant en Algérie nous faisons face à des espaces de construction limités. Afin de rationaliser l'espace, abandonner les constructions traditionnelles au profit de la construction en hauteur se présente comme solution.

En contrepartie, cette solution nécessite une étude de conception rigoureuse pour s'assurer de la sécurité et la durabilité de la structure. Des séries de règlements ont été mis en place pour dimensionner et ferrailer convenablement les éléments structuraux du bâtiment.

L'ingénieur bâtiment, appelé à toujours proposer une solution optimale qui réunira qualité et temps, devra aussi s'assurer que les couts de la construction soient abordables.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre projet de fin d'études intitulé « Etude technico-commerciale d'un bâtiment R+18 avec 3 sous-sols et un étage mezzanine ».

Notre travail se présentera comme suit :

Le premier chapitre vise à présenter notre ouvrage dans son ensemble ;

Le second est consacré au pré dimensionnement des différents éléments de la structure et la descente de charge.

Le troisième aborde l'étude des éléments non structuraux (balcon, acrotère, escaliers) ;

Le quatrième se fixe à modéliser la structure sur Robot, voir son comportement en cas de séisme et y vérifier sa sécurité ;

Le cinquième concerne l'étude des éléments structuraux ;

Le sixième s'intéresse au choix du type de fondation puis son étude ;

Le dernier a pour objectif l'étude technico-commerciale du bâtiment à savoir le métré, le planning d'exécution puis l'étude de prix.

Chapitre 1 : Présentation du projet

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET

1.1. Description de l'ouvrage

Notre projet va porter sur la réalisation d'un bâtiment multifonctionnel en R+18 avec 3 sous-sols et un étage mezzanine. Il sera implanté dans la wilaya d'ORAN classée en zone de moyenne sismicité IIa selon le RPA 99.



Figure 1-1 : implantation du projet

Le travail consiste à concevoir une structure capable de résister aux sollicitations, bien transmettre les charges aux fondations et à proposer les devis, plans d'exécution et planning.

1.2. Nature de l'ouvrage

Le bâtiment est composé de :

- ✓ 03 sous-sols qui serviront de parking ;
- ✓ RDC et mezzanine à usage de local technique ;
- ✓ 18 étages à usage d'habitation ;
- ✓ Une terrasse inaccessible.

1.3. Caractéristiques géométriques

Tableau 1-1 : dimensions du bâtiment

Hauteur totale	72.3m
Longueur totale	33.77m
Largeur totale	30.59m
Hauteur sous-sol1	3.74m
Hauteur sous-sol (2 et 3)	3m
Hauteur RDC	4.08m
Hauteur mezzanine	3.40m
Hauteur étage courant	3.06m

1.4. Composition de la structure

1.4.1. Plancher

C'est un ouvrage plan séparant les niveaux d'habitation. Il assure deux fonctions essentielles :

- Supporter et transmettre les charges aux éléments porteurs ;
- Isoler thermiquement et acoustiquement les différents étages.

On en distingue deux types :

- les planchers à corps creux plus avantageux en termes de cout, légèreté et de rapidité d'exécution ;
- les planchers à dalle pleine beaucoup plus esthétiques et résistants.

Nous avons une structure assez importante, nous avons donc opté pour les planchers à dalle pleine.

1.4.2. Ossature

L'ossature choisie est un système de voiles porteurs, ils assurent la stabilité de la structure sous l'effet des actions verticales et horizontales.

1.4.3. Voiles

Ce sont des éléments verticaux. Ils servent, d'une part, à contreventer le bâtiment en reprenant les efforts horizontaux (séisme), et d'autre part, à reprendre les efforts verticaux qu'ils transmettent aux fondations.

1.4.4. Poutres noyées

Les poutres seront noyées dans le plancher et reprendront les charges de celui-ci et des murs.

1.4.5. Escaliers

C'est une construction architecturale constituée d'une suite régulière de marches et de contremarches qui permettent de passer d'un étage à un autre en montant et descendant. Il est réalisé en béton armé coulé sur place.

1.4.6. Maçonnerie

Murs extérieurs : en paroi double de briques creuses de 15cm et 10cm séparées par une lame d'air de 5cm pour des raisons d'isolation thermique et phonique.

Murs intérieurs : en paroi unique de briques creuses de 10cm.

1.4.7. Acrotère

Le mur acrotère est une petite construction qui borde les toitures terrasses. Il facilite le relevé d'étanchéité de ces dernières et participe à la protection contre les chutes.

1.4.8. Revêtement

Pour la façade extérieure : enduit de ciment ;

Pour les plafonds et murs intérieurs : enduit plâtre

Pour les planchers : carrelage.

1.4.9. Infrastructure

C'est la partie de la structure enfouie sous terre : les fondations. Le choix se fera en fonction de l'étude du terrain, la nature de l'ouvrage, l'environnement du projet.

1.5. Caractéristiques des matériaux

1.5.1. Béton

a. Composition du béton

Le béton est constitué par un mélange intime de matériaux inertes, appelés "granulats" (sables, graviers, pierres cassées...) avec du ciment et de l'eau. Grâce à la réaction du ciment, le mélange ainsi obtenu, appelé "béton frais", commence à durcir après quelques heures et acquiert progressivement ses caractères de résistance.

Pour notre cas, le dosage pour 1m^3 de béton est le suivant :

350Kg ciment + 1050Kg de gravier + 800Kg de sable + 175L d'eau

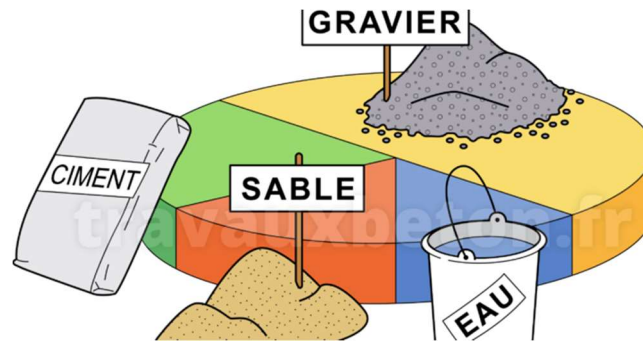


Figure 1-2 : constituants du béton

b. Caractéristique du béton

• Résistance à la compression

Pour l'établissement des projets, dans les cas courants, un béton est défini par une valeur de sa résistance à la compression à l'âge de 28 jours, dite valeur caractéristique requise (ou spécifiée). Celle-ci, notée f_{c28} est choisie à priori, compte tenu des possibilités locales; et des régies de contrôle qui permettent de vérifier qu'elle est atteinte.

Pour notre projet, il a été choisi de travailler avec $f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$ (béton à usage courant).

Pour un béton d'âge inférieur à 28 jours, la résistance à la compression peut être obtenue par la formule suivante :

$$f_{cj} = \frac{j}{4,76 + 0,83 j} \times f_{c28} \quad \text{Pour } f_{c28} \leq 40 \text{ Mpa (C.B.A 93, A2.1.1.1).}$$

Avec : $j \leq 28$ jours

Poids volumique du béton : $\gamma_{\text{béton}} = 25 \text{ KN/m}^3$

• Coefficient de poisson :

Pour le calcul des éléments bidimensionnels (dalles, coques...), on prendra :

* $\nu = 0 \Rightarrow$ états limites ultimes (béton fissuré).

* $\nu = 0,2 \Rightarrow$ états limites de service (béton non fissuré).

Avec

- 1- **Pivot A** : traction simple ou composée, flexion avec état limite ultime atteint dans l'acier.
- 2- **Pivot B** : flexion avec état limite ultime atteint dans béton.
- 3- **Pivot C** : compression simple ou composée.

c. Résistance à la traction

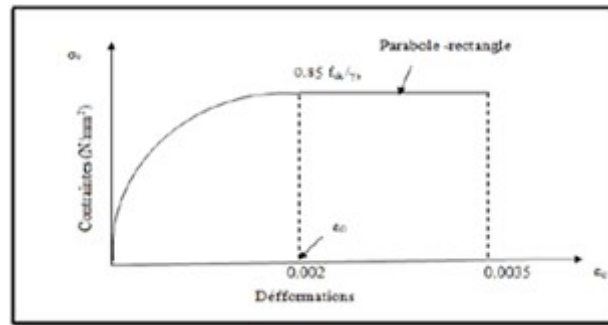


Figure 1-3 : diagramme parabolé rectangle béton

La résistance caractéristique à la traction d'un béton est donnée par la formule :

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} \Rightarrow f_{t28} = 0,6 + 0,06.(25) \Rightarrow f_{t28} = 2,1 \text{ Mpa.}$$

Cette formule étant valable pour les valeurs de : $f_{cj} \leq 60 \text{ Mpa}$.

- **Contraintes limites de compression :**

- La contrainte limite ultime du béton comprimé est donnée par :

$$\sigma_{bc} = 0,85 \frac{f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} \quad (\text{C.B.A 93, A.4.3.4.1.}) [2]$$

Avec γ_b : coefficient de sécurité.

$$\gamma_b = \begin{cases} 1,5 & \text{En situation durable et transitoire} \\ 1,15 & \text{en situation accidentelle} \end{cases}$$

- Le coefficient θ est fixé à 1 lorsque la durée probable d'application de la combinaison d'actions considérée est supérieure à 24 h, à 0,9 lorsque cette durée est comprise entre 1h et 24h, et à 0,85 lorsqu'elle est inférieure à 1h.

- $\sigma_{bc} = \frac{0,85 \times 25}{1,5} = 14,2 \text{ Mpa}$ (situations durables et transitoires)

- $\sigma_{bc} = \frac{0,85 \times 25}{1,15} = 18,5 \text{ Mpa}$ (situations accidentelles)

- La contrainte limite service du béton comprimé est donnée par :

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0,6 f_{cj} \quad (\text{C.B.A 93, A.4.5.2}) / \quad f_{c28} = 25 \text{ Mpa} \quad \rightarrow \quad \bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ Mpa}$$

- **La contrainte ultime de cisaillement (C.B.A 93, A.5.1.2.1) :**

La contrainte limite de cisaillement prend les valeurs suivantes :

- **Fissuration non préjudiciable (peu nuisible) :**

$$\bar{\tau}_U = \min \left(\frac{0,2 \times f_{cj}}{\gamma_b}; 5 \text{MPa} \right) = 3,33 \text{ Mpa}$$

- **Fissuration préjudiciable ou très préjudiciable :**

$$\bar{\tau}_U = \min \left(\frac{0,15 \times f_{cj}}{\gamma_b}; 4 \text{MPa} \right) = 2,5 \text{ Mpa}$$

d. Module de déformation longitudinale du béton (C.B.A 93, A.2.1.2.) :

• **Le module de déformation longitudinale instantanée :**

Sous des contraintes normales d'une durée d'application inférieure à 24 heures, le module de déformation longitudinale instantanée du béton E_{ij} est donné par :

$$E_i = 11000 \sqrt[3]{f_{c28}} = 32164,195 \text{ MPa}$$

• **Le module de déformation longitudinale différée :**

Pour les déformations différées du béton qui comprennent le retrait et le fluage, on considère dans le calcul que les effets de ces deux phénomènes s'additionnent sans atténuation pour le calcul des déformations finales du béton, utilise le module de déformation longitudinale différée E_{ij} qui est donné par la formule :

$$E_v = 3700 \sqrt[3]{f_{c28}} = 10818,9 \text{ Mpa}$$

e. Module de déformation transversale

$$G = \frac{E}{2(1+2\nu)}$$

E : module de YOUNG

v : coefficient de POISSON

1.5.2. Acier

L'acier est un alliage fer carbone en faible pourcentage, leur rôle est d'absorber les efforts de traction, de cisaillement et de torsion, on distingue deux types d'aciers :

- ✓ Aciers doux ou mi-durs pour 0.15 à 0.25 % de carbone.
- ✓ Aciers durs pour 0.25 à 0.40 % de carbone.

a. Le module d'élasticité longitudinal de l'acier est pris égale à :

$$E_s = 200\,000 \text{ Mpa. (C.B.A 93, A.2.2.1.)}$$

b. Caractéristique de l'acier :

Les valeurs de la limite d'élasticité garantie F_e sont données par le tableau suivant :

Tableau 1-2: limite d'élasticité garantie de l'acier

Type	Désignation	Limite d'élasticité f_e (Mpa)
Barre HA	FeE500	500

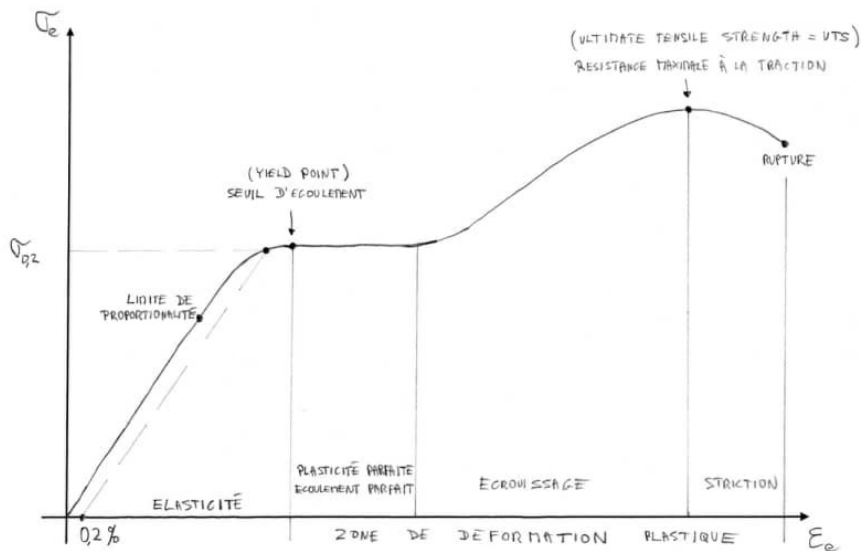


Figure 1-4 : diagramme contrainte-déformation de l'acier

Dans notre cas on utilise des armatures à haute adhérence avec un acier de nuance FeE500 → (limite d'élasticité $f_e = 500\text{MPa}$)

Contraintes limites :

✓ **Etat limite ultime (E.L.U):**

La contrainte admissible de l'acier est définie par :

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} \rightarrow \varepsilon_s \geq \varepsilon_L$$

(C.B.A 93 A.2.2.2).

$$\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_s \rightarrow \varepsilon_s < \varepsilon_L$$

Avec :

ε_s : Allongement relatif de l'acier, limité à 10 %.

E_s : Module d'élasticité longitudinale est pris égal à 200 000 Mpa.

f_e : Limite d'élasticité garantie.

Le diagramme contraintes déformations de calcul se déduit du précédent en effectuant une affinité parallèlement à la tangente à l'origine et dans le rapport $\frac{1}{\gamma_s}$.

$$\gamma_s = \begin{cases} 1,15 & \text{En situation durable et transitoire} \\ 1 & \text{en situation accidentelle} \end{cases}$$

Avec : σ_s limite élastique de l'acier utilisé ;

D'où l'on aura :
$$\left\{ \begin{array}{ll} \sigma_s = 435 \text{ Mpa} & \text{situation normale.} \\ \sigma_s = 500 \text{ Mpa} & \text{situation accidentelle.} \end{array} \right.$$

✓ **État limite de service (E.L.S):**

On ne limite pas la contrainte de l'acier sauf en état limite d'ouverture des fissures :

η : Coefficient de fissuration.

$$\left\{ \begin{array}{ll} \eta = 1 & \text{pour les ronds lisses (RL)} \\ \eta = 1.6 & \text{pour les armatures à hautes adhérence (HA)} \end{array} \right.$$

✓ **Fissuration préjudiciable** : $\bar{\sigma}_s \leq \min ((2/3) f_e ; 110\sqrt{\eta * f_{tj}})$

Donc : $\bar{\sigma}_s \leq 201,63 \text{ Mpa (H.A)}$

✓ **Fissuration très préjudiciable** : $\bar{\sigma}_s \leq \min ((1/2) f_e ; 90\sqrt{\eta * f_{tj}})$

Donc : $\bar{\sigma}_s \leq 164,97 \text{ Mpa (H.A)}$

✓ **Fissuration peu nuisible** : aucune vérification n'est requise pour les aciers.

1.6.Sollicitations de calcul et combinaisons d'actions :

Les justifications produites doivent montrer pour les divers éléments d'une structure et pour l'ensemble de celle-ci, que les sollicitations de calcul définies dans les articles qui suivent ne provoquent pas le phénomène que l'on veut éviter.

- **Etat limite ultime :**

Les sollicitations de calcul sont déterminées à partir de la combinaison d'action suivante :

1,35 G + 1,5 Q.

- **Etat limite de service :**

Combinaison d'action suivante : G + Q

S'il y a intervention des efforts horizontaux dus au séisme, les règles parasismiques algériennes ont prévu des combinaisons d'action suivantes :

- G+Q±E
- 0,8 G±E

Avec :

G : charge permanente

Q : charge d'exploitation

E : effort de séisme

1.7. Caractéristiques géotechniques du sol

Tableau 1-3 : caractéristiques géotechniques du sol

Zone de sismicité	IIa
Groupe d'usage	1B
Site	2
Contrainte admissible du sol	5Mpa

1.8. Normes utilisées

L'étude de cet ouvrage est effectuée conformément aux règlements ci-après :

- **Règle de conception et de calcul des structures en béton armé (C.B.A.93)** : basé sur la théorie des états limites.
- **Règles Parasismiques Algériennes (RPA99/version2003)** : Le présent document technique réglementaire fixe les règles de conception et de calcul des constructions en zones sismiques.
- **DTR B.C. 2.2 Charges permanentes et charges d'exploitation** : Le présent document traite des charges permanentes et charges d'exploitation des bâtiments, de leur mode d'évaluation et des valeurs de ces charges à introduire dans les calculs.
- **BAEL 91 révisé en 99** : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites.

1.9. Logiciels utilisés

AUTOCAD (version2022) : pour le dessin des plans

ROBOT (version 2022) : pour la modélisation de la structure

MS PROJECT : pour le planning

CYPE : pour l'étude de cout

Chapitre 1 : Présentation du projet

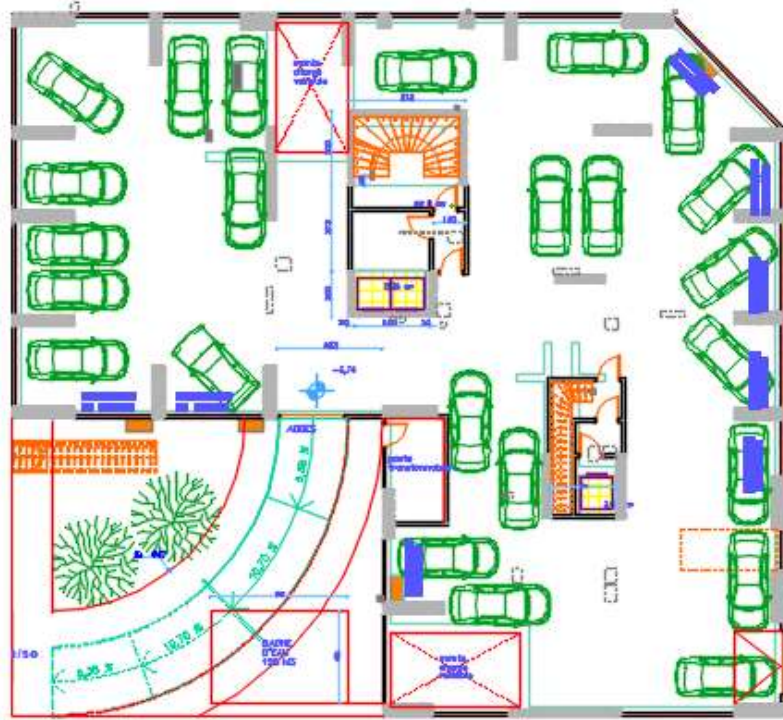


Figure 1-5 : plan du sous-sol 1

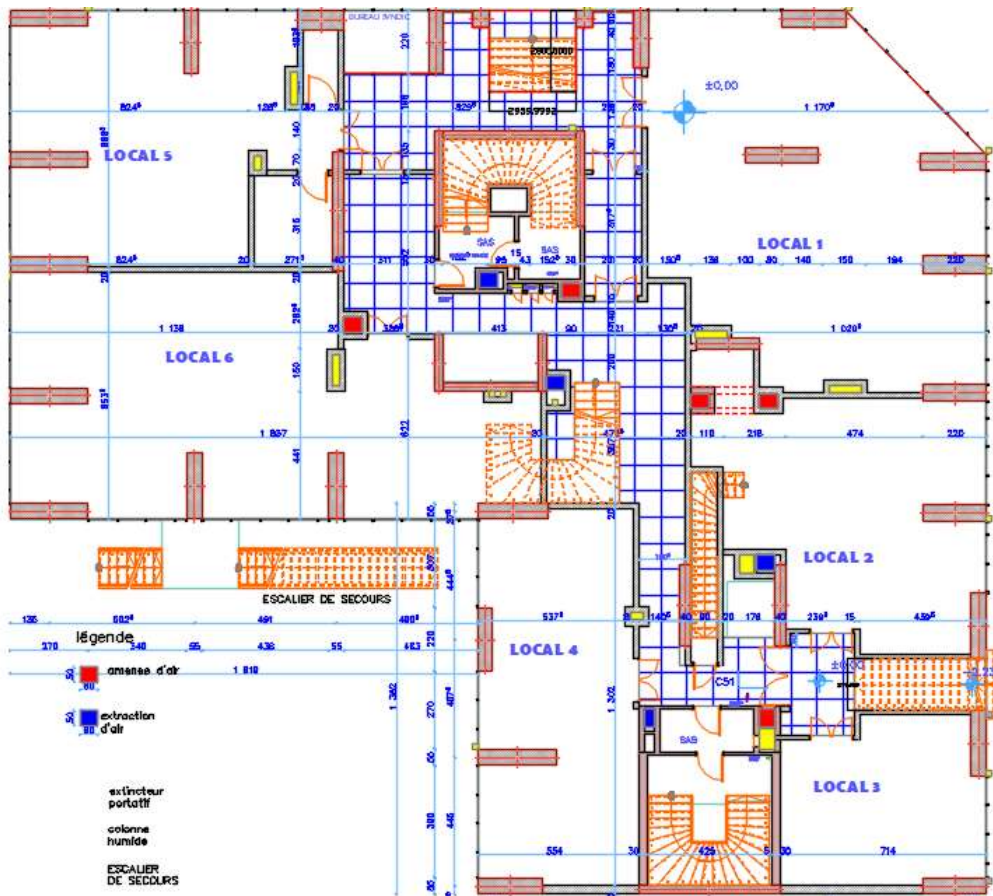


Figure 1-6 : vue en plan du RDC

Chapitre 1 : Présentation du projet

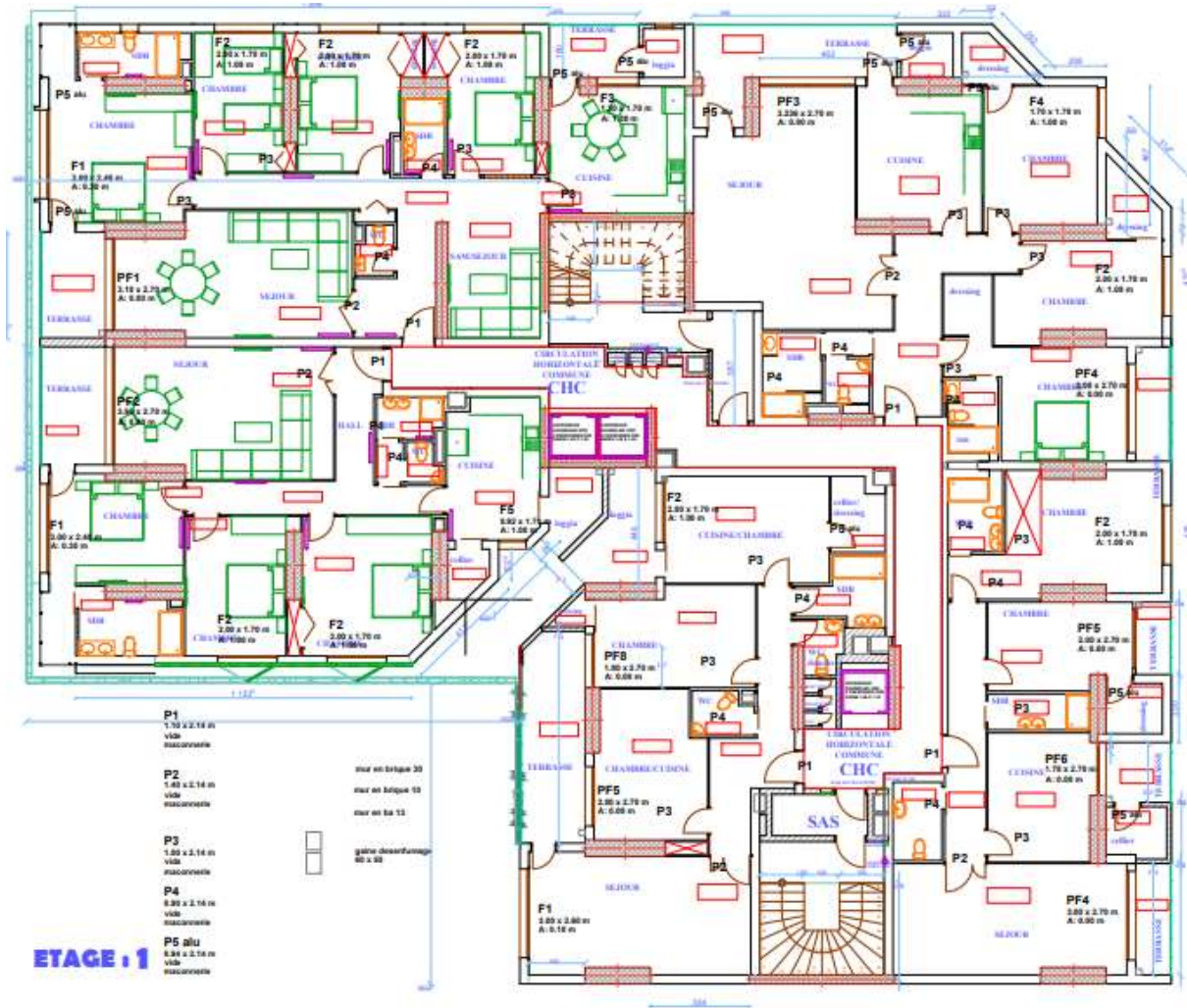


Figure 1-7 : vue en plan étage 1 à 18

Chapitre 1 : Présentation du projet

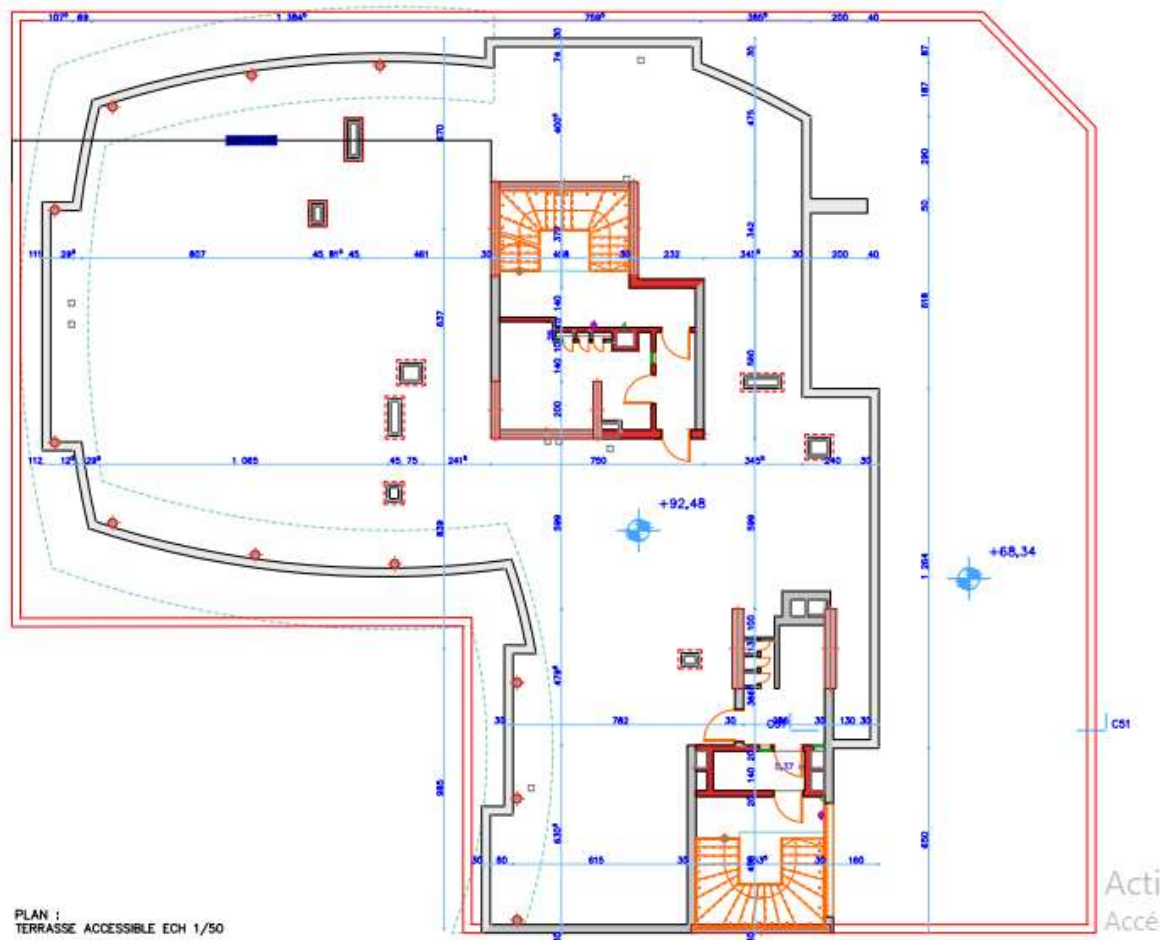


Figure 1-8 : vue en plan de la terrasse

Chapitre 2 : Pré dimensionnement des éléments structuraux

CHAPITRE 2 : PRE DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS STRUCTURAUX

2.1.Introduction

L'évaluation des différentes sections de notre structure (plancher, voiles,...) passe par un dimensionnement préliminaire appelé pré dimensionnement.

Pour cela nous allons effectuer une descente de charge afin de déterminer ce qui revient à chaque élément comme charge permanente et d'exploitation.

2.2.Plancher

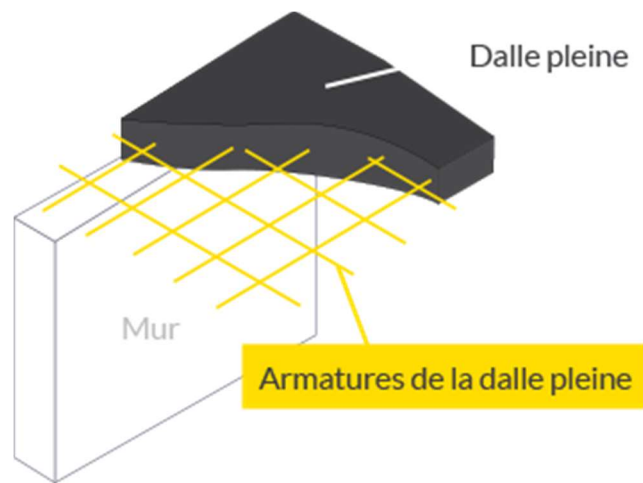


Figure 2-1 : illustration dalle pleine

Le plancher peut être continue sur 2, 3, voire 4 appuis constitués de poutres, poutrelles ou murs.

L'épaisseur doit être choisie selon les conditions :

- De résistance à la flexion

$$\begin{cases} \frac{Lx}{35} \leq e \leq \frac{Lx}{30} & \text{pour une dalle continue sur 2 appuis} \\ \frac{Lx}{50} \leq e \leq \frac{Lx}{40} & \text{pour une dalle continue sur 3 ou 4 appuis} \end{cases}$$

- D'isolation acoustique : $e \geq 16\text{cm}$;
- De condition de flèche $f \leq \frac{L}{500}$;
- De sécurité vis-à-vis de l'incendie : on choisit $e=7\text{cm}$ pour 1h de coupe-feu et 11cm pour 2h.

Notre panneau le plus sollicité a les dimensions suivantes :

$$Lx= 8.80\text{m}; \quad Ly=8.94\text{m}$$

$$\rho = \frac{L_x}{L_y} = \frac{880}{894} = 0.98$$

$> 0,4 \Rightarrow$ La dalle est considérée comme portant dans deux directions.

$$\Rightarrow \frac{L_x}{50} \leq e_p \leq \frac{L_x}{40} \quad \Rightarrow \frac{880}{50} \leq e_p \leq \frac{880}{40} \quad \Rightarrow 17.6\text{cm} \leq e_p \leq 22 \text{ cm}$$

On prend $e_p = 20\text{cm}$.

2.3.Les voiles

Le dimensionnement des voiles en béton armé est justifié par l'article 7.7 du RPA99 version 2003.

D'après le RPA99 version 2003 article 7.7.1, les voiles sont considérés comme des éléments satisfaisant la condition: $L \geq 4e$. Dans le cas contraire, les éléments sont considérés comme des éléments linéaires.

Avec :

L : longueur de voile.

e : épaisseur du voile.

L'épaisseur minimale est de 15cm, de plus l'épaisseur doit être déterminée en fonction de la hauteur libre d'étage et des conditions de rigidité aux extrémités indiquées sur la figure suivante :

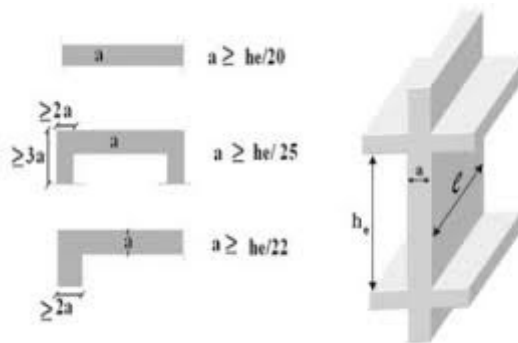


Figure 2-2 : conditions de pré dimensionnement du voile

Deux types de voiles sont considérés à savoir :

- Voiles au niveau de la cage d'ascenseur en forme de U où le RPA exige que l'épaisseur $a \geq h_e/25$;
- Voile linéaire où le RPA exige que l'épaisseur $a \geq h_e/20$;

Où

h_e = hauteur d'étage – l'épaisseur du plancher

h_e (RDC) = 306-25 = 281 cm

Tableau 2-1 : pré dimensionnement voiles

Niveau	Hauteur d'étage (cm)	He (cm)	He/20 (cm)
Sous-sol1	374	354	17.7
Sous-sol (2-3)	300	280	14
RDC	408	388	19.4
Etage courant	306	286	14.30

Nous avons opté pour une largeur de **a=40cm**.

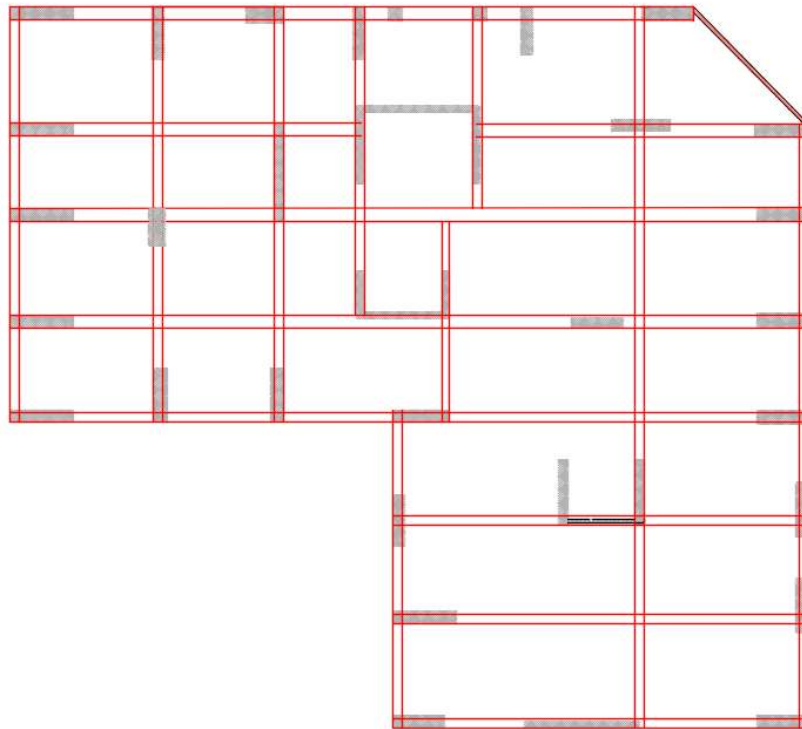


Figure 2-3 : Disposition des voiles selon l'architecte

2.4.Poutres noyées

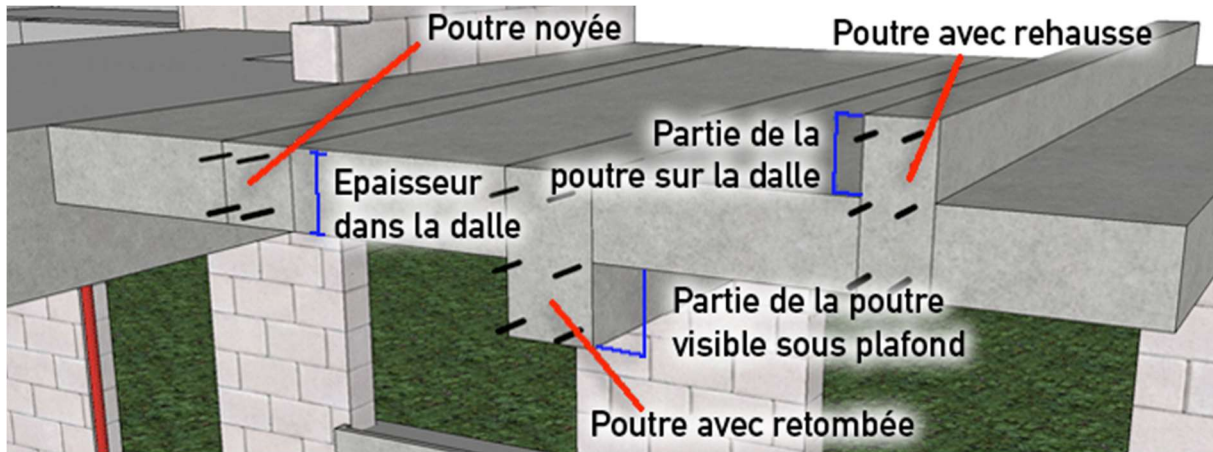


Figure 2-4 : différents types de poutres

Nous avons choisi de faire de poutres noyées car la structure est contreventée par des voiles et nous souhaitons ne pas avoir de retombée visible.

- La hauteur de la poutre sera la même que l'épaisseur du plancher ;
- La largeur : $b \geq a$ (*largeur du voile*)

On a : **poutre (20x40) cm²**

2.5.L'escalier

Pour les dimensions des marches "g" et contre marches "h", on utilise généralement la formule de BLONDEL : $59 \text{ cm} \leq 2h + g \leq 66 \text{ cm}$

Avec : h : hauteur de la marche et g la largeur de la marche.

On choisit : h=17cm et g=30cm

Nombre de contre marche

$$H = n \cdot h \rightarrow n = H/h$$

Nombre de marche = n-1

$$L = (n-1) \cdot g \rightarrow g = L / (n-1)$$

H : hauteur entre les faces supérieures des deux paliers successifs d'étage.

n : nombre de contre marches.

L : projection horizontale de la volée.

$$L_R = \sqrt{(L^2 + H^2)} = \sqrt{(240^2 + 153^2)} = 285 \text{ cm}$$

$$\frac{L_R}{30} \leq ep \leq \frac{L_R}{20}$$

Tableau 2-2 : pré dimensionnement escalier

Niveau	Hauteur cm	N _{marches}	N _{marches}	L (cm)	L _r (cm)	E (cm)
Ss1	187	11	10	300	353	11.77 ÷ 17.65
Ss 2, 3	150	9	8	240	283	9.43 ÷ 14.15
RDC	204	12	11	330	388	12.93 ÷ 19.4
Mezzanine	170	10	9	270	319	10.63 ÷ 15.95
Etage courant	153	9	8	240	285	9.5 ÷ 14.25

En prend ep = 12 cm.

2.6.Descente de charge

2.6.1. Murs extérieurs

Tableau 2-3 : descente de charge murs extérieurs

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
1-Enduit ciment	18	0,02	0,36
2-briques creuses	13	0,15	1,3
3-lame d'air	0	0,05	0
4-briques creuses	9	0,1	0,9
5-Enduit ciment	18	0,02	0,36

G= 2,92

2.6.2. Murs intérieurs

Tableau 2-4 : descente de charge murs intérieurs

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
1-Enduit plâtre x2	10	0,02	0,4
2-Briques creuses	9	0,1	0,9

G= 1,3

2.6.3. Plancher terrasse

Tableau 2-5 : descente de charge murs plancher terrasse

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
1- Protection gravillon	18	0.05	0,9

Chapitre 2 : Pré dimensionnement des éléments structuraux

2- Etanchéité multicouche (FEUTRE 36 S AC)	6	0.02	0,12
3- Forme de pente	22	0.1	2.2
4- Isolation thermique	4	0.04	0,16
5- Dalle pleine	25	0.20	5
6- Enduit plâtre	10	0.02	0,2

$$G_t = 8.58$$

$$Q_t = 1$$

2.6.4. Plancher étage courant

Tableau 2-6 : descente de charge plancher étage courant

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
1-Carrelage	/	/	0,5
2-Chappe de béton	20	0.02	0,4
3-Enduit plâtre (ep 1 cm)	10	0.01	0,1
4-Dalle pleine	25	0.20	5

$$G_{EC} = 6$$

$$Q_{EC} = 1.5$$

2.6.5. RDC

Tableau 2-7 : descente de charge plancher RDC

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
1-Carrelage	/	/	0.5
3-Chappe de béton	20	0.02	0,4
4-Enduit plâtre	10	0.01	0,2
5-Dalle pleine	25	0.2	5

$$G_{RDC} = 6$$

$$Q_{RDC} = 5$$

2.6.6. Plancher sous-sol

Tableau 2-8 : descente de charge plancher sous-sol

Désignation	γ	e	KN/m ²
Chappe de béton	20	0,04	0,8
dalle pleine	25	0,2	5

$$G = 5,8$$

$$Q = 2,5$$

2.6.7. Balcon

Tableau 2-9 : descente de charge balcon

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
Dalle de sol	/	/	0,24
Mortier de pose	20	0,02	0,4
Dalle pleine	25	0,15	3,75
Enduit ciment	18	0,02	0,36

$$G = 4,75$$

$$Q = 3,5$$

2.6.8. Paillasse

Tableau 2-10 : descente de charge paillasse

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
Revêtement horiz	21	0,02	0,42
Mortier de pose	20	0,02	0,4
Revêtement vert (epx21xh/g)	21	0,02	0,238
Pp paill (epx25/cos)	25	0,12	3,46
Pp marches (hx22)/2)	22	0,085	1,87
Garde-corps	/	/	0,1
Enduit plâtre (epx10/cos)	10	0,02	0,23

$$G = 6,72$$

$$Q = 2,5$$

2.6.9. Palier

Tableau 2-11 : descente de charge palier

Désignation	γ (KN/m ³)	e (m)	G (KN/m ²)
Pp du palier	25	0,15	3,75
Revêtement	21	0,02	0,42
Mortier de pose	20	0,02	0,4
Enduit ciment	20	0,02	0,4

Chapitre 2 : Pré dimensionnement des éléments structuraux

G=	4,97
Q=	2,5

Chapitre 3 : Etude des éléments secondaires

CHAPITRE 3 : ETUDE DES ELEMENTS SECONDAIRES

3.1. Introduction

Les éléments secondaires sont des éléments qui ne participent pas à la résistance du bâtiment et qui ne sont pas soumis à l'action de la force sismique. Dans ce chapitre nous nous proposons de calculer les éléments : balcon, acrotère et escalier.

3.2. Balcon

Le balcon est soumis à une charge permanente uniformément répartie G, une charge concentrée P et une charge d'exploitation Q.

Le calcul se fera en flexion simple sur une bande de 1.5m et une section 100x15.

3.2.1. Calcul des sollicitations

La charge concentrée $P = P_{\text{enduit}} + P_{\text{briques}}$

$$P_{\text{enduit}} = 2 * ep * \gamma * h = 2 \times 0.01 \times 18 \times 1.20 = 0.432 \text{KN}$$

$$P_{\text{briques}} = ep * \gamma * h = 0.1 \times 9 \times 1.20 = 1.08 \text{KN}$$

$$P = 1.51 \text{KN}$$

$$G = 4.75 \times 1.5 = 7.125 \text{KN/m}$$

$$Q = 3.5 \times 1.5 = 5.25 \text{KN/m}$$

A L'ELU

$$G_u = 1.35G + 1.5Q = 1.35 \times 7.125 + 1.5 \times 5.25 = 17.49 \text{KN/m}$$

$$P_u = 1.35P = 1.35 \times 1.51 = 2.04 \text{KN}$$

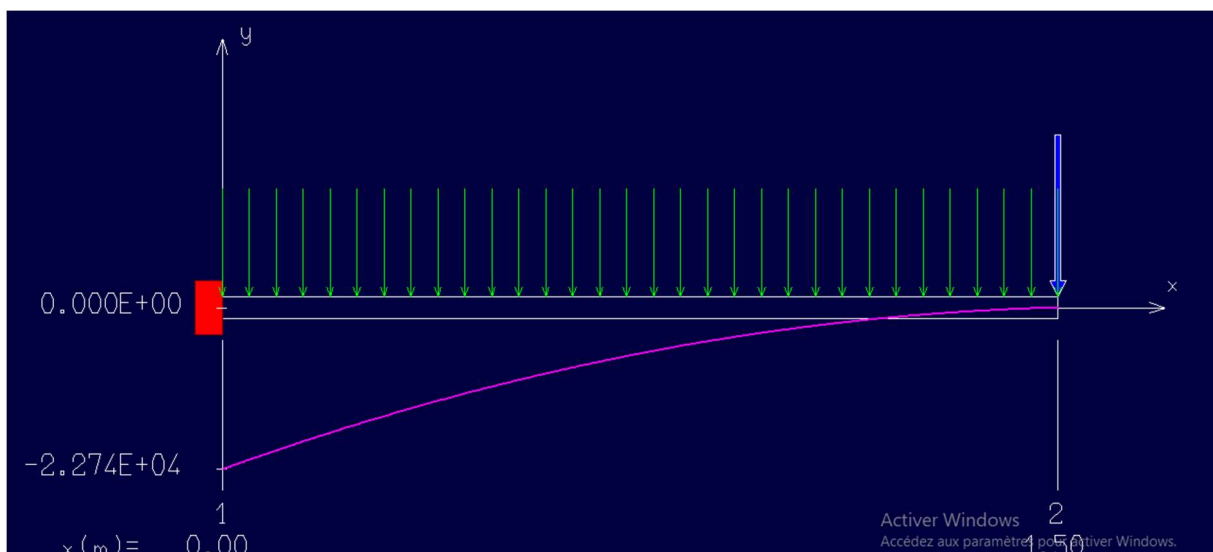


Figure 3-1 : diagramme moment ELU

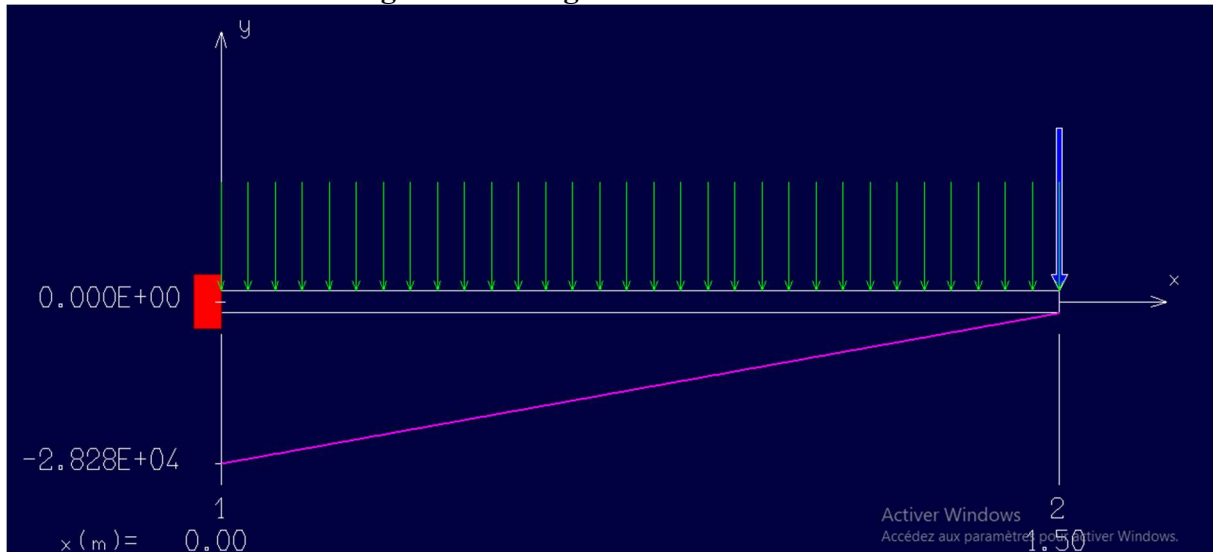


Figure 3-2 : diagramme effort tranchant ELU

Tableau 3-1 : sollicitations du balcon

	Mu (KN.m)	T (KN)
ELU	22.74	28.28
ELS	16.19	20.07

3.2.2. Calcul du ferrillage

Le balcon est exposé aux intempéries, donc la fissuration est préjudiciable.

Voir l'organigramme de calcul en flexion simple en annexe.

ELU

$\mu = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = \frac{22740}{100 \cdot 13.5 \cdot 14.2} = 0,088 < 0,392$ donc ; les armatures de compression ne sont pas nécessaires.

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,088}) = 0,115$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 1 - 0,4 \cdot 0,115 = 0,95$$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ Mpa}$$

$$A_{cal} = \frac{M_u}{\beta d \sigma_s} = 4,08 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 0,23bd \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 100 \times 13,5 \times \frac{2,1}{500} = 1,30 \text{ cm}^2.$$

$$A = \max (A_{\text{cal}}; A_{\min}) = 4,08 \text{ cm}^2$$

Choix : 6HA12 (A=6.79 cm²)

Espacement = 15 cm

Armatures de répartitions :

$$A_r = \frac{A}{4} = 1,98 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Donc on adopte 4HA12/ml → 4,52 cm²/ml Avec : e = 25 cm

ELS

$$G_s = G + Q = 12,375 \text{ KN/m}$$

$$P_s = 1,51 \text{ KN}$$

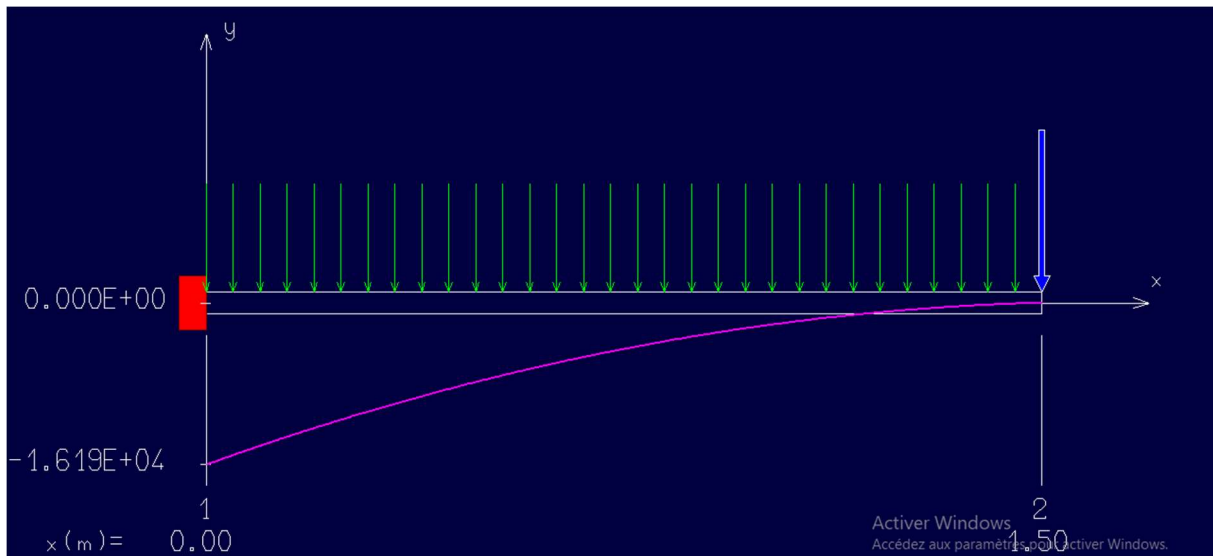


Figure 3-3 : diagramme moment ELS

On doit vérifier :

$$\sigma_s \leq \sigma_{s \text{ adm}}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_{b \text{ adm}}$$

$$\bar{\sigma}_b = 0,6 * F_{c28} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ Mpa}$$

$$\text{Fissuration préjudiciable} \rightarrow \bar{\sigma}_s = \min \left(\frac{2}{3} f_e ; 110 \cdot \sqrt{\eta \cdot f_{t28}} \right)$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left(\frac{2 \cdot 500}{3} ; 110 \cdot \sqrt{1,6 \cdot 2,1} \right) = \min(333,3; 201,63)$$

$$\bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ Mpa}$$

Calcul de la position de l'axe neutre : $S = \frac{b}{2} y^2 + n A's (y-c') - nAs (d-y) = 0$

$$50y^2 + 101.85y - 1375 = 0 ; \quad y = 4.32 \text{ cm}$$

Calcul du moment d'inertie : $I = \frac{b}{3} y^3 + n A's (y-c')^2 + n As (d-y)^2$

$$I = 11270 \text{ cm}^4$$

Où : As : section d'armatures tendues

A's : section d'armatures comprimées

n : 15 coefficient d'équivalence

Vérification :

$$\sigma_b = \frac{M_{ser} \cdot y}{I} = \frac{1619000 \cdot 4.32}{11270} = 6.20 \text{ Mpa} < 15 \text{ Mpa} \quad \text{condition vérifiée}$$

$$\sigma_s = \frac{15 M_{ser}}{I} (d - y) = \frac{15 \cdot 16190}{11270} (13.5 - 4.32) = 197.81 \text{ Mpa} < 201.63 \text{ Mpa} \quad \text{condition vérifiée}$$

Les armatures calculées à l'ELU restent maintenues.

3.2.3. Vérification de l'effort tranchant

$$T = 28.28 \text{ KN}$$

Fissuration préjudiciable, τ_u doit être au plus égale à la plus basse des deux valeurs suivantes :

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,15 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} = 2,50 \text{ Mpa} \\ 4 \text{ Mpa} \end{array} \right. \rightarrow \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa}$$

$$\tau_u = \frac{T}{bd} = \frac{28280}{1000 \cdot 135} = 0,21 \text{ Mpa} < \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa} \dots \text{ CV}$$

3.2.4. Vérification de la flèche

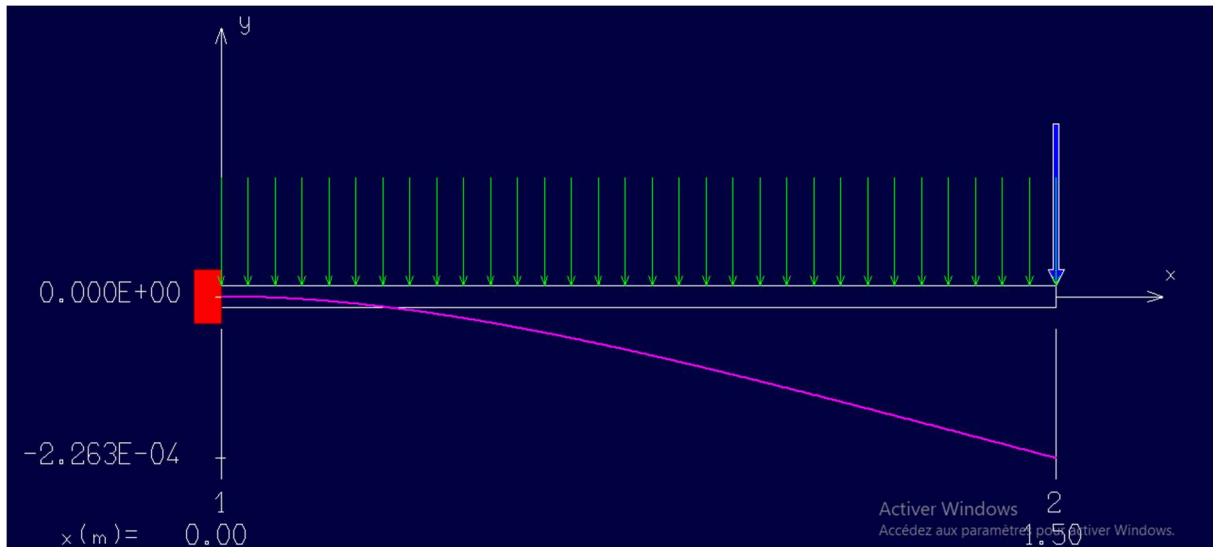


Figure 3-4 : diagramme de la flèche à l'ELU

$$f = 0.02\text{cm} < \bar{f} = \frac{l}{500} = \frac{150}{500} = 0.3\text{cm}$$

Condition vérifiée.

3.2.5. Dessin de ferrailage

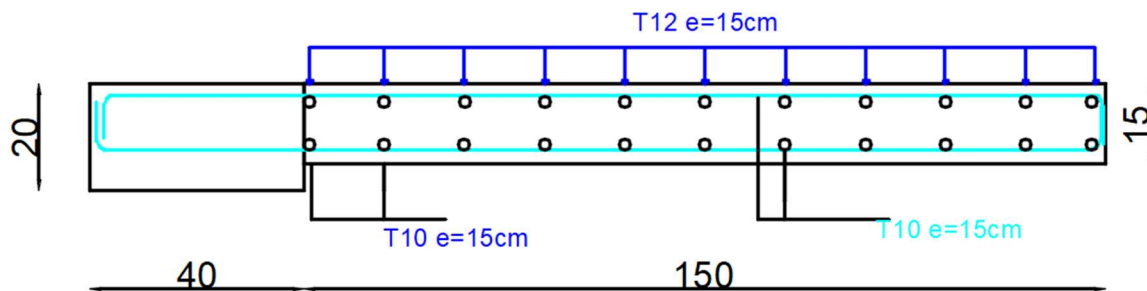


Figure 3-5 : ferrailage du balcon

3.3. Acrotère

L'acrotère sera encasté à sa base, le calcul se fera en flexion composée pour une bande de 1m et la fissuration est considérée préjudiciable du fait qu'il est exposé aux intempéries.

3.3.1. Calcul des sollicitations

L'acrotère est sollicité par :

- Un effort normal dû à son poids propre.
- Une surcharge d'exploitation, on prend le maximum entre (1 KN et F_p)

❖ **Charge permanente**

$$W_p = S * l * \gamma b$$

❖ **Surface de l'acrotère**

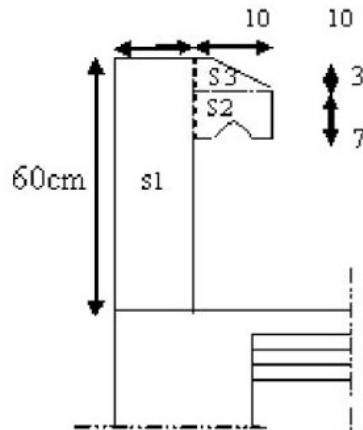


Figure 3-6 : dimension de l'acrotère

$$S1 = 0.6 \times 0.1 = \mathbf{0.06m^2}$$

$$S2 = 0.07 \times 0.1 = \mathbf{0.007m^2}$$

$$S3 = \frac{0.03 \times 0.1}{2} = \mathbf{0.0015m^2}$$

$$S = 0.06 + 0.007 + 0.0015 = \mathbf{0.0685m^2}$$

$$W_p = 0.0685 \times 1 \times 25 \rightarrow \mathbf{W_p = 1.712KN}$$

❖ **Charge d'exploitation**

$$F_p = 4A C_p W_p$$

$A = \mathbf{0.20}$ coefficient d'accélération (Tableau 4.1 RPA99/2003)

$C_p = \mathbf{0.8}$ facteur des forces horizontales (tableau 6.1 RPA99/2003)

$W_p = \mathbf{1.712KN}$ Poids de l'élément considéré

$$F_p = 4 \times 0.2 \times 0.8 \times 1.712 \rightarrow \mathbf{F_p = 1.1KN}$$

$$P = \max (1.1 \text{ KN}; 1 \text{ KN}) \rightarrow \mathbf{P = 1.1 \text{ KN}}$$

❖ **Calcul du moment fléchissant et effort tranchant**

$$G=W_p=1.712\text{KN}$$

$$Q=1.1\text{KN}$$

ELU

$$N_u=1.35 \times 1.712 = \mathbf{2.31 \text{ KN}}$$

$$M_u=1.5 \times F_p \times L = 1.5 \times 1.1 \times 1 = \mathbf{1.65\text{KN.m}}$$

$$T_u=1.1 \times 1.5 = 1.65\text{KN}$$

ELS

$$N_s= \mathbf{1.712\text{KN}}$$

$$M_s=1.1 \times 1 \times 1 = \mathbf{1.1\text{KN.m}}$$

$$T_s=1.1 \times 1 = 1.1\text{KN}$$

3.2.2. Calcul du ferrailage

3.2.2.1. ELU

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{1.65}{2.31} = 71.43\text{cm}$$

$\frac{h}{2} - c' = 5 - 2 = 3\text{cm} < e_0$ N est appliqué à l'extérieur de la section de béton la section est donc partiellement comprimée.

- Vérification de la méthode forfaitaire

On doit vérifier :

$$\frac{l_f}{h} \leq \max\left(15; \frac{20e_1}{h}\right)$$

$$e_1 = \frac{M}{N} + ea = 71.43 + 2 = 73.43\text{cm}$$

$$ea = \max\left(2\text{cm}; \frac{l}{250}\right) = 2\text{cm}$$

$\frac{l_f}{h} = \frac{200}{10} = 20\text{cm} < 73.43\text{cm} \rightarrow$ Le calcul se fait en flexion simple avec les sollicitations suivantes :

$$\begin{cases} N' = N = 2.31\text{KN} \\ M' = N' \left(\frac{M}{N} + ea + e_2 \right) = 2.31(71.43 + 2 + 3.2) = 2\text{KN.m} \end{cases}$$

$$e_2 = \frac{3l_f}{10000h} (2 + \alpha\emptyset) = 3.2\text{cm}$$

$$\emptyset = 2$$

$$\alpha = \frac{Ms(G)}{Ms(G+Q)} = 0$$

$\mu = \frac{M_1}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = \frac{2000}{100 \cdot 9^2 \cdot 14.2} \rightarrow \mu = 0,017 < 0,392$ donc les armatures comprimées ne sont pas nécessaires.

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,017}) = 0.021$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 1 - 0.4 \cdot 0.021 = 0.99$$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ Mpa}$$

$$A_1 = \frac{M_1}{\sigma_s \cdot \beta \cdot d} = \frac{2000}{435 \cdot 0.99 \cdot 9} = 0,52 \text{ cm}^2$$

$$A = A_1 - \frac{N'}{100\sigma_s} = 0.52 - \frac{2310}{100 \cdot 435} = 0.47 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{t28}}{f_e} = 1 \text{ cm}^2$$

Donc on prend : $A_s = \max (A_{\text{cal}} ; A_{\min}) = 1 \text{ cm}^2$.

Choix des armatures : $A_s = 4 \text{ HA10} = 3,14 \text{ cm}^2$ espacement $e=18\text{cm}$

Armatures de répartition

$$A_r = \frac{A}{4} = 0.78 \text{ cm}^2$$

Choix : $4\text{T8} = 2.01 \text{ cm}^2$

3.2.2.2. ELS

Calcul de la position de l'axe neutre :

$$S = \frac{b}{2} y^2 + n A' s (y - c') - n A_s (d - y) = 0$$

$$50y^2 + 47.1y - 423.9 = 0 \quad y = 2.48 \text{ cm}$$

Calcul du moment d'inertie :

$$I = \frac{b}{3} y^3 + n A' s (y - c')^2 + n A_s (d - y)^2$$

$$I = 2510.67 \text{ cm}^4$$

Vérification des contraintes dans le béton

$$\sigma_b = \frac{M_{ser} \cdot y}{I} = \frac{1730 \cdot 2.48}{2510.67} = 1.7 \text{ Mpa} < 15 \text{ Mpa}$$

Condition vérifiée

Vérification des contraintes dans l'acier

$$\sigma_s = \frac{15M_{ser}}{I} (d - y) = \frac{15 \cdot 1730}{2510.67} (9 - 2.48) = 67.40 \text{ Mpa} < 201.63 \text{ Mpa} \quad \text{Condition vérifiée}$$

Les armatures calculées à l'ELU restent maintenues.

3.2.2.3. Vérification au cisaillement

$$T = 1.73 \text{ KN}$$

Fissuration préjudiciable, τ_u doit être au plus égale à la plus basse des deux valeurs suivantes :

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,15 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} = 2,50 \text{ Mpa} \\ 4 \text{ Mpa} \end{array} \right. \rightarrow \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa}$$

$$\tau_u = \frac{T}{bd} = \frac{1730}{1000 \cdot 90} = 0,02 \text{ Mpa} < \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa} \dots \text{ CV}$$

Dessin de ferrailage

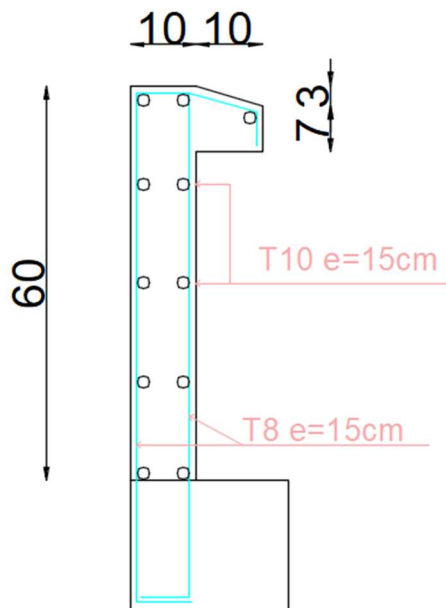


Figure 3-7 : ferrailage de l'acrotère

3.3. Escalier

Les escaliers sont des éléments d'ouvrage qui permettent le passage à pied entre les différents niveaux d'un immeuble qu'ils relient.

3.3.1. Différents éléments de l'escalier

- Emmarchement : largeur de l'escalier qu'on peut emprunter ;
- Giron : distance horizontale entre les nez de deux marches successives ;

- Marche : surface plane de l'escalier où l'on pose les pieds ;
- Contremarche : face verticale reliant, quand elles existent, deux marches successives ;
- Nez de marche : bord extérieur de la marche ;
- Hauteur de marche : distance verticale séparant deux nez de marches successives ;
- Palier : plan horizontal plus large que les marches courantes ;
- Volée : ensemble de marches compris entre deux paliers.

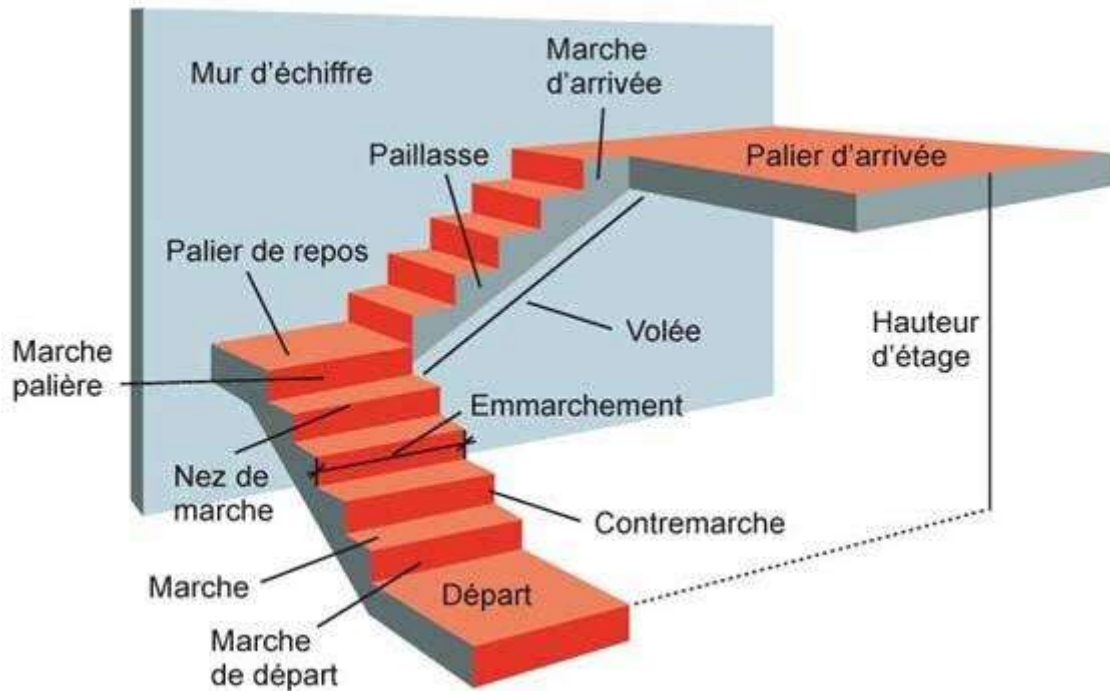


Figure 3-8 : image de l'escalier

3.3.2. Vérification de la loi de Blondel

On a opté pour des escaliers à volées droites avec palier intermédiaire.

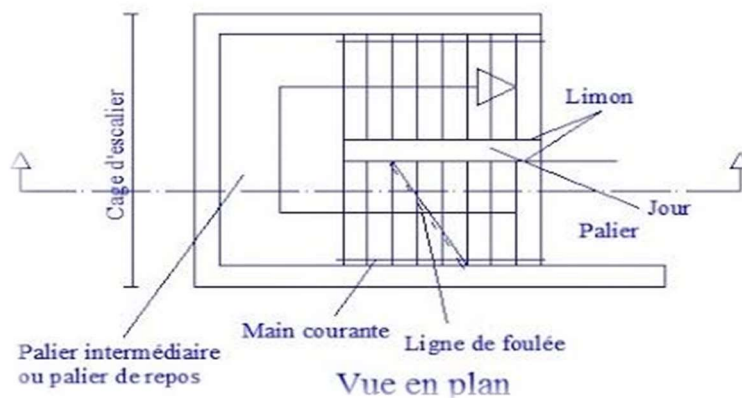


Figure 3-9 : escalier à volées droites avec palier intermédiaire

$$\begin{cases} h = 17\text{cm} \\ g = 30\text{cm} \\ ep = 12\text{cm} \end{cases}$$

$$59\text{cm} \leq g + 2h \leq 66\text{cm} ; g + 2h = 64\text{cm}$$

Condition vérifiée.

3.3.3. Sollicitations de calcul

$$\left\{ \begin{array}{l|l} \text{Paillasse} & \text{Palier} \\ G = 6.72 \text{ KN/m} & G = 4.97 \text{ KN/m} \\ Q = 2.5 \text{ KN/m} & Q = 2.5 \text{ KN/m} \end{array} \right\}$$

Tableau 3-2 : charges palier et paillasse

	ELU (KN/m)	ELS (KN/m)
Paillasse	14.09	10.72
Palier	12.09	8.68

On a utilisé le logiciel RDM6 pour déterminer les moments fléchissant et les efforts tranchants ; les résultats sont consignés ci-dessous :

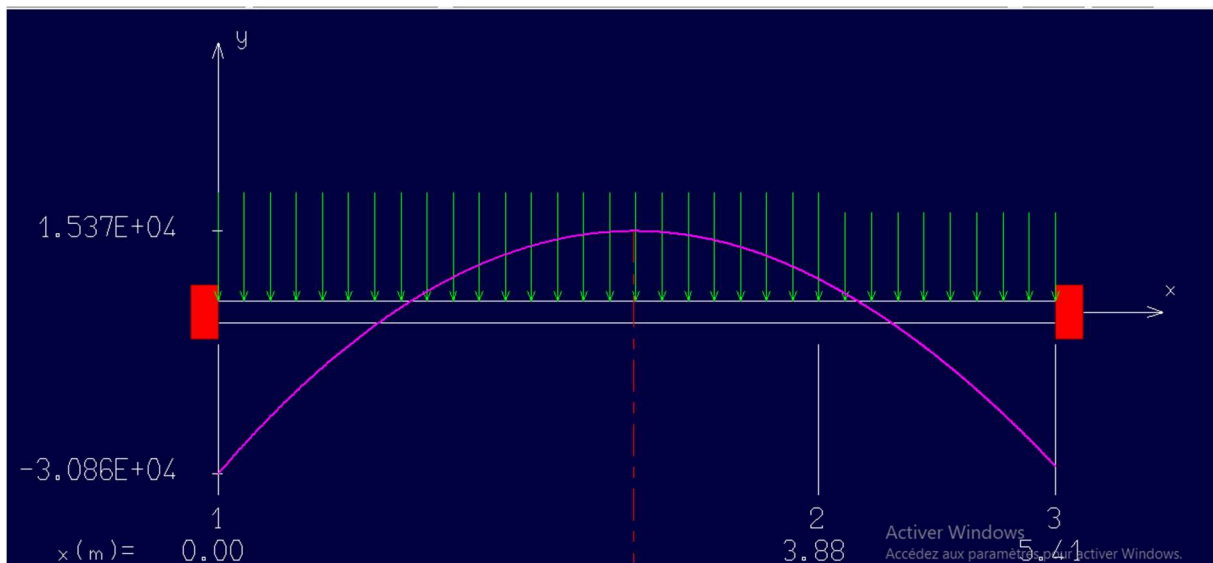


Figure 3-10 : diagramme moment à l'ELU

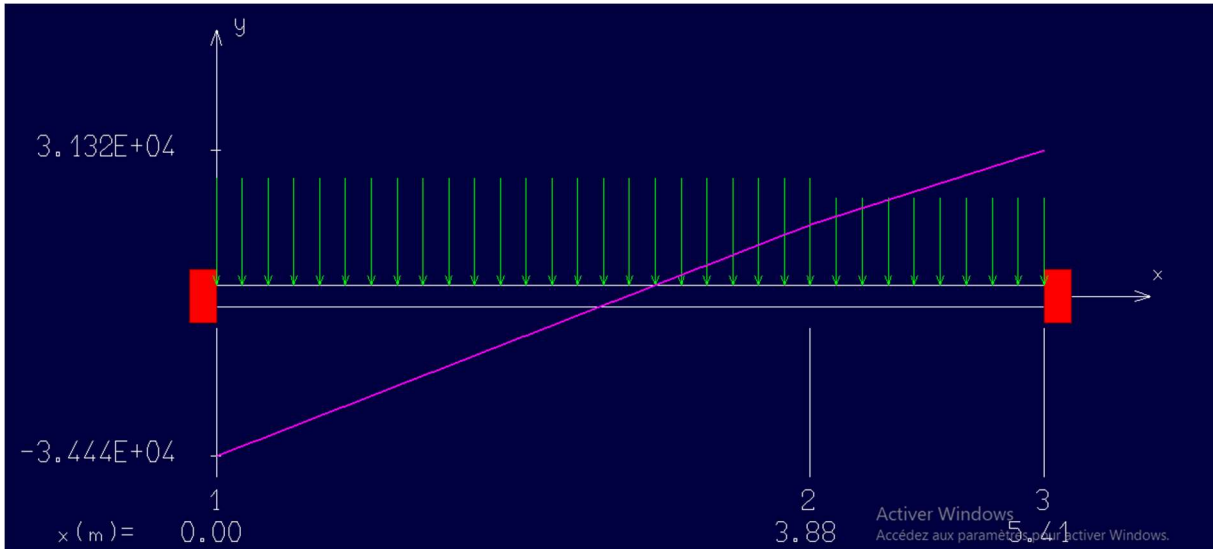


Figure 3-11 : diagramme effort tranchant à l'ELU

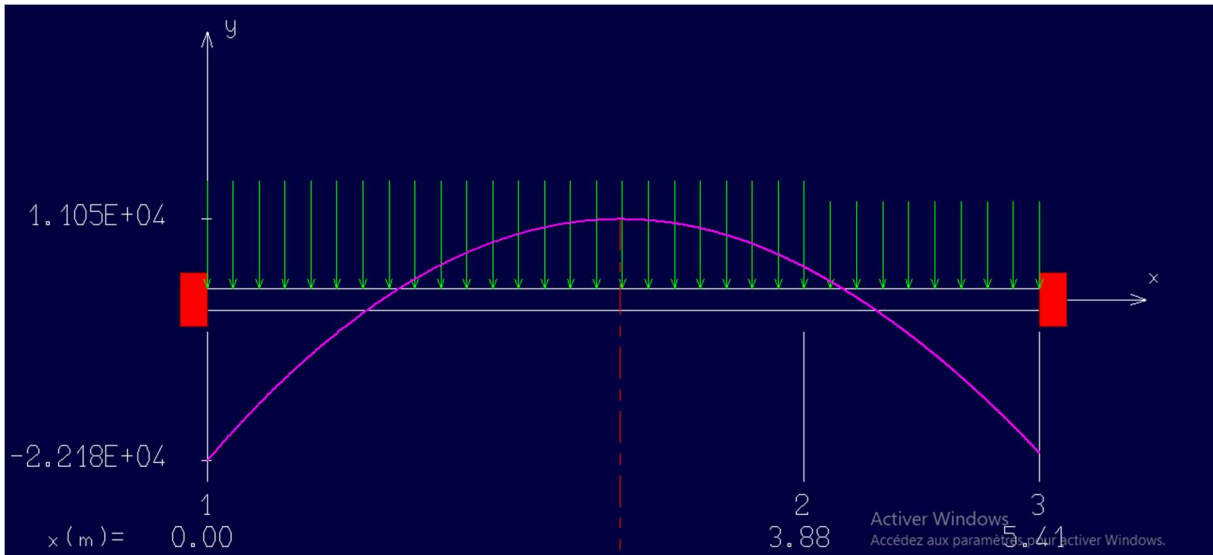


Figure 3-12 : diagramme moment à l'ELS

Tableau 3-3 : Sollicitations escalier

Cas	Mt (KN.m)	Ma (KN.m)	T (KN)
ELU	9.26	26.251	34.4
ELS	6.65	18.85	24.76

3.3.4. Calcul du ferrailage : escalier du RDC

3.3.4.1. En travée

3.3.4.1.1. ELU

$\mu = \frac{M_t}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = 0,158 < 0,392$ donc les armatures de compression ne sont pas nécessaires.

$$\diamond \alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,216$$

$$\diamond \beta = 1 - 0,4\alpha = 1 - 0,4 \cdot 0,216 = 0,91$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ Mpa}$$

$$A_{cal} = \frac{M_t}{\beta d \sigma_s} = 6,14 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{min} = 0,23 b d \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \cdot 100 \cdot 10,8 \cdot \frac{2,1}{500} = 1,043 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A = \max(A_{cal}; A_{min}) = \max(6,14; 1,043) \text{ cm}^2$$

$$A = 6,14 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

$$\text{Choix : 4 HA16} = 8,04 \text{ cm}^2$$

$$e = 25 \text{ cm} \leq \min[3h; 33\text{cm}] = \min[45; 33] \text{ cm} = 33 \text{ cm} \rightarrow \text{condition vérifiée}$$

(DTR cba93 a.7.2.4.2 p97)

Armatures de répartition :

$$A_r = \frac{A}{4} = \frac{8,04}{4} = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$\text{Choix : 4 HA10} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$e = 25 \text{ cm} \leq \min[3h; 45] = \min[45; 45] \text{ cm} = 45 \text{ cm} \rightarrow \text{condition vérifiée}$$

3.3.4.1.2. ELS

- **Calcul de la position de l'axe neutre :**

$$S = \frac{b}{2} y^2 + n A' s (y - c') - n A s (d - y) = 0$$

$$50y^2 + 120,6 - 1302,5 = 0; \quad y = 4,04 \text{ cm}$$

- **Calcul du moment d'inertie :**

$$I = \frac{b}{3} y^3 + n A' s (y - c')^2 + n A s (d - y)^2$$

$$I=7709.11\text{cm}^4$$

- Vérification des contraintes dans le béton

$$\sigma_b = \frac{M_{ser} \cdot y}{I} = \frac{18850 \cdot 4.04}{7709.11} = 9.88\text{Mpa} < 15\text{Mpa} \quad \text{Condition vérifiée}$$

- Vérification des contraintes dans l'acier

$$\sigma_s = \frac{15M_{ser}}{I} (d - y) = \frac{15 \cdot 18850}{7709.11} (10.8 - 4.04) = 247.94\text{Mpa} > 201.63\text{Mpa} \quad \text{Condition non vérifiée}$$

On recalcule les armatures à l'ELS

$$\mu_s = \frac{M_{ser}}{b \cdot d^2 \cdot \bar{\sigma}_s} = 0.008 < 0.392$$

$$K1 = 21.76; \beta_1 = 0.864$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{\beta_1 d \bar{\sigma}_s} = 10.01\text{cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{\bar{\sigma}_s}{K1} = 9.26\text{Mpa} < 15\text{Mpa} \quad \text{Condition vérifiée}$$

$$\text{Choix : } 5\text{HA}16 = 10.05\text{cm}^2$$

3.3.4.2. En appui :

3.3.4.2.1. ELU

$$\mu = \frac{M_t}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = 0,058 < 0,392 \quad \text{les armatures de compression ne sont donc pas nécessaires.}$$

$$\diamond \alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,075$$

$$\diamond \beta = 1 - 0,4\alpha = 0,97$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 348 \text{ Mpa}$$

$$A_{cal} = \frac{M_t}{\beta d \sigma_s} = 2.03\text{cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{min} = 1.043\text{cm}^2/\text{ml}$$

$$A = \max(A_{cal}; A_{min}) = \max(2.03; 1.043) \text{ cm}^2$$

$$A = 2.03\text{cm}^2 / \text{ml}$$

$$\text{Choix : } 4\text{T}12 = 4.52 \text{ cm}^2$$

$$e = 25 \text{ cm} \leq \min[3h; 33\text{cm}] = \min[45; 33] \text{ cm} = 33 \text{ cm} \rightarrow \text{condition vérifiée}$$

Armatures de répartition :

$$A_r = \frac{A}{4} = \frac{4.52}{4} = 1,13 \text{ cm}^2$$

Choix : 4T10 = 3,14 cm²

$e = 25 \text{ cm} \leq \min [3h; 45] = \min [45 ; 45] \text{ cm} = 45 \text{ cm} \rightarrow$ condition vérifiée

3.3.4.2.2. ELS

- **Calcul de la position de l'axe neutre :**

$$S = \frac{b}{2} y^2 + n A' s (y - c') - n A s (d - y) = 0$$

$$50y^2 + 120.6 - 1302.5 = 0 ; \quad y = 3.21 \text{ cm}$$

- **Calcul du moment d'inertie :**

$$I = \frac{b}{3} y^3 + n A' s (y - c')^2 + n A s (d - y)^2$$

$$I = 5008 \text{ cm}^4$$

- **Vérification des contraintes dans le béton**

$$\sigma_b = \frac{M_{ser} \cdot y}{I} = \frac{6650 \cdot 3.21}{5008} = 4.26 \text{ Mpa} < 15 \text{ Mpa}$$

Condition vérifiée

- **Vérification des contraintes dans l'acier**

$$\sigma_s = \frac{15 M_{ser}}{I} (d - y) = \frac{15 \cdot 6650}{5008} (10.8 - 3.21) = 151.18 \text{ Mpa} < 201.63 \text{ Mpa} \quad \text{Condition vérifiée}$$

Les armatures calculées à l'ELU restent maintenues.

3.3.4.3. Vérification au cisaillement

$$T = 34.4 \text{ KN}$$

Fissuration préjudiciable, τ_u doit être au plus égale à la plus basse des deux valeurs suivantes :

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,15 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} = 2,50 \text{ Mpa} \\ 4 \text{ Mpa} \end{array} \right. \rightarrow \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa}$$

$$\tau_u = \frac{T}{bd} = \frac{34400}{1000 \cdot 108} = 0,32 \text{ Mpa} < \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa} \dots \text{ CV}$$

Dessin de ferrailage

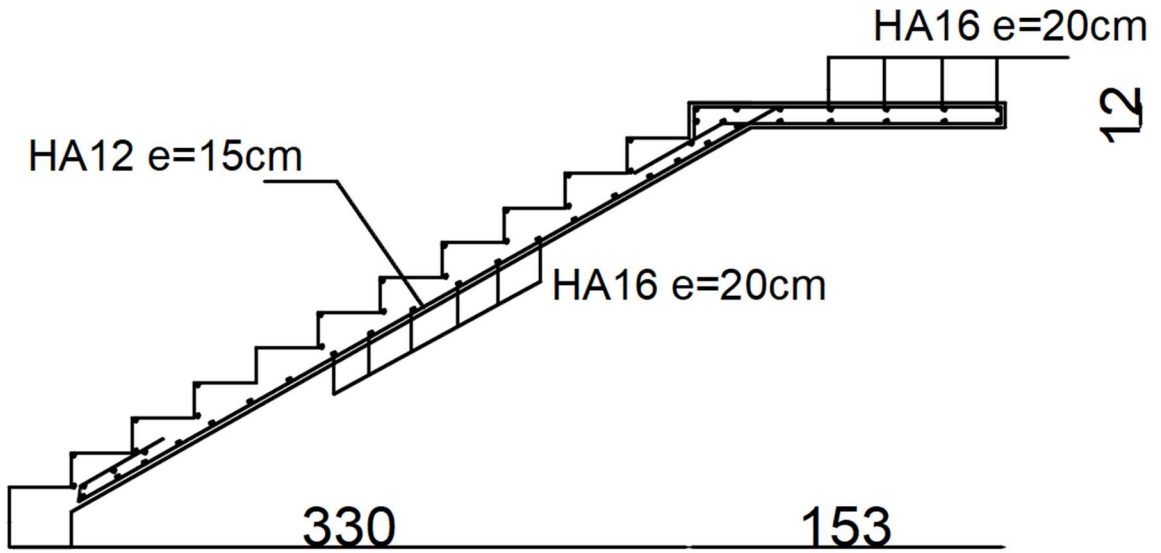


Figure 3-13 : ferrailage de l'escalier

Chapitre 4 : Modélisation et vérification RPA

CHAPITRE 4 : MODELISATION ET VERIFICATION RPA

4.1.Introduction

Toute structure implantée en zone sismique est susceptible de subir durant sa durée de vie une excitation dynamique de nature sismique. Ainsi le calcul d'un bâtiment vis-à-vis du séisme vise à évaluer les charges susceptibles d'être engendrées dans le système structural lors du séisme.

Le but de ce chapitre est donc de définir un modèle de structure qui vérifie toutes les conditions et critères de sécurité exigés par le règlement parasismique algérien RPA99/2003.

Pour notre projet, la détermination de ces efforts est conduite par le logiciel ROBOT version 2023.

4.2.Choix de la méthode de calcul

En Algérie, la conception parasismique des structures est régie par un règlement en vigueur à savoir le "RPA99 modifié en 2003". Ce dernier propose trois méthodes de calcul de la réponse sismique ;

- 1- La méthode statique équivalente.
- 2- La méthode d'analyse modale spectrale.
- 3- La méthode d'analyse dynamique par accélérogramme.

4.2.1. Méthode statique équivalente

Principe

Les forces réelles dynamiques qui se développent dans la construction sont remplacées par un système de forces statiques fictives dont les effets sont considérés équivalents à ceux de l'action sismique.

Le mouvement du sol peut se faire dans une direction quelconque dans le plan horizontal.

Les forces sismiques horizontales équivalentes seront considérées appliquées successivement suivant deux directions orthogonales caractéristiques choisies par le projecteur. Dans le cas général, ces deux directions sont les axes principaux du plan horizontal de la structure.

Conditions d'application :

- Le bâtiment ou bloc étudié satisfait aux conditions de régularité en plan et en élévation avec une hauteur au plus égale à 65m en zone I et II, et à 30m en zone III ;
- Le bâtiment ou bloc étudié présente une configuration irrégulière tout en respectant les conditions complémentaires exigés par le RPA (Art 4.1.2). Les bâtiments concernés

appartenant au groupe d'usage 2 ne doivent pas dépasser 17m de hauteur ou 5 niveaux en zone II.

Remarque : Notre structure ne satisfait aucune des conditions ci-dessus, nous dépassons les 17m ou 5 niveaux et la structure n'est pas régulière en plan.

4.2.2. Méthode modale spectrale

Elle peut être utilisée dans tous les cas mais surtout, dans le cas où la méthode statique équivalente n'est pas applicable.

Principe

Il est recherché pour chaque mode de vibration le maximum des effets engendrés dans la structure par les forces sismiques, représentées par un spectre de calcul, ces effets sont par suite combinés pour obtenir la réponse de la structure.

Cette méthode est basée sur les hypothèses suivantes :

- Concentration des masses au niveau des planchers ;
- Seuls les déplacements horizontaux des nœuds sont pris en compte ;
- Le nombre de modes à prendre en compte est tel que la somme des coefficients de ces modes soit au moins égale à 90% ;
- Ou que tous les modes ayant une masse modale effective supérieure à 5% de la masse totale de la structure soient retenus pour la détermination de la réponse totale de la structure.

Le minimum de modes à retenir est de trois (3) dans chaque direction considérée.

Dans le cas où les conditions décrites ci-dessus ne peuvent pas être satisfaites à cause de l'influence importante des modes de torsion, le nombre minimal de modes (K) à retenir doit être tel que :

$$K \geq 3\sqrt{N} \quad \text{Et} \quad T_K \leq 0.20 \text{ sec}$$

Où : N est le nombre de niveaux au-dessus de sol et T_K la période du mode K.

4.2.3. Méthode d'analyse dynamique par accélérogramme

Elle peut être utilisée au cas par cas par un personnel qualifié, ayant justifié auparavant les choix des séismes de calcul et des lois de comportement utilisées ainsi que la méthode d'interprétation des résultats et les critères de sécurité à satisfaire.

4.3.Méthode d'analyse spectrale

La structure étudiée ne répond pas aux conditions d'application de la méthode statique équivalent, le calcul se fera donc avec la méthode dynamique modale spectrale.

Le règlement recommande le spectre de réponse de calcul donné par la fonction suivante :

$$\frac{S_a}{g} = \begin{cases} 1,25A \left(1 + \frac{T}{T_1} \left(2,5\eta \frac{Q}{R} - 1 \right) \right) & 0 \leq T \leq T_1 \\ 2,5\eta(1,25A) \frac{Q}{R} & T_1 \leq T \leq T_2 \\ 2,5\eta(1,25A) \frac{Q}{R} \left(\frac{T_2}{T} \right)^{2/3} & T_2 \leq T \leq 3,0s \\ 2,5\eta(1,25A) \frac{Q}{R} \left(\frac{T_2}{3} \right)^{2/3} \left(\frac{3}{T} \right)^{5/3} & T \geq 3,0s \end{cases}$$

Avec :

g : Accélération de la pesanteur

A : Coefficient d'accélération de zone ;

η : Facteur de correction d'amortissement (quand l'amortissement est différent de 5%).

ξ : Pourcentage d'amortissement critique ;

R : Coefficient de comportement de la structure. Il est fonction du système de contreventement.

T_1, T_2 : Périodes caractéristiques associées à la catégorie de site ;

Q : Facteur de qualité ($Q = 1 \pm \sum_1^6 P_q$).

4.3.1. Détermination des paramètres du spectre de réponse

4.3.1.1. Coefficient d'accélération de zone

L'ouvrage est appartient au groupe d'usage 1B, l'implantation de ce bâtiment se fera dans la wilaya d'ORAN (zone IIa) : on obtient **A=0.20** (RPA99/2003, tableau 4.1)

4.3.1.2. Facteur de correction d'amortissement

$$\eta = \sqrt{\frac{7}{(2 + \xi)}} \geq 0,7$$

$\xi = 10\%$ (Voiles ou murs)

(RPA99/2003, tableau 4.2);

$$\eta = \sqrt{\frac{7}{2+\xi}} = \sqrt{\frac{7}{2+10}} = 0.764 > 0.7$$

4.3.1.3. Coefficient de comportement de la structure

R=3.5 (voiles porteurs)

(RPA99/2003 tableau 4.3)

4.3.1.4. Facteur de qualité (RPA99/2003 tableau 5)

a) Conditions minimales sur les files de contreventement

Système voile : on a le rapport hauteur d'étage/largeur > 0.67.

Ce critère est non observé : Pq=0.05.

b) Redondance en plan

Le rapport entre les valeurs maximale et minimale d'espacement entre les files de voiles dépasse 1.5. Pq=0.05.

c) Régularité en plan

Le bâtiment ne présente pas une configuration symétrique (forme L).

La distance entre le centre de masses et de rigidité dépasse 15% de la dimension du bâtiment à certains niveaux.

Le rapport $\frac{ex}{Lx} = 0.27 > 0.47$ et $\frac{ey}{Ly} = 0.42 > 0.25$.

Le critère n'est pas observé Pq=0.05.

d) Régularité en élévation

Le bâtiment est considéré régulier en élévation Pq=0.

e) Contrôle qualité des matériaux et qualité d'exécution

Pour des mesures de sécurité, nous allons considérer les matériaux non contrôlés (Pq=0.05) et la qualité d'exécution non satisfaisante (Pq=0.10).

Tableau 4.1: Pénalités du facteur de qualité

Critère « q »	P _q
1. Conditions minimales sur les files de contreventement	0.05
2. Redondance en plan	0.05
3. Régularité en plan	0.05
4. Régularité en élévation	0.00
5. Contrôle de la qualité des matériaux	0.05
6. Contrôle de la qualité de l'exécution	0.10
Σ	0.30

$$Q = 1 + 0.30 = 1.30$$

4.3.1.5. Périodes caractéristiques du site

Nous sommes en site ferme S2 : $T_1=0,15$ s et $T_2=0,4$ s (RPA99/2003 tableau 4.7)

Une fois le spectre de réponse injecté dans le fichier de données la réponse sismique est obtenue sous différentes combinaisons de charges (G, Q et E).

4.3.2. Poids total de la structure

W est égal à la somme des poids W_i calculés à chaque niveau

$$W_i = W_{Gi} + \beta W_{Qi}$$

W_{Gi} : poids du aux charges permanentes et à celles des équipements fixes éventuels, solidaires de la structure ;

W_{Qi} : charges d'exploitation

$\beta = 0.2$: Coefficient de pondération en fonction de la nature et de la durée de la charge d'exploitation (Tableau 4.5)

D'après les calculs du logiciel robot nous avons obtenus $W=245273.54$ KN.

4.3.3. Combinaisons d'actions

ELU : $1.35G+1.5Q$

ELS : $G+Q$

Accidentelle : $0.8G \mp E$

4.4.Modélisation

Position des voiles

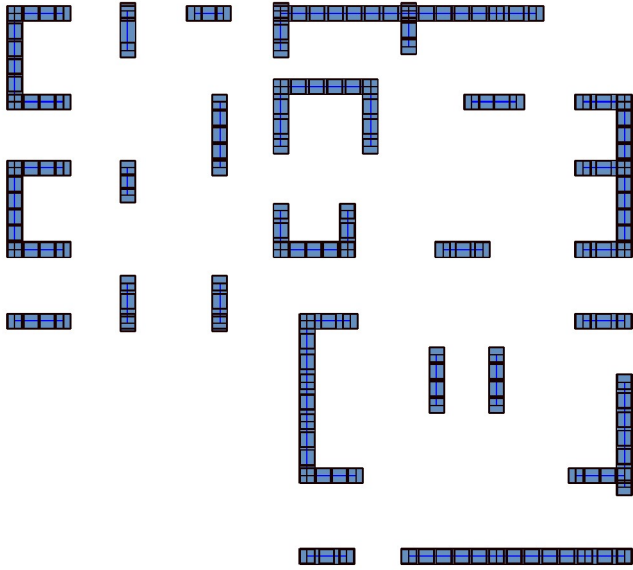


Figure 4-1 : disposition finale des voies

Structure modélisée

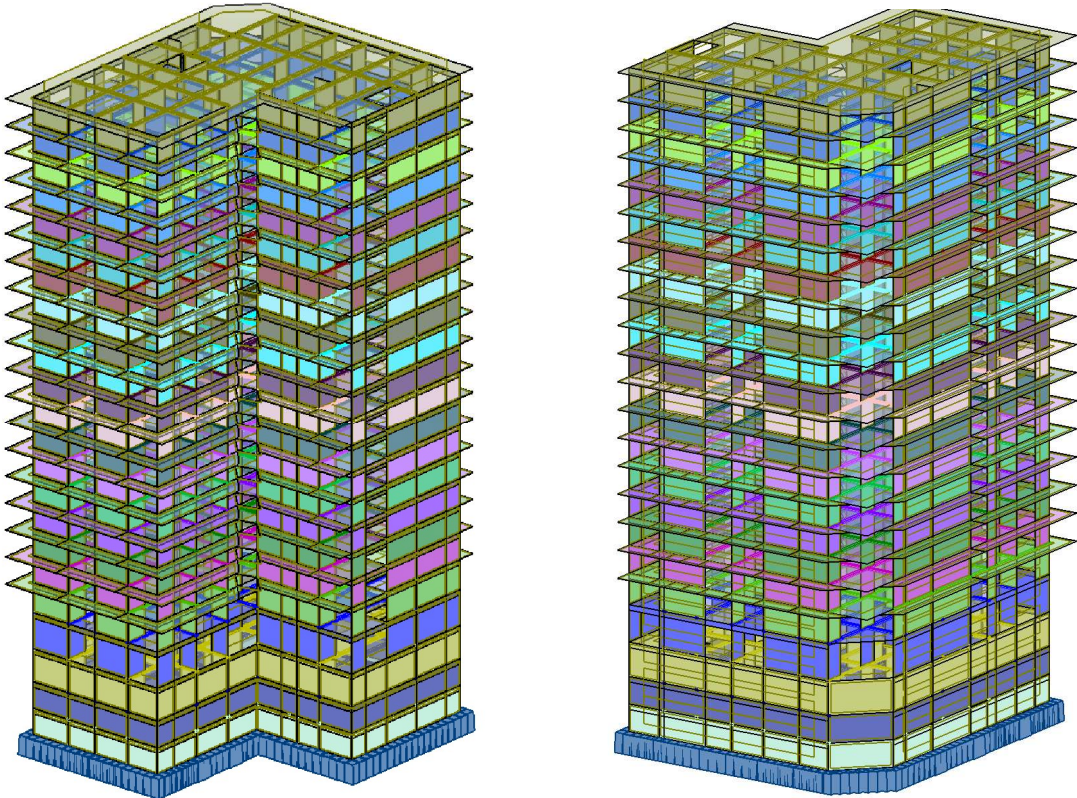


Figure 4-2 : vue de la structure modélisée

4.5. Calcul de la force sismique par la méthode statique équivalente

Cette force V appliquée à la base de la structure doit être calculée successivement dans les deux directions horizontales par la formule suivante :

$$V = \frac{A.D.Q}{R} W$$

Avec :

D : Facteur d'amplification dynamique moyen, il est en fonction de la catégorie de site, de facteur de correction d'amortissement (η) et de période fondamentale de la structure (T).

$$D = \begin{cases} 2.5\eta & 0 \leq T \leq T_2 \\ 2.5\eta(T_2/T)^{\frac{2}{3}} & T_2 \leq T \leq 3.0s \\ 2.5\eta(T_2/3.0)^{\frac{2}{3}}(3.0/T)^{\frac{5}{3}} & T \geq 3.0s \end{cases}$$

4.5.1. Estimation de la période fondamentale de la structure (T)

La valeur de la période fondamentale (T) de la structure peut être estimée à partir des formules empiriques ou calculées par des méthodes analytiques ou numériques.

Les formules empiriques à utiliser selon le **RPA99/version 2003** sont :

$$T = \min \begin{cases} T = 0,09 \frac{h_N}{\sqrt{D}} \\ T = C_T \times h_N^{3/4} \end{cases}$$

C_T : Coefficient, fonction de système de contreventement, du type de remplissage et donné par le tableau 4.6.

$C_T = 0,05$ (Contreventement assuré partiellement ou totalement par des voiles en BA)

$h_N = 72.3m$ (Hauteur mesurée à partir de la base de la structure jusqu'au dernier niveau)

D : est la dimension du bâtiment mesurée à sa base dans la direction de calcul considéré :

$$D_x = 33.77m$$

$$D_y = 30.59m$$

AN:

$$T = C_T \times h_N^{3/4} = 0,05 \times (72.30)^{3/4} = \underline{\underline{1.24s}} \text{ (dans les deux directions)}$$

$$T_x = 0.09 \frac{hn}{\sqrt{D_x}} = \underline{\underline{1.12s}}$$

$$T_y = 0.09 \frac{hn}{\sqrt{D_y}} = \underline{\underline{1.18s}}$$

$$T_x = \min (1.24; 1.12) = \underline{\underline{1.12s}}$$

$$T_y = \min (1.24; 1.18) = \underline{\underline{1.18s}}$$

4.5.2. Facteur d'amplification dynamique

$$\Rightarrow T_2 \leq (T_x \text{ et } T_y) < 3s \Rightarrow D = 2,5\eta \left(\frac{T_2}{T} \right)^{2/3}$$

$$D_x = \underline{\underline{0.961}}$$

$$D_y = \underline{\underline{0.930}}$$

4.5.3. Force sismique V

$$V_x = \frac{A_x D_x Q}{R} x W = \frac{0,20 \times 0,961 \times 1,3}{3,5} x 245273.54 = \underline{\underline{17515.3KN}}$$

$$V_y = \frac{A_y D_y Q}{R} x W = \frac{0,20 \times 0,930 \times 1,3}{3,5} x 245273.54 = \underline{\underline{16947.29 KN}}$$

4.6. Résultats de calcul

Tableau 4-1 : résultats dynamiques

Cas	Mode	Période sec	Somme UX	Somme UY	UX (%)	UY (%)
Modale	1	1,44	58,26	0,39	58,26	0,39
Modale	2	1,39	58,66	62,06	0,40	61,67
Modale	3	0,84	60,77	62,06	2,12	0,00
Modale	4	0,36	60,99	78,48	0,22	16,42
Modale	5	0,33	78,79	78,72	17,79	0,24
Modale	6	0,23	78,82	78,72	0,04	0,00
Modale	7	0,16	78,89	85,59	0,06	6,88
Modale	8	0,15	85,99	85,65	7,10	0,06
Modale	9	0,12	85,99	85,65	0,00	0,00
Modale	10	0,12	85,99	85,65	0,00	0,00
Modale	11	0,12	85,99	85,65	0,00	0,00

Chapitre 4 : Modélisation et vérification RPA

Modale	12	0,11	85,99	85,66	0,00	0,01
Modale	13	0,1	86,04	89,67	0,05	4,01
Modale	14	0,09	89,94	89,7	3,91	0,03
Modale	15	0,08	89,94	89,7	0,00	0,00
Modale	16	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	17	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	18	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	19	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	20	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	21	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	22	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	23	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	24	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	25	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	26	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	27	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	28	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	29	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	30	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	31	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	32	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	33	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	34	0,08	89,95	89,7	0,00	0,00
Modale	35	0,07	90	92,31	0,05	2,61
Modale	36	0,07	90,01	92,5	0,01	0,19
Modale	37	0,06	92,64	92,52	2,64	0,02
Modale	38	0,06	92,64	92,52	0,00	0,00
Modale	39	0,05	92,64	92,52	0,00	0,00

Modale	40	0,05	92,64	92,52	0,00	0,00
--------	----	------	-------	-------	------	------

Le calcul terminé, nous avons d'après les résultats :

- $1.3T_{emp} > T_{dyn}$

Tableau 4-2 : périodes empiriques et dynamiques

<i>Hn</i>	<i>Dx</i>	<i>Dy</i>	<i>Ct</i>	<i>T</i>	<i>Tx</i>	<i>Ty</i>
72,3	33,77	30,59	0,05	1,24	1,12	1,18
<i>Tx (Emp)</i>	1,12	1.3 <i>Tx</i>	1,46	>	<i>Tx mod(Dyn)</i>	1,44
<i>Ty (Emp)</i>	1,18	1.3 <i>Ty</i>	1,53	>	<i>Ty mod(Dyn)</i>	1,39

- Le premier mode est une translation suivant x ;
- Le deuxième, une translation suivant y ;
- Le troisième, une torsion ;
- Les facteurs de participation massiques dépassent les 90% au 37^{ème} mode sens x et au 35^{ème} mode pour le sens y.

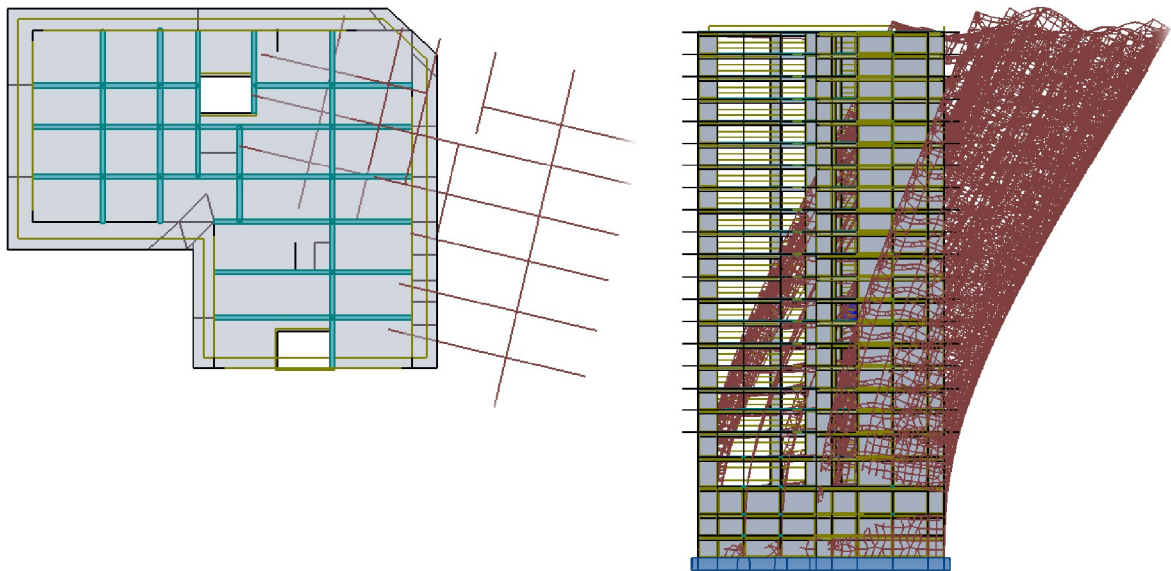


Figure 4-3 : Le 1^{er} mode est une translation suivant x

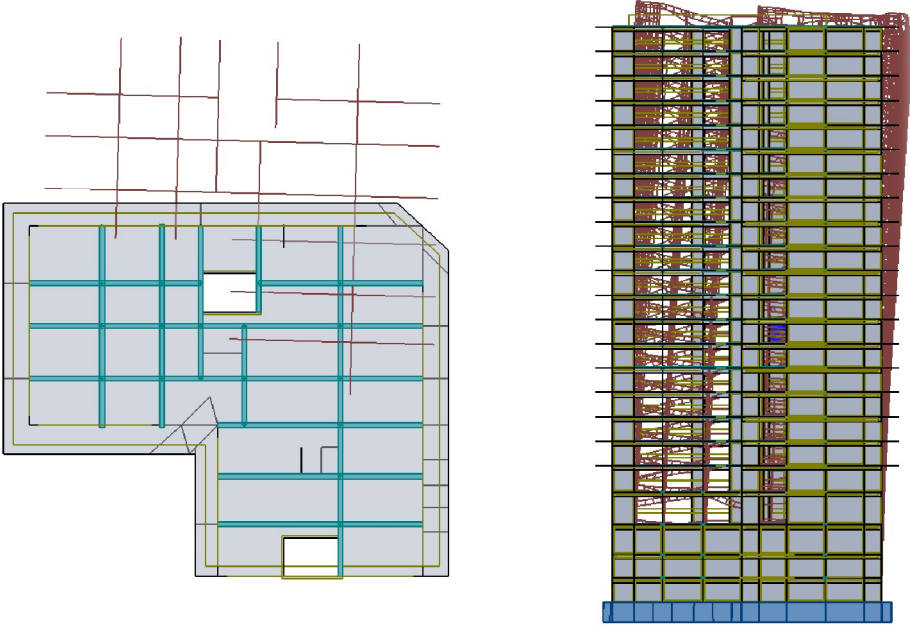


Figure 4-4 : le 2^{ème} mode est une translation suivant y

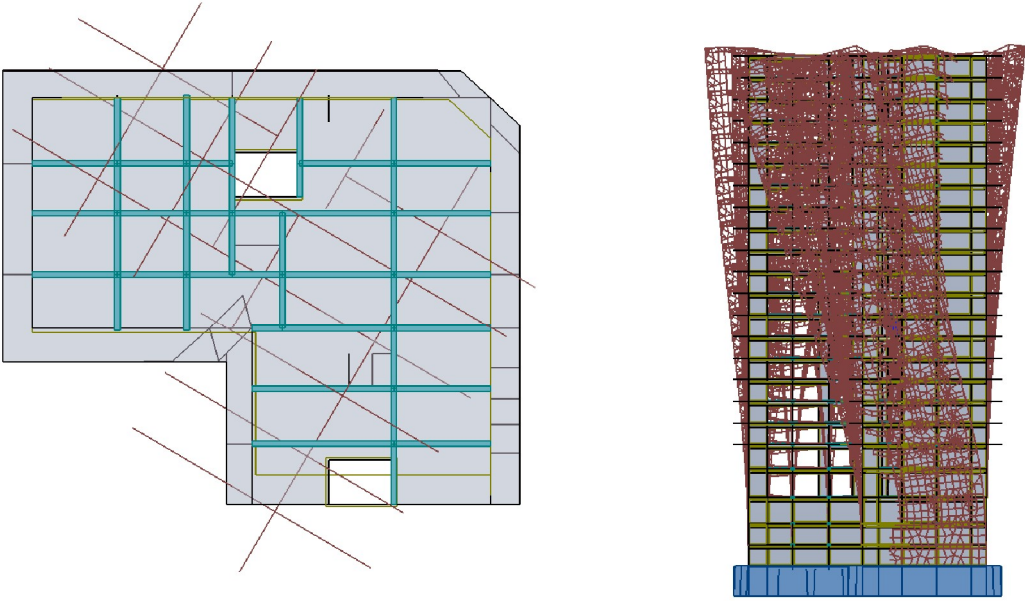


Figure 4-5 : le 3^{ème} mode est une torsion

4.6.1. Résultante des forces sismiques de calcul

La résultante des forces sismiques à la base V_t obtenue par combinaison des valeurs modales ne doit pas être inférieure à 80 % de la résultante des forces sismiques déterminée par la méthode statique équivalente V pour une valeur de la période fondamentale donnée par la formule empirique appropriée. ‘ $V_t > 0,8V$ ’.

Si $V_t < 0,8V$ il faudra augmenter tous les paramètres de la réponse (forces, déplacements, moments ...) dans le rapport : $r = \frac{0,8V}{V_t}$. (RPA 99V2003 page 36)

Où :

V_t : tiré du logiciel de calcul (modale spectrale)

V : obtenu par la méthode statique équivalente

Tableau 4-3 : résultante des forces sismiques

Sens	V_t (KN)	$0,8V_t$	V (KN)	$0,8V_t \leq V$
X	17515,3	14012,24	257807,8	OK
Y	16947,3	13557,84	267399,51	OK

Nous avons la résultante de la force sismique obtenue par le logiciel supérieure à 80% de la force sismique calculée par la méthode statique équivalente dans les deux directions. **Condition vérifiée.**

4.6.2. Evaluation des excentricités

Nous avons à calculer selon le RPA les excentricités théorique et accidentelle suivant les directions x et y puis procéder au calcul avec la plus grande des deux valeurs.

- Excentricité théorique

$$\begin{cases} E_x = X_m - X_t \\ E_y = Y_m - Y_t \end{cases}$$

X_m ; Y_m : coordonnées du centre de masse ;

X_t ; Y_t : coordonnées du centre de torsion ;

- Excentricité accidentelle

$$\begin{cases} E_{accx} = 0.05 * \max(L_x, L_y) = 1.54m \\ E_{accy} = 0.05 * \max(L_x, L_y) = 1.54m \end{cases}$$

L_x ; L_y : dimensions de la structure en plan (33.77m ; 30.59m)

Tableau 4-4 : valeurs excentricité théorique et accidentelle

Niveau	G (Xm, Ym)	R (Xt, Yt)	Ex théo	Ey théo	5% max (Lx, Ly)	Ex adopté	Ey adopté
Etage 1	18,50 17,50	19,27 21,36	0,76	3,87	1,54	1,54	3,87
Etage 2	18,47 17,48	19,27 21,36	0,79	3,88	1,54	1,54	3,88
Etage 3	18,51 17,51	8,49 23,23	10,02	5,72	1,54	10,02	5,72
Etage 4	18,64 17,51	19,11 19,86	0,47	2,36	1,54	1,54	2,36
Etage 5	18,43 17,77	19,11 19,86	0,68	2,09	1,54	1,54	2,09
Etage 6	18,50 17,59	19,11 19,87	0,61	2,27	1,54	1,54	2,27
Etage 7	18,42 17,65	19,11 19,87	0,69	2,22	1,54	1,54	2,22
Etage 8	18,44 17,63	19,11 19,87	0,67	2,23	1,54	1,54	2,23
Etage 9	18,45 17,63	19,11 19,87	0,66	2,24	1,54	1,54	2,24
Etage 10	18,45 17,63	19,11 19,87	0,66	2,24	1,54	1,54	2,24
Etage 11	18,45 17,59	19,11 19,87	0,66	2,28	1,54	1,54	2,28
Etage 12	18,45 17,60	19,11 19,87	0,66	2,28	1,54	1,54	2,28
Etage 13	18,45 17,60	19,11 19,87	0,66	2,28	1,54	1,54	2,28
Etage 14	18,45 17,59	19,11 19,87	0,66	2,28	1,54	1,54	2,28
Etage 15	18,45 17,59	19,11 19,87	0,66	2,28	1,54	1,54	2,28
Etage 16	18,44 17,56	19,11 19,87	0,66	2,32	1,54	1,54	2,32
Etage 17	18,44 17,56	19,11 19,87	0,66	2,32	1,54	1,54	2,32
Etage 18	18,44 17,56	19,11 19,87	0,66	2,32	1,54	1,54	2,32
Etage 19	18,44 17,55	19,11 19,87	0,66	2,32	1,54	1,54	2,32
Etage 20	18,44 17,56	19,11 19,87	0,66	2,32	1,54	1,54	2,32
Etage 21	18,44 17,51	19,10 19,88	0,67	2,37	1,54	1,54	2,37
Etage 22	18,44 17,51	19,10 19,88	0,67	2,37	1,54	1,54	2,37
Etage 23	18,58 17,44	19,10 19,13	0,52	1,7	1,54	1,54	1,7

4.6.3. Vérification des déplacements inter-étages

Les déplacements relatifs latéraux d'un étage par rapport aux étages qui lui sont adjacents ne doivent pas dépasser 1% de la hauteur d'étage à moins qu'il ne puisse être prouvé qu'un plus grand déplacement relatif peut être toléré.

$$\Delta k * R \leq \frac{hk}{100}$$

Δk : déplacement relatif à l'étage k par rapport au niveau k-1.

R : coefficient de comportement.

Hk : hauteur de l'étage k.

Tableau 4-5 : vérification déplacement inter-étages

Niveaux	h (mm)	R*Δkx (mm)	R*Δky (mm)	0.01h (mm)	Observation Δkx < 0,01h	Observation Δky < 0,01h
Etage 1	3000	0,1	0,1	30	vérifiée	vérifiée
Etage 2	3000	0,1	0,2	30	vérifiée	vérifiée
Etage 3	3740	0,3	0,3	37,4	vérifiée	vérifiée
Etage 4	4080	0,6	0,7	40,8	vérifiée	vérifiée
Etage 5	3400	0,8	0,8	34	vérifiée	vérifiée
Etage 6	3060	0,7	0,8	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 7	3060	0,9	0,9	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 8	3060	1	1	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 9	3060	1,1	1,1	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 10	3060	1,1	1,1	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 11	3060	1,2	1,2	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 12	3060	1,3	1,2	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 13	3060	1,3	1,3	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 14	3060	1,3	1,3	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 15	3060	1,4	1,3	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 16	3060	1,4	1,3	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 17	3060	1,4	1,3	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 18	3060	1,4	1,3	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 19	3060	1,4	1,3	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 20	3060	1,4	1,2	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 21	3060	1,4	1,2	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 22	3060	1,4	1,2	30,6	vérifiée	vérifiée
Etage 23	3060	1,3	1,2	30,6	vérifiée	vérifiée

4.6.4. Vérification effet P-delta

Les effets du second ordre ou effet P- peuvent être négligés dans le cas des bâtiments si la condition suivante est satisfaite à tous les niveaux :

$$\theta = \frac{Pk \cdot \Delta k}{Vk \cdot hk} \leq 0.10$$

Pk : poids total de la structure et des charges d'exploitation associées au-dessus du niveau k ;

Vk : effort tranchant d'étage au niveau k ;

Δk: déplacement relatif du niveau k par rapport au niveau k-1 ;

hk : hauteur du niveau k.

Tableau 4-6 : vérification effets du second ordre sens x-x

(P-Δ) - Ex							
Niveau	Hauteur	P	V_x	U_x	Δ_x	Θ_x	check
	mm	KN	KN	mm	mm	0,0141	
Etage 1	3000	274762,2	1049332	0,1	0,1	0,0000087	NO P-DELTA
Etage 2	3000	261918,9	1058411	0,2	0,1	0,0000082	NO P-DELTA
Etage 3	3740	250044,7	1252487	0,5	0,3	0,0000160	NO P-DELTA
Etage 4	4080	234987,1	1201303	1,1	0,6	0,0000288	NO P-DELTA
Etage 5	3400	220116	1196573	1,9	0,8	0,0000433	NO P-DELTA
Etage 6	3060	207164,8	1089559	2,6	0,7	0,0000435	NO P-DELTA
Etage 7	3060	195123,7	1096341	3,5	0,9	0,0000523	NO P-DELTA
Etage 8	3060	183053,3	1094191	4,5	1	0,0000547	NO P-DELTA
Etage 9	3060	170986,7	1093494	5,6	1,1	0,0000562	NO P-DELTA
Etage 10	3060	158921,8	1093497	6,7	1,1	0,0000522	NO P-DELTA
Etage 11	3060	146929,3	1043924	7,9	1,2	0,0000552	NO P-DELTA
Etage 12	3060	135349,2	1043921	9,2	1,3	0,0000551	NO P-DELTA
Etage 13	3060	123771,7	1043921	10,5	1,3	0,0000504	NO P-DELTA
Etage 14	3060	112193	1043924	11,8	1,3	0,0000457	NO P-DELTA
Etage 15	3060	100614,2	1043923	13,2	1,4	0,0000441	NO P-DELTA
Etage 16	3060	89107,76	994347,6	14,6	1,4	0,0000410	NO P-DELTA
Etage 17	3060	78015,15	994347	16	1,4	0,0000359	NO P-DELTA
Etage 18	3060	66922,54	994347,2	17,4	1,4	0,0000308	NO P-DELTA
Etage 19	3060	55829,94	994350,7	18,8	1,4	0,0000257	NO P-DELTA
Etage 20	3060	44737,29	994350,5	20,2	1,4	0,0000206	NO P-DELTA
Etage 21	3060	33717,06	944774	21,6	1,4	0,0000163	NO P-DELTA
Etage 22	3060	23112,48	944774	23	1,4	0,0000112	NO P-DELTA
Etage 23	3060	12516,41	1221262	24,2	1,3	0,0000044	NO P-DELTA

Tableau 4-7 : vérification des effets du second ordre sens y-y

(P-Δ) - Ey							
Niveau	Hauteur	P	V_y	U_y	Δ_y	Θ_y	check
	mm	KN	KN	mm	mm	0,0141	
Etage 1	3000	274762,2	16620,18	0,1	0,1	0,0005511	NO P-DELTA
Etage 2	3000	261918,9	16555	0,2	0,2	0,0010547	NO P-DELTA
Etage 3	3740	250044,7	16394,92	0,6	0,3	0,0012234	NO P-DELTA
Etage 4	4080	234987,1	16084,31	1,3	0,7	0,0025066	NO P-DELTA
Etage 5	3400	220116	15616,31	2	0,8	0,0033165	NO P-DELTA
Etage 6	3060	207164,8	15050,78	2,9	0,8	0,0035985	NO P-DELTA
Etage 7	3060	195123,7	14473,18	3,8	0,9	0,0039652	NO P-DELTA

Etage 8	3060	183053,3	13843,8	4,8	1	0,0043212	NO P-DELTA
Etage 9	3060	170986,7	13175,49	5,9	1,1	0,0046652	NO P-DELTA
Etage 10	3060	158921,8	12498,02	7,1	1,1	0,0045710	NO P-DELTA
Etage 11	3060	146929,3	11851,4	8,2	1,2	0,0048618	NO P-DELTA
Etage 12	3060	135349,2	11266,36	9,5	1,2	0,0047112	NO P-DELTA
Etage 13	3060	123771,7	10715,99	10,7	1,3	0,0049069	NO P-DELTA
Etage 14	3060	112193	10196,86	12	1,3	0,0046743	NO P-DELTA
Etage 15	3060	100614,2	9710,65	13,3	1,3	0,0044018	NO P-DELTA
Etage 16	3060	89107,76	9252,28	14,6	1,3	0,0040916	NO P-DELTA
Etage 17	3060	78015,15	8790,24	15,9	1,3	0,0037705	NO P-DELTA
Etage 18	3060	66922,54	8251,59	17,1	1,3	0,0034455	NO P-DELTA
Etage 19	3060	55829,94	7593,18	18,4	1,3	0,0031237	NO P-DELTA
Etage 20	3060	44737,29	6782,95	19,6	1,2	0,0025865	NO P-DELTA
Etage 21	3060	33717,06	5776,18	20,9	1,2	0,0022891	NO P-DELTA
Etage 22	3060	23112,48	4503,65	22,1	1,2	0,0020125	NO P-DELTA
Etage 23	3060	12516,41	2804,48	23,2	1,2	0,0017502	NO P-DELTA

La structure est stable vis-à-vis de l'effet P-delta.

Condition vérifiée

4.6.5. Distribution de l'effort tranchant à la base

Une part de l'effort tranchant V_t est appliquée au sommet du bâtiment dans les conditions suivantes :

$$\begin{cases} Ft = 0 \text{ si } T \leq 0.7s \\ Ft = 0.07TV \text{ si } T > 0.7s \end{cases}$$

Le reste est distribué à chaque niveau par :

$$Fn = (V - Ft) \frac{W_n H_n}{\sum W_i H_i}$$

F_n : force horizontale appliquée au niveau n ;

W_n : Masse au niveau n ;

H_n : hauteur du niveau n ;

i : variant de 1 à n .

Les résultats de notre calcul sont inscrits dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-8 : répartition de la force sismique selon la hauteur

Niveau	W_i	H_i	$W_i * H_i$	$W_i H_i / \sum w_i h_i$	F_{tx}	F_{ty}	F_{ix}	F_{iy}
1	10493,32	3	31479,96	0,00342	1373,20	1399,85	55,20	53,17
2	10584,11	6	63504,65	0,0069	1373,20	1399,85	111,36	107,26

Chapitre 4 : Modélisation et vérification RPA

3	12524,87	9,74	121992,24	0,0133	1373,20	1399,85	213,92	206,04
4	12013,03	13,82	166020,01	0,0180	1373,20	1399,85	291,12	280,40
5	11965,73	17,22	206049,93	0,0224	1373,20	1399,85	361,32	348,01
6	10895,59	20,28	220962,59	0,0240	1373,20	1399,85	387,47	373,20
7	10963,41	23,34	255885,97	0,0278	1373,20	1399,85	448,71	432,18
8	10941,91	26,4	288866,46	0,0314	1373,20	1399,85	506,54	487,88
9	10934,94	29,46	322143,32	0,0350	1373,20	1399,85	564,90	544,09
10	10934,97	32,52	355605,32	0,0386	1373,20	1399,85	623,57	600,60
11	10439,24	35,58	371428,16	0,0403	1373,20	1399,85	651,32	627,33
12	10439,21	38,64	403370,90	0,0438	1373,20	1399,85	707,33	681,28
13	10439,21	41,7	435314,91	0,0473	1373,20	1399,85	763,35	735,23
14	10439,24	44,76	467260,38	0,0508	1373,20	1399,85	819,37	789,18
15	10439,23	47,82	499204,20	0,0542	1373,20	1399,85	875,38	843,13
16	9943,48	50,88	505924,04	0,0550	1373,20	1399,85	887,16	854,48
17	9943,47	53,94	536350,78	0,0583	1373,20	1399,85	940,52	905,87
18	9943,47	57	566777,88	0,0616	1373,20	1399,85	993,88	957,26
19	9943,51	60,06	597207,03	0,0649	1373,20	1399,85	1047,23	1008,66
20	9943,50	63,12	627634,02	0,0682	1373,20	1399,85	1100,59	1060,05
21	9447,74	66,18	625251,46	0,0679	1373,20	1399,85	1096,41	1056,02
22	9447,74	69,24	654161,54	0,0711	1373,20	1399,85	1147,11	1104,85
23	12212,62	72,3	882972,60	0,0959	1373,20	1399,85	1548,34	1491,30
		Somme	9205368,3					

Conclusion

Les vérifications du comportement de la structure vis-à-vis du séisme terminées, nous avons obtenu des résultats satisfaisants en matière de disposition, rigidité, déplacement et effort sismique, nous pouvons donc procéder à l'étape suivante.

Chapitre 5 : Etude des éléments structuraux

CHAPITRE 5 : ETUDE DES ELEMENTS STRUCTURAUX

5.1.Introduction

Après avoir modélisé la structure et vérifié qu'elle est en sécurité vis-à-vis des actions sismiques, nous nous proposons de calculer la quantité d'acier nécessaire à la résistance et à la stabilité des différents éléments structuraux de notre ouvrage.

Le logiciel ROBOT nous fournit les efforts internes des différents éléments pour chaque combinaison d'action.

Le plancher et les poutres d'extrémité sont soumis à des moments fléchissant, ils seront calculés en flexion simple.

Les voiles, à des moments fléchissant et effort normal, ils seront calculés en flexion composée.

Les calculs seront faits avec les règlements du béton armé CBA, BAEL et RPA99/2003.

5.2.Plancher

Nous allons procéder au ferrailage de la dalle pleine de la terrasse à l'aide du logiciel Microsoft Excel qui sera détaillé sous forme de figure. Le calcul se fait en flexion simple.

Méthode de calcul

- ✓ Détermination du rapport $\frac{Lx}{Ly}$; en fonction duquel nous allons extraire les coefficients μ_x et μ_y dans la table de PIGEAUD;
- ✓ Charge reprise par le plancher : $P_u = 1.35G + 1.5Q$;
- ✓ Détermination moments isostatiques

$$\begin{cases} M_x = \mu_x \cdot P_u \cdot L_x^2 \\ M_y = \mu_y \cdot M_x \end{cases}$$

- ✓ Correction des moments

En travée

$$\begin{cases} M_{tx} = 0.85M_x \\ M_{ty} = 0.85M_y \end{cases}$$

En appui

$$\begin{cases} M_{ax} = 0.5M_x \\ M_{ay} = 0.5M_y \end{cases}$$

- ✓ Calcul du ferrailage en flexion simple avec les sollicitations trouvées

Chapitre 5 : étude des éléments structuraux

Nous avons déterminé pour chaque panneau et pour chaque combinaison de (1.35G+1.5Q) les moments suivant x et y et avons trouvé les panneaux les plus sollicités.

➤ Panneau 4.05x9.84

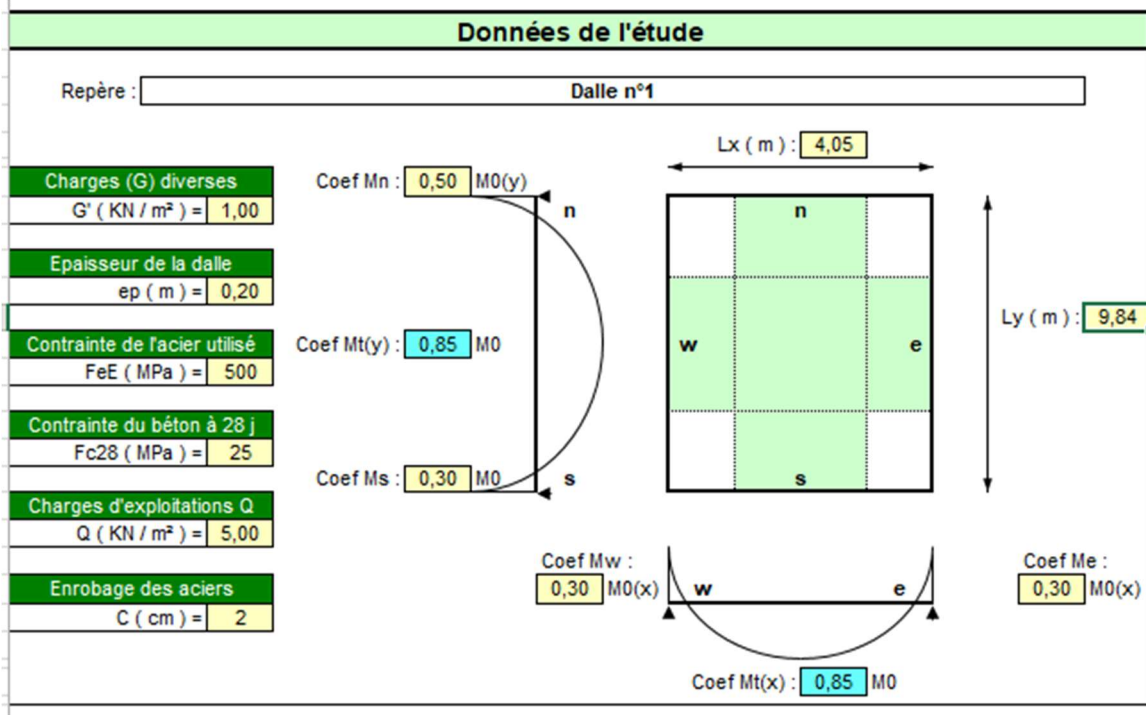


Figure 5-1 : panneau le plus sollicité suivant le sens x

Calculs des moments agissants		
Rapport des cotés (Lx / Ly)	Lx / Ly	$\alpha = 0,41$
Charges permanentes G	(épaisseur dalle x 25 KN / m ³) + G'	G = 6,00 KN / m ²
Effort ultime repris par le plancher	(1.35G + 1.5Q)	Pu = 15,60 KN / m
Détermination des coef μ_x et μ_y	Dépend du rapport α Tableau BAEL page 243, annexe E3	$\mu_x = 0,1071$ $\mu_y = 0,1137$
Calcul des moments isostatiques	Sens Lx = $\mu_x \times (Pu \times Lx^2)$ Sens Ly = $\mu_y \times M0(x)$	M0(x) = 27,40 KN.m M0(y) = 3,11 KN.m
Calcul des moments sur appuis	Mw = Coef Mw x M0(x) Me = Coef Me x M0(x) Mn = Coef Mn x M0(y) Ms = Coef Ms x M0(y)	Mw = 8,22 KN.m Me = 8,22 KN.m Mn = 1,56 KN.m Ms = 0,93 KN.m
Calcul des moments en travées	Mt(x) = Coef Mt(x) x M0(x) Mt(y) = Coef Mt(y) x M0(y)	Mt(x) = 23,29 KN.m Mt(y) = 2,65 KN.m

Calcul des sections d'armatures		
Ferraillage de la travée dans le sens (Lx)	Soit (Mu), les moments agissants	Ax (trav) = 3,06 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (w)	Conditions : $\mu_i < \mu_l$ de Perchat	Ax (w) = 1,06 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (e)	Les calculs s'effectuent comme pour une section rectangulaire	Ax (e) = 1,06 cm ² / m ²
Ferraillage de la travée dans le sens (Ly)	La largeur (b) sera alors = 1,00m	Ay (trav) = 0,34 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (n)		Ay (n) = 0,20 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (s)		Ay (s) = 0,12 cm ² / m ²
Ferraillage mini dans la travée (Ly)	(8 x ep) pour FeE 400 (6 x ep) pour FeE 500 ou TS	$\rho_0(y) = 1,20$ cm ² / m ²
Vérification	Il faut que Ay > $\rho_0(y)$	Vérification : Non vérifié
Ferraillage mini dans la travée (Lx)	$\rho_0(y) \times ((3 - \alpha) / 2)$	$\rho_0(x) = 1,55$ cm ² / m ²
Vérification	Il faut que Ax > $\rho_0(x)$	Vérification : Vérifié

Figure 5-2 : récapitulatif du calcul des sollicitations et quantité d'acier

➤ Panneau 4.34x4.66

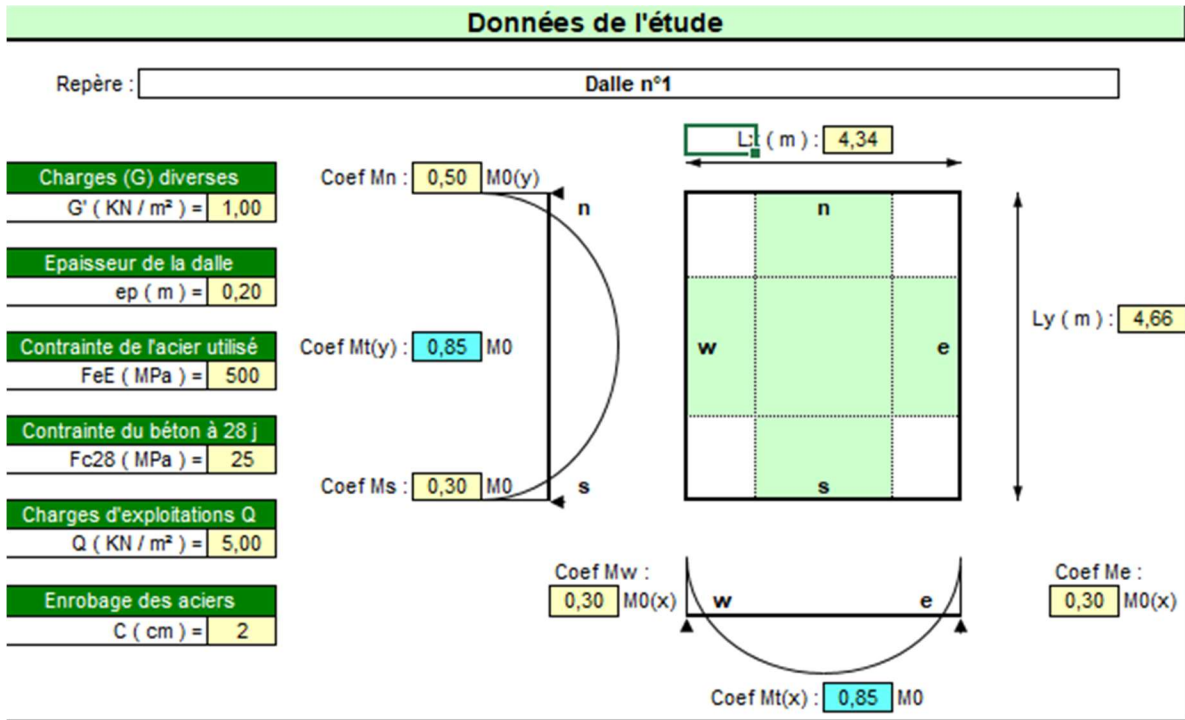


Figure 5-3 : panneau le plus sollicité suivant y

Calculs des moments agissants		
Rapport des cotés (Lx / Ly)	Lx / Ly	$\alpha = 0,93$
Charges permanentes G	(épaisseur dalle x 25 KN / m ³) + G'	G = 6,00 KN / m ²
Effort ultime repris par le plancher	(1.35G + 1.5Q)	Pu = 15,60 KN / m
Détermination des coef μ_x et μ_y	Dépend du rapport α Tableau BAEL page 243, annexe E3	$\mu_x = 0,0425$ $\mu_y = 0,8635$
Calcul des moments isostatiques	Sens Lx = $\mu_x \times (Pu \times Lx^2)$ Sens Ly = $\mu_y \times M0(x)$	M0(x) = 12,50 KN.m M0(y) = 10,79 KN.m
Calcul des moments sur appuis	Mw = Coef Mw x M0(x) Me = Coef Me x M0(x) Mn = Coef Mn x M0(y) Ms = Coef Ms x M0(y)	Mw = 3,75 KN.m Me = 3,75 KN.m Mn = 5,40 KN.m Ms = 3,24 KN.m
Calcul des moments en travées	Mt(x) = Coef Mt(x) x M0(x) Mt(y) = Coef Mt(y) x M0(y)	Mt(x) = 10,62 KN.m Mt(y) = 9,17 KN.m
Calcul des sections d'armatures		
Ferraillage de la travée dans le sens (Lx)	Soit (Mu), les moments agissants	Ax (trav) = 1,37 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (w)	Conditions : $\mu\mu < \mu l$ de Perchat	Ax (w) = 0,48 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (e)	Les calculs s'effectuent comme pour une section rectangulaire	Ax (e) = 0,48 cm ² / m ²
Ferraillage de la travée dans le sens (Ly)	La largeur (b) sera alors = 1,00m	Ay (trav) = 1,18 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (n)		Ay (n) = 0,69 cm ² / m ²
Ferraillage sur appui (s)		Ay (s) = 0,42 cm ² / m ²
Ferraillage mini dans la travée (Ly)	(8 x ep) pour FeE 400 (6 x ep) pour FeE 500 ou TS	$\rho_0(y) = 1,20$ cm ² / m ²
Vérification	Il faut que Ay > $\rho_0(y)$	Vérification : Non vérifié
Ferraillage mini dans la travée (Lx)	$\rho_0(y) \times ((3 - \alpha) / 2)$	$\rho_0(x) = 1,24$ cm ² / m ²
Vérification	Il faut que Ax > $\rho_0(x)$	Vérification : Vérifié

Figure 5-4 : récapitulatif du calcul des sollicitations et ferrailage.

Le choix final des armatures pour le plancher figure dans le tableau suivant.

Tableau 5-1 : ferrailage de la dalle

Sens	A (cm ²)	Choix	Espacement (cm)
X	At = 3.06	4HA14=6.16cm ²	20
	Aa = 1.06	4HA12=4.62cm ²	20
Y	At =1.20	4HA14=6.16cm ²	20
	Aa=1.20	4HA12=4.62cm ²	20

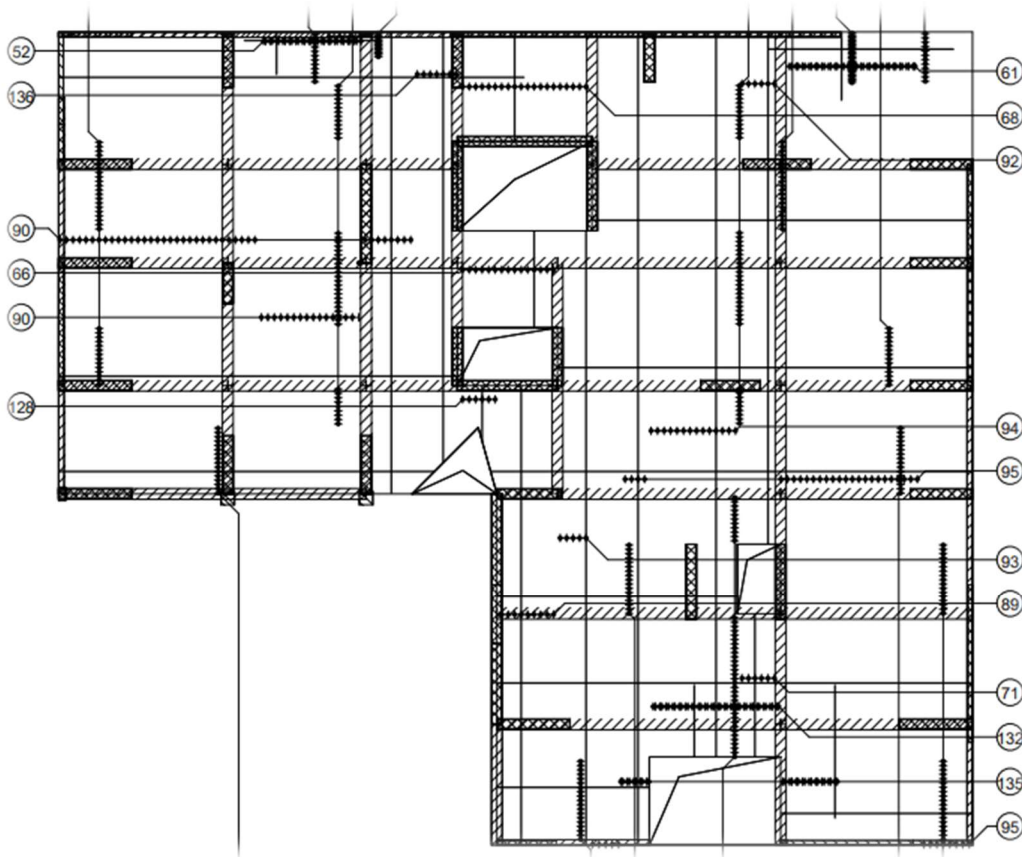


Figure 5-5 : nappe inférieure du plancher

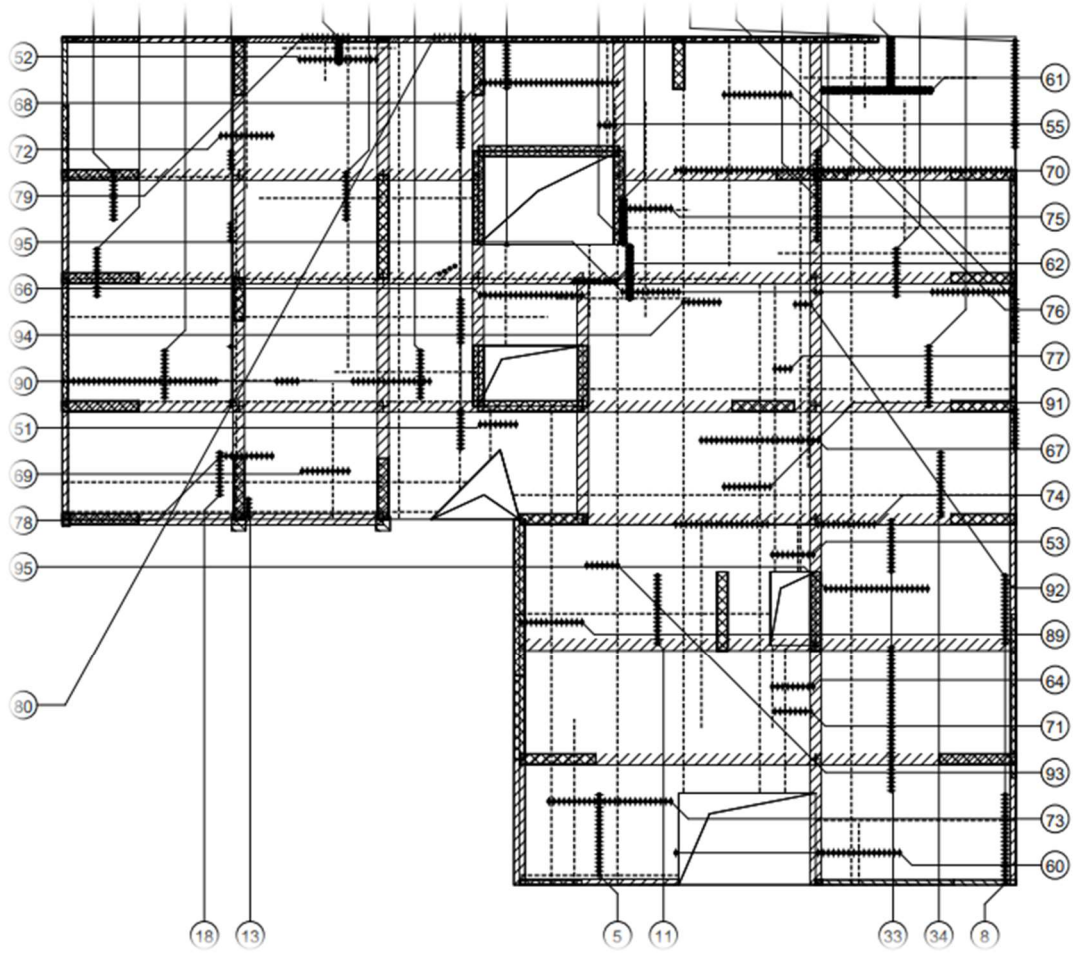


Figure 5-6 : nappe supérieure du plancher

5.3.Poutre d'extrémité

Le ferrailage est calculé à l'état limité ultime sous l'effet du moment le plus défavorable suivant les recommandations de le RPA 99/version 2003.

Tableau 5-2 : sollicitations des poutres d'extrémité

Cas	Sollicitations	Moment	Effort tranchant
ELU	M _{tu}	301.75	423.13
	M _{au}	-285.02	-201.41
ELS	M _{ts}	219.71	68.44
	M _{as}	-207.62	-29.58

5.3.1. Calcul du ferrailage

$$\begin{cases} b = 100\text{cm} & h = 60\text{cm} & L = 7.1\text{m} \\ c' = 0.1h = 6\text{cm} & d = 0.9h = 54\text{cm} \end{cases}$$

5.3.1.1. En travée

5.3.1.1.1. ELU

$$\mu = \frac{M_t}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = \frac{301750}{100 \cdot 54^2 \cdot 14.2} = 0.073 < 0,392$$

Pivot A, donc : les armatures de compression ne sont pas nécessaires.

$$\diamond \alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,095$$

$$\diamond \beta = 1 - 0,4\alpha = 1 - 0,4 \cdot 0,095 = 0,96$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 435 \text{ Mpa}$$

$$A_{\text{cal}} = \frac{M_t}{\beta d \sigma_s} = \frac{301750}{0,96 \cdot 54 \cdot 435} = 13,38 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{min}} = 0,23bd \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \cdot 100 \cdot 54 \cdot \frac{2,1}{500} = 5,22 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{RPA}} = 0,005 \cdot 100 \cdot 54 = 27 \text{ cm}^2$$

$$A = \max(A_{\text{cal}}, A_{\text{min}}, A_{\text{RPA}}) = \max(13,38 ; 5,22 ; 27) \text{ cm}^2$$

$$A = 27 \text{ cm}^2$$

Choix : 8HA20+2HA14= 28.2cm²

5.3.1.1.2. ELS

On doit vérifier :

$$\sigma_s \leq \sigma_{s \text{ adm}}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_{b \text{ adm}}$$

$$\bar{\sigma}_b = 0,6 * F_{c28} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ Mpa}$$

Les poutres d'extrémité sont exposées aux intempéries : Fissuration préjudiciable $\rightarrow \bar{\sigma}_s =$

$$\min\left(\frac{2}{3} f_e ; 110 \cdot \sqrt{\eta_t \cdot f_{t28}}\right)$$

$$\bar{\sigma}_s = \min\left(\frac{2 \cdot 500}{3} ; 110 \cdot \sqrt{1,6 \cdot 2,1}\right) = \min(333,3 ; 201,63)$$

$$\bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ Mpa}$$

Calcul de la position de l'axe neutre : $S = \frac{b}{2} y^2 + n A's (y-c') - n A_s (d-y) = 0$

$$50y^2 + 422,1y - 22793,4 = 0 ; \quad y = 17,54 \text{ cm}$$

Calcul du moment d'inertie : $I = \frac{b}{3} y^3 + n A's (y-c')^2 + n A_s (d-y)^2$

$$I = 740984,5 \text{ cm}^4$$

Où : A_s : section d'armatures tendues

$A's$: section d'armatures comprimées

n : 15 coefficient d'équivalence

Vérification :

$$\sigma_b = \frac{M_{ser} \cdot y}{I} = \frac{219710 \cdot 17,54}{740984,5} = 5,2 \text{ Mpa} < 15 \text{ Mpa}$$

condition vérifiée

$$\sigma_s = \frac{15 M_{ser}}{I} (d - y) = \frac{15 \cdot 219710}{740984,5} (54 - 17,54) = 162,16 \text{ Mpa} < 201,63 \text{ Mpa}$$

condition vérifiée

Les armatures calculées à l'ELU restent maintenues.

5.3.1.2. En appui

5.3.1.2.1. ELU

$$\begin{cases} b = 40 \text{ cm} & h = 60 \text{ cm} \\ c' = 0,1h = 6 \text{ cm} & d = 0,9h = 54 \text{ cm} \end{cases}$$

$\mu = \frac{Mt}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = \frac{285020}{40 \cdot 54^2 \cdot 14.2} = 0.172 < 0,392$ les armatures de compression ne sont pas nécessaires.

$$\diamond \alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,237$$

$$\diamond \beta = 1 - 0,4\alpha = 1 - 0,4 \cdot 0,237 = 0,90$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{f^e}{\gamma_s} = 435 \text{ Mpa}$$

$$A_{cal} = \frac{Mt}{\beta d \sigma_s} = \frac{285020}{0,90 \cdot 54 \cdot 435} = 13,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0,23bd \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \cdot 40 \cdot 54 \cdot \frac{2,1}{500} = 1,93 \text{ cm}^2$$

$$A_{RPA} = 0,005 \cdot 40 \cdot 54 = 10,8 \text{ cm}^2$$

$$A = \max(A_{cal}, A_{min}, A_{RPA}) = \max(13,48 ; 1,93 ; 10,8) \text{ cm}^2$$

$$A = 13,48 \text{ cm}^2$$

Choix : 8HA20 = 23,36 cm²

5.3.1.2.2. ELS

On doit vérifier :

$$\sigma_s \leq \sigma_{s \text{ adm}}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_{b \text{ adm}}$$

$$\bar{\sigma}_b = 0,6 \cdot F_{c28} = 0,6 \cdot 25 = 15 \text{ Mpa}$$

Les poutres d'extrémité sont exposées aux intempéries : Fissuration préjudiciable $\rightarrow \bar{\sigma}_s = \min\left(\frac{2}{3} f_e ; 110 \cdot \sqrt{\eta_t \cdot f_{t28}}\right)$

$$\bar{\sigma}_s = \min\left(\frac{2 \cdot 500}{3} ; 110 \cdot \sqrt{1,6 \cdot 2,1}\right) = \min(333,3 ; 201,63)$$

$$\bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ Mpa}$$

Calcul de la position de l'axe neutre : $S = \frac{b}{2} y^2 + n A's (y-c') - n A_s (d-y) = 0$

$$20y^2 + 361,8y - 19537,2 = 0 ; \quad y = 23,5 \text{ cm}$$

Calcul du moment d'inertie : $I = \frac{b}{3} y^3 + n A's (y-c')^2 + n A_s (d-y)^2$

$$I = 509602,8 \text{ cm}^4$$

Où : A_s : section d'armatures tendues

$A's$: section d'armatures comprimées

n : 15 coefficient d'équivalence

Vérification :

$$\sigma_b = \frac{M_{ser} \cdot y}{I} = \frac{207620 \cdot 23.5}{509602.8} = 9.57 \text{ Mpa} < 15 \text{ Mpa} \quad \text{condition vérifiée}$$

$$\sigma_s = \frac{15 M_{ser}}{I} (d - y) = \frac{15 \cdot 207620}{509602.8} (54 - 23.5) = 186.45 \text{ Mpa} < 201.63 \text{ Mpa} \quad \text{condition vérifiée}$$

Les armatures calculées à l'ELU restent maintenues.

5.3.1.3. Vérification de l'effort tranchant

Fissuration préjudiciable, τ_u doit être au plus égal à la plus basse des deux valeurs suivantes :

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,15 \frac{f_{cj}}{y_b} = 2,50 \text{ Mpa} \\ 4 \text{ Mpa} \end{array} \right. \rightarrow \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa}$$

$$\tau_u = \frac{T}{b d} = \frac{423130}{1000 \cdot 540} = 0,78 \text{ Mpa} < \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa} \dots \text{ CV}$$

5.3.1.4. Ferrailage transversal

Le ferrailage transversal est calculé suivant les deux règlements suivants :

Selon le CBA 93.

$$\left[\begin{array}{l} \frac{A_t}{b \cdot S_t} \geq \frac{\tau_u - 0,3 \cdot f_{tj} \cdot K}{0,9 \cdot \frac{f_e}{\gamma_s}} \quad \text{avec : } 0,3 f_{t28} K = 0,63 \\ S_t \leq \min \{ 0,9 \cdot d; 40 \text{ cm} \} \\ \frac{A_t \cdot f_e}{b \cdot S_t} \geq 0,40 \text{ MPa} \end{array} \right.$$

Selon le RPA 99 version 2003

$$\left[\begin{array}{l} \frac{A_t}{S_t \cdot b} \geq 0,003 \\ S_t \leq \min \left(\frac{h}{4}; 12 \cdot \phi_l \right) \quad \text{zone nodale} = \min (15 ; 19.2) = 15 \text{ cm} \\ S_t \leq \frac{h}{2} \quad \text{zone courante} \end{array} \right.$$

Avec :

ϕ_l : diamètre minimum des armatures longitudinales.

$$\phi_t \leq \min (\phi_l ; h / 35 ; b_o / 10) = \min (16 ; 17.14 ; 30) = 12 \text{ mm}$$

Application

$$T_u = 136.61 \text{ KN}$$

$$\tau_u = 0,337 \text{ Mpa}$$

- Selon le « CBA 93 »

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \frac{A_t}{S_t} \geq 0,0004 \text{ cm} \\ \bullet S_t \leq 40 \text{ cm} \\ \bullet \frac{A_t}{S_t} \geq 0,2 \text{ cm} \end{array} \right.$$

- Selon le « RPA 99 version 2003 »

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \frac{A_t}{S_t} \geq 0,3 \text{ cm} \\ \bullet S_t \leq 15 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Zone nodale} \\ \bullet S_t \leq 30 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Zone courante} \end{array} \right.$$

$$\phi_t \leq \text{Min} (1,6 \text{ cm} ; 1.71 \text{ cm} ; 3 \text{ cm}) = 1,6 \text{ cm}$$

On adopte : $\phi_t = 10 \text{ mm}$

Choix des armatures

On adopte : **6HA10** de $A_t = 4.74 \text{ cm}^2$

Choix des espacements

$$\frac{A_t}{S_t} \geq 0,3 \Rightarrow S_t \leq 15.8 \text{ cm}$$

$$\text{donc } \left\{ \begin{array}{l} S_t = 10 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Zone nodale} \\ S_t = 15 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Zone courante} \end{array} \right.$$

5.3.2. Dessin de ferrailage

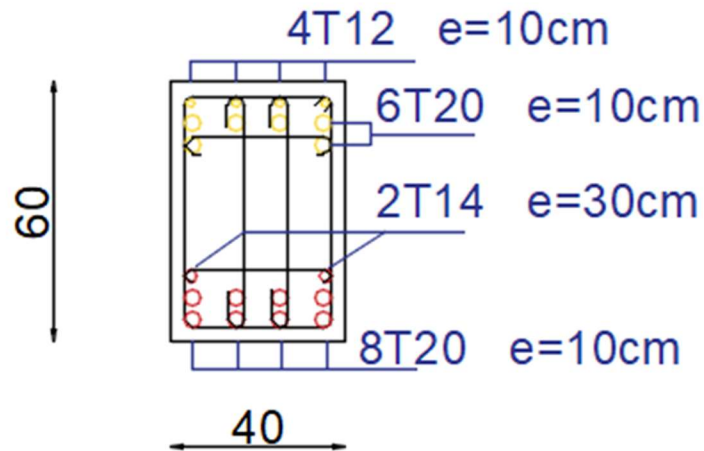


Figure 5-7 : ferrailage de la poutre d'extrémité

5.4. Voile

Les voiles seront calculées à la flexion composée à l'aide des sollicitations obtenues de ROBOT.

Face à ses sollicitations nous prévoyons des :

- Armatures horizontales ;
- Armatures verticales ;
- Armatures transversales

Le calcul se fera selon la longueur et la hauteur d'étage, vu que nous avons la possibilité d'avoir le même ferrailage pour un certain nombre d'étages, nous allons diviser la structure en 5 niveaux :

- Niveau 1 : sous-sol1 – mezzanine, voile 40 ;
- Niveau 2 : R+1 - R+5, voile 35 ;
- Niveau 3 : R+6 - R+10, voile 30 ;
- Niveau 4 : R+11 - R+15, voile 25 ;
- Niveau 5 : R+16 - R+18, voile 20.

5.4.1. Méthode de calcul

Les trumeaux seront calculés en flexion composée avec effort tranchant en appliquant la méthode des contraintes.

5.4.2. Etapes de calcul

- **Les valeurs des efforts internes** (moment fléchissant, effort normal, effort tranchant) sont tirées du logiciel ROBOT.
- **Calcul des contraintes**

$$\sigma(max; min) = \frac{N}{B} \pm \frac{M}{I} V$$

N : effort normal ;

M : moment dans le voile ;

B : section de béton (L x e) ;

V : distance de l'axe neutre à la fibre la plus tendue/comprimée. $V = \frac{L}{2}$;

L ; e : longueur ; épaisseur du voile ;

I : moment d'inertie du voile.

- **Calcul de l'excentricité**

$$e = \frac{M}{N}$$

- **Longueur de la zone tendue**

$$Lt = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{max} + \sigma_{min}} L$$

- **Calcul de Ft**

$$\sigma_{max} = \frac{Ft}{S} \rightarrow Ft = \sigma_{max} * S \text{ avec } S = \frac{e * Lt}{2}$$

- **Calcul des armatures verticales**

$$Av = \frac{Ft}{Fe}$$

- **Calcul des armatures horizontales**

$$Ah = \frac{Av}{4}$$

5.4.3. Exemple de calcul

Tableau 5-3 : sollicitations max voile 40

Cas	Voile 40				
	T		Sollicitations	panneau	n cas
ELU	2382,21	NMAX	964,1	433	/
		Mc	-5138,73		
	-742,21	Nmin	-15828,85	386	
		Mc	761,92		
	2189,11	Mmax	-6220,12	21	
		Nc	-821,72		
ELS	-532,5	Nmax	11486,53	386	/
		Mc	548,18		
	1687,69	Nmin	673,21	433	
		Mc	-3636,71		
	1559,07	Mmax	-4427,77	21	
		Nc	568,35		
ACC	1679,5	Nmax	10309,23	435	6
		Mc	1544,59		
	-4035,67	Nmin	Nmin -20601,7	2175	13
		Mc	Mc -22367,78		

Combinaison

$N=20601.7\text{KN}$; $M=22367.78\text{KN.m}$

$L=7.1\text{m}$; $e=0.4\text{m}$

$B=7.1 \times 0.4 = 2.84\text{m}^2$

$V = \frac{L}{2} = \frac{7.1}{2} = 3.55\text{m}$

$I = \frac{eL^3}{12} = 11.83\text{m}^4$

$\sigma_{max} = \frac{N}{B} + \frac{M}{I}V = \frac{20601.7}{2.84} + \frac{22367.78}{11.83} * 3.55 = 13909.88\text{KN/m}^2$

$\sigma_{min} = \frac{N}{B} - \frac{M}{I}V = \frac{20601.7}{2.84} - \frac{22367.78}{11.83} * 3.55 = 598.36\text{KN/m}^2$

$\frac{\sigma_{min}}{L1} = \frac{\sigma_{max}}{Lt} \rightarrow Lt = \sigma_{max} * \frac{L1}{\sigma_{min}}$

$L1=L-Lt$

$Lt = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}} * (L - Lt) \rightarrow Lt = \frac{\sigma_{max} * L}{\sigma_{max} + \sigma_{min}}$

$Lt=6.81\text{m}$

$\sigma_{max} = \frac{Ft}{S} \rightarrow Ft = \sigma_{max} * S$

$$S = \frac{e*lt}{2} = 1.36m^2$$

$$Ft = 13909.88 * 1.36 = 18937.4KN$$

5.4.3.1. Armatures verticales

$$Av = \frac{Ft}{Fe} = \frac{18937.4*10}{500} = 378.75cm^2$$

$$Amin=0.0015*L*e= 0.0015*710*40=42.6cm^2$$

Espacement

BAEL

$$St < \min (2a; 33cm) = \min (80; 33)$$

$$St \leq 33cm$$

RPA

$$St \leq \min(1.5a; 30cm) = (60; 30) \rightarrow St \leq 30cm$$

Armatures finales adoptées

Selon RPA99/2003

$$\text{Zone d'about : } Amin=0.15\%bh= 0.0015*710*40= 42.6cm^2$$

$$\text{Zone courante : } Amin=0.10\%bh*710*40=28.4cm^2$$

$$A = \max (Acal; Amin; A_{BAEL})$$

$$Av = 378.75cm^2$$

$$\text{Choix : } 122T20 = 383.08cm^2$$

Zone d'about : 40T20 espacement 10 cm (pour les deux nappes) ;

Zone courante : 82T20 5cm (pour les deux nappes).

5.4.3.2. Armatures horizontales

$$Ah = \frac{Av}{4} = \frac{383.08}{4} = 95.77cm^2$$

Choix

$$64T16 = 98.56cm^2$$

5.4.3.3. Vérification de la contrainte de cisaillement

Nous devons vérifier :

Selon le RPA

$$\tau = \frac{T}{b*d} \leq \bar{\tau} = 0.2fc28$$

$$\tau = \frac{T}{b*d} = \frac{4035670}{7100*400} = 0.142Mpa \leq \bar{\tau} = 0.2fc28 = 0.2 * 25 = 5Mpa \quad \text{Condition vérifiée}$$

Selon le BAEL

$$\tau = \frac{T}{b*d} \leq \bar{\tau} = \min\left(\frac{0.15fc28}{\gamma b}; 4Mpa\right)$$

$$\bar{\tau} = \min\left(\frac{0.15f_{c28}}{\gamma_b}; 4Mpa\right) = \min(2.5; 4) = 2.5Mpa$$

$$\tau = 0.142Mpa < 2.5Mpa$$

Condition vérifiée

5.4.4. Résumé du calcul de ferrailage des voiles

Nous allons chercher l'effort normal maximal, minimal et le moment maximal avec les sollicitations qui y correspondent à l'ELU, l'ELS et ACC. On fait le même calcul pour chaque combinaison puis on choisit le cas le plus défavorable pour ferrailer notre voile.

Les résultats du calcul sont regroupés dans le tableau ci-dessous

Tableau 5-4 : quantité d'acier pour tous les voiles

Chapitre 5 : étude des éléments structuraux

Voiles	L (m)	e (m)	B (m ²)	I (m ⁴)	V	N (KN)	M (KN/m)	θ_{max}	θ_{min}	Lt (m)	S (m ²)	Ft (KN)	Av (cm ²)
V1	2,4	0,4	0,96	0,46	1,2	964,1	5138,73	14386,38	-12377,84	1,29	0,26	3711,8	74,24
V2	2,8	0,4	1,12	0,73	1,4	15828,85	761,92	15590,66	12675,15	1,54	0,31	4815,7	96,31
V3	2,4	0,4	0,96	0,46	1,2	821,72	6220,12	17054,19	-15342,27	1,26	0,25	4309,3	86,19
V4	2,8	0,4	1,12	0,73	1,4	11486,53	548,18	11304,64	9207,02	1,54	0,31	3489,0	69,78
V5	2,4	0,4	0,96	0,46	1,2	673,21	3636,71	10171,86	-8769,34	1,29	0,26	2622,0	52,44
V6	2,4	0,4	0,96	0,46	1,2	568,35	4427,77	12122,68	-10938,62	1,26	0,25	3058,8	61,18
V7	2,2	0,4	0,88	0,35	1,1	10309,23	1544,59	16501,99	6928,08	1,55	0,31	5113,9	102,28
V8	7,1	0,4	2,84	11,93	3,55	20601,7	22367,78	13909,88	598,36	6,81	1,36	18937,4	378,75
V1	2,7	0,35	0,945	0,57	1,35	431,99	200,12	927,73	-13,46	2,66	0,47	432,1	8,64
V2	2,8	0,35	0,98	0,64	1,4	11583,17	155,85	12160,34	11478,78	1,44	0,25	3065,2	61,30
V3	2,4	0,35	0,84	0,40	1,2	265,96	3826,04	11703,64	-11070,40	1,23	0,22	2526,1	50,52
V4	2,8	0,35	0,98	0,64	1,4	8439,03	113,41	8859,24	8363,27	1,44	0,25	2233,0	44,66
V5	2,7	0,35	0,945	0,57	1,35	312,84	145,29	672,71	-10,61	2,66	0,47	312,9	6,26
V6	2,4	0,35	0,84	0,40	1,2	193,48	2777,05	8495,36	-8034,70	1,23	0,22	1833,7	36,67
V7	7,1	0,35	2,485	10,44	3,55	17362,49	17966,19	13096,65	877,18	6,65	1,16	15251,1	305,02
V8	4,85	0,35	1,6975	3,33	2,425	9000,83	4868,43	8850,44	1754,36	4,05	0,71	6269,1	125,38
V1	2,8	0,3	0,84	0,55	1,4	8507,95	266,86	10809,28	9447,75	1,49	0,22	2422,5	48,45
V2	2,7	0,3	0,81	0,49	1,35	437,53	173,12	1015,11	65,21	2,54	0,38	386,3	7,73
V3	2,4	0,3	0,72	0,35	1,2	198,66	3663,19	12995,33	-12443,49	1,23	0,18	2389,9	47,80
V4	2,8	0,3	0,84	0,55	1,4	6197,32	193,81	7872,18	6883,35	1,49	0,22	1763,9	35,28
V5	2,7	0,3	0,81	0,49	1,35	317,01	125,75	736,36	46,38	2,54	0,38	280,6	5,61
V6	2,4	0,3	0,72	0,35	1,2	144,48	2658,95	9433,13	-9031,80	1,23	0,18	1734,9	34,70
V7	4,85	0,3	1,455	2,85	2,425	10797,17	3178,3	10123,08	4718,39	3,31	0,50	5023,2	100,46

Chapitre 5 : étude des éléments structuraux

V8	4,85	0,3	1,455	2,85	2,425	5350,82	2719,52	5989,81	1365,27	3,95	0,59	3548,7	70,97
V9	7,1	0,3	2,13	8,95	3,55	10749,33	10617,18	9258,96	834,30	6,51	0,98	9045,7	180,91
V1	2,8	0,25	0,7	0,46	1,4	5393,78	2041,41	13954,61	1456,19	2,54	0,32	4422,6	88,45
V2	2,7	0,25	0,675	0,41	1,35	419,98	275,31	1528,56	-284,18	2,28	0,28	435,0	8,70
V3	2,4	0,25	0,6	0,29	1,2	138,93	3454,95	14627,18	-14164,08	1,22	0,15	2229,4	44,59
V4	2,8	0,25	0,7	0,46	1,4	3929,45	190,27	6195,96	5031,04	1,55	0,19	1196,8	23,94
V5	2,7	0,25	0,675	0,41	1,35	304,39	100,64	782,27	119,62	2,34	0,29	229,0	4,58
V6	2,4	0,25	0,6	0,29	1,2	101,02	2507,87	10617,83	-10281,09	1,22	0,15	1618,3	32,37
V7	7,1	0,25	1,775	7,46	3,55	5996,26	5163,61	5836,55	919,80	6,13	0,77	4474,7	89,49
V8	4,85	0,25	1,2125	2,38	2,425	2598,21	1307,86	3477,26	808,44	3,94	0,49	1710,4	34,21
V1	2,8	0,2	0,56	0,37	1,4	2379,61	1844,85	11308,68	-2810,07	2,24	0,22	2536,2	50,72
V2	2,7	0,2	0,54	0,33	1,35	818,38	108,27	1961,07	1069,96	1,75	0,17	342,6	6,85
V3	2,4	0,2	0,48	0,23	1,2	993,76	4275,67	24339,45	-20198,78	1,31	0,13	3192,3	63,85
V4	2,8	0,2	0,56	0,37	1,4	1735,3	1339,4	8224,01	-2026,51	2,25	0,22	1847,5	36,95
V5	2,7	0,2	0,54	0,33	1,35	599,64	78,3	1432,67	788,22	1,74	0,17	249,5	4,99
V6	2,4	0,2	0,48	0,23	1,2	736,02	3122,1	17794,31	-14727,56	1,31	0,13	2336,7	46,73
V7	7,1	0,2	1,42	5,97	3,55	2144,77	1267,47	2264,70	756,10	5,32	0,53	1205,5	24,11
V8	4,53	0,2	0,906	1,55	2,265	810,34	492,45	1614,34	174,49	4,09	0,41	660,0	13,20
V9	2,4	0,2	0,48	0,23	1,2	764,48	3214,78	18336,31	-15150,98	1,31	0,13	2409,7	48,19

Les choix d'armatures figurent dans le tableau suivant pour chaque section de voile.

Tableau 5-5 : choix d'armatures pour chaque section de voile

Voile	Armatures verticales						Armatures horizontales			
	Amin RPA	Acalc	A about	St	A courante	St	Av total	Section	Choix	St
40	42,6	378,75	40T20	15	82T20	10	122T20 = 383,08	95,77	64T16	15
35	37,3	305,02	20T20	10	80T20	15	100T20=314	78,5	40T16	15
30	32,0	180,91	20T16	15	72T16	15	92T16=184,92	46,23	31T14	15
25	26,6	89,49	16T14	20	44T14	25	60T14 =92,4	23,1	22T12	15
20	7,2	63,85	20T14	10	22T14	10	42T14=64,68	16,17	16T12	15

5.4.5. Vérification des contraintes de cisaillement

Tableau 5-6 : vérification des contraintes de cisaillement

Voile	Tu	b	d	τ	$\bar{\tau}_{rpa}$		$\bar{\tau}_{bael}$
40	4035,67	7100	400	1,421	5	2,5	C.V
35	4794,99	7100	350	1,93	5	2,5	C.V
30	3987,42	7100	300	1,872	5	2,5	C.V
25	2808,70	7100	250	1,582	5	2,5	C.V
20	301,47	2400	200	0,628	5	2,5	C.V

5.4.6. Dessin de ferrailage

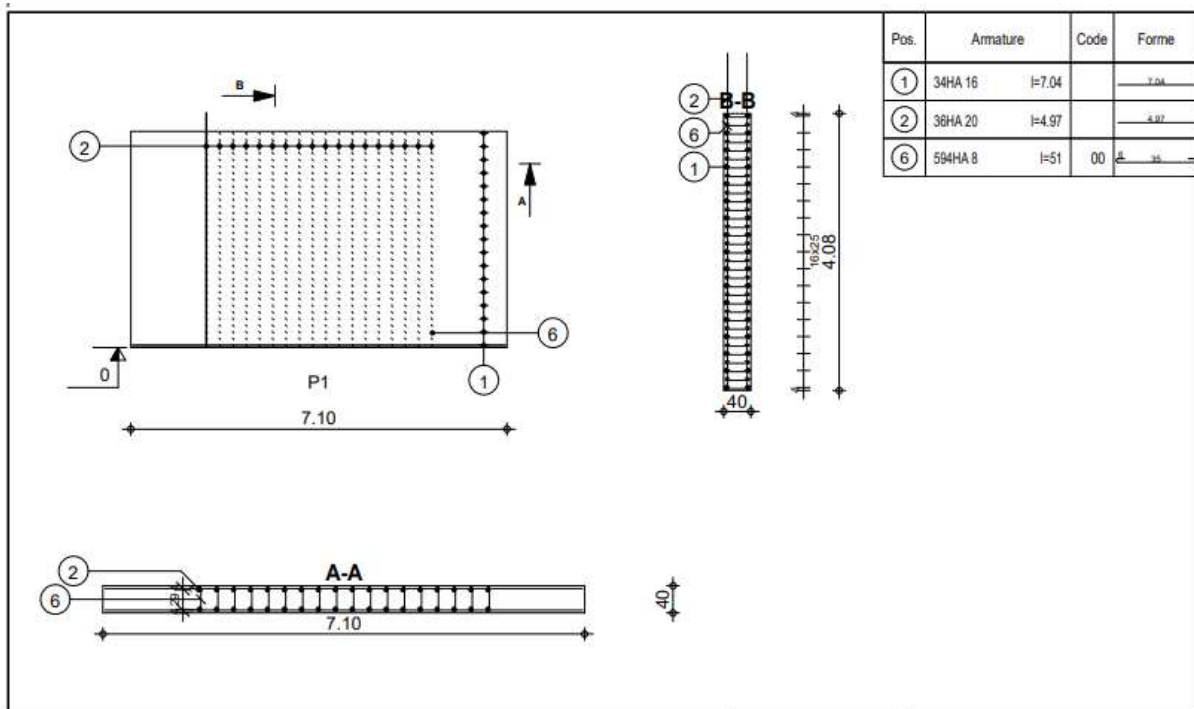


Figure 5-8 : dessin de ferrailage du voile 40

Chapitre 5 : étude des éléments structuraux

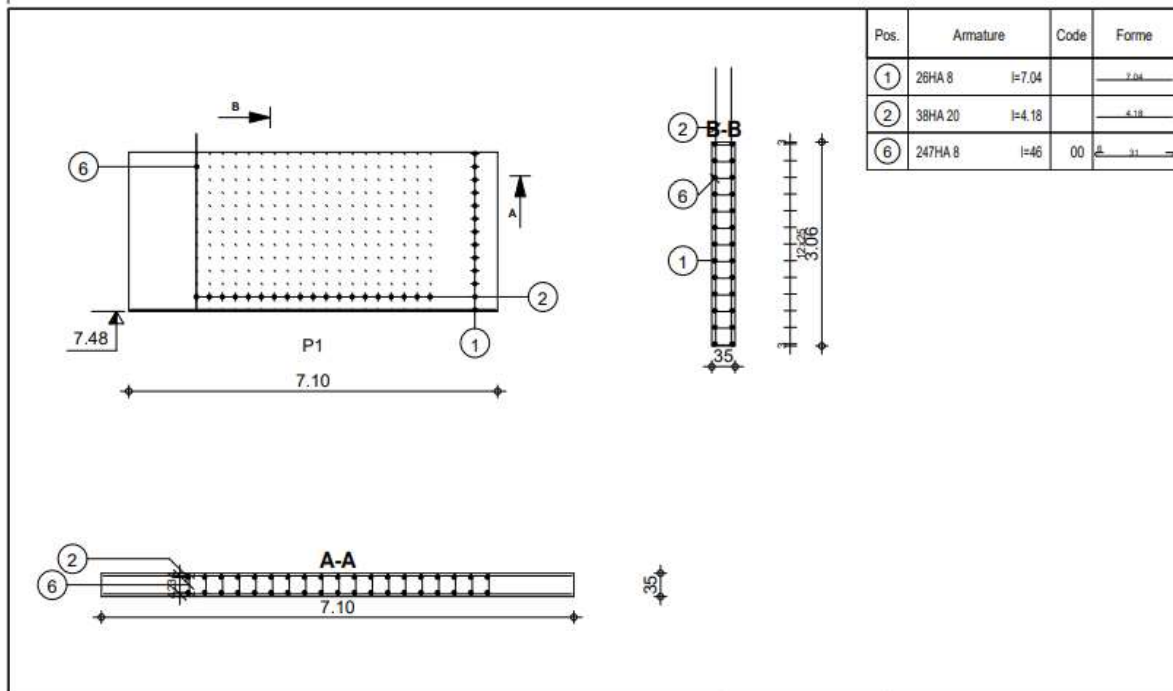


Figure 5-9 : dessin de ferrailage du voile 35

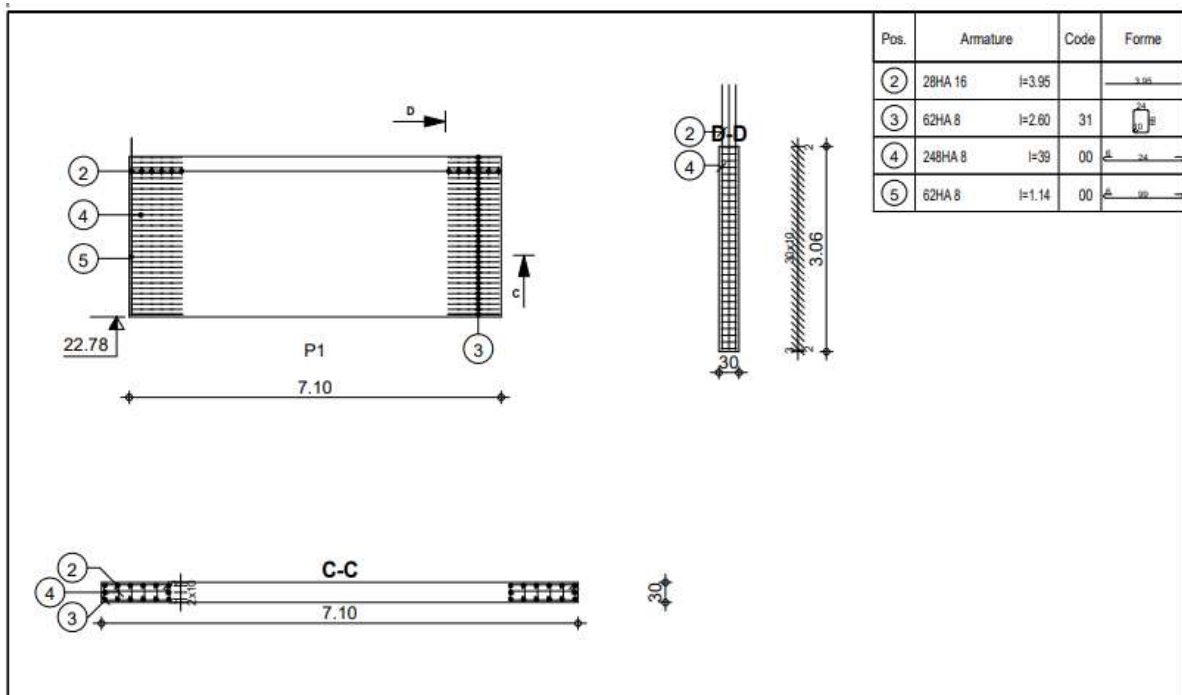


Figure 5-10 : dessin de ferrailage du voile 30

Chapitre 5 : étude des éléments structuraux

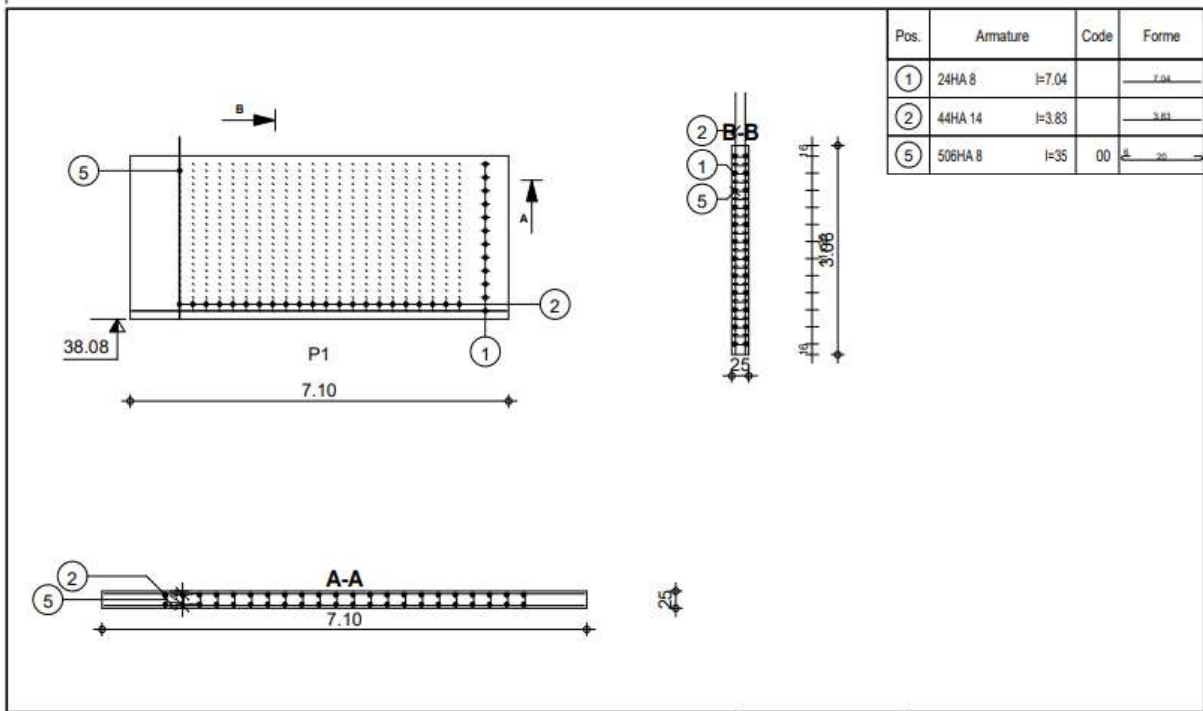


Figure 5-11 : dessin de ferrailage voile 25

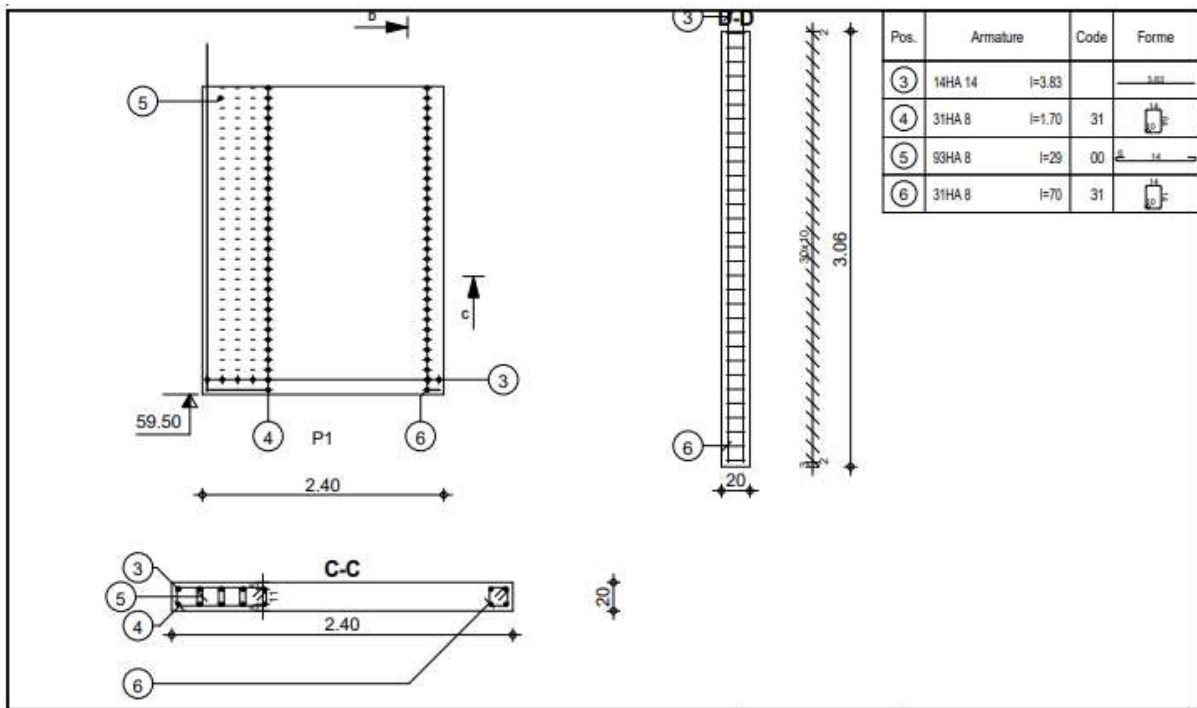


Figure 5-12 : dessin de ferrailage voile

Chapitre 6 : Infrastructure

CHAPITRE 6 : INFRASTRUCTURE

6.1.Introduction

La conception et la construction des fondations est cruciale pour assurer la stabilité de la structure à long terme. Dans ce chapitre nous nous fixons comme objectif de choisir le type de fondation convenable, déterminer ses dimensions et de la quantité d'acier nécessaire.

Il existe des fondations superficielles, semi-profondes et profondes. Le choix reposera sur la nature du sol, la charge à supporter et la géométrie de la structure.

Il y a lieu d'envisager en premier lieu les fondations superficielles de type :

- Semelle filante ;
- Radier général ;
- Fondation profonde.

6.2.Choix du type de fondation

Nous nous intéressons aux semelles filantes, pour ce cas il faudrait vérifier que la surface des semelles soit inférieure à 50% de celle du bâtiment : $\frac{S_s}{S_B} < 50 \%$.

S_s : surface des semelles ;

S_B : surface du bâtiment.

La surface des semelles est obtenue par la formule :

$$\frac{N}{S_s} \leq \overline{\sigma_{sol}} \rightarrow S_s \leq \frac{N}{\overline{\sigma_{sol}}}$$

N : effort normal du aux charges verticales, $N= G+Q$

$$N=274762.17\text{KN}$$

$$S_s \geq \frac{274762.17}{500} = 550\text{m}^2$$

Vérification

$$\frac{S_s}{S_B} = \frac{550}{940} = 0.58 > 0.5$$

Condition non vérifiée

La surface des semelles étant supérieure à la surface totale du bâtiment, il n'est pas envisageable de faire des semelles filantes, nous passons donc au radier général.

6.3.Etude du radier

Le radier est utilisé pour les structures de grande taille ou de charges importantes.

Il consiste en une dalle de béton armé coulée directement sur le sol avec ou non des nervures, il est considéré comme un plancher renversé.

6.3.1. Avantage du radier

Le poids de la dalle est reparti sur une grande surface ce qui permet de réduire la pression du sol et de minimiser le risque d'affaissement.

Il présente une facilité d'exécution par rapport aux autres fondations : peu de coffrage, ne nécessite pas une importante excavation.

6.3.2. Pré dimensionnement

Il fonctionne comme un plancher renversé dont les appuis sont les murs voiles et soumis à l'action du sol agissant du bas vers le haut de manière uniforme : il est supposé infiniment rigide.

Son épaisseur doit satisfaire aux conditions :

- De rigidité ;
- Forfaitaire ;
- De non poinçonnement ;
- De non cisaillement.

6.3.2.1. Condition de rigidité

$$Le \geq \frac{2Lma}{\pi} \text{ et } Le = \sqrt[4]{\left(\frac{4EI}{K*b}\right)}$$

Le : longueur élastique du radier ;

Lmax : longueur du panneau le plus sollicité = 10.64m;

E : module de Young = $3.2 \cdot 10^6$ Mpa ;

I : moment d'inertie du radier $I = \frac{bh^3}{12}$

K : coefficient d'élasticité du sol

B : largeur du panneau le plus sollicité = 4.85m.

Nous obtiendrons en remplaçant :

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{3K}{E} * \left(\frac{2b}{\pi}\right)^4}$$

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{48*40*10.64^4}{3.2*10^4*3.14^4}} = 1.99m$$

$$h \geq 1.99m$$

6.3.2.2. Condition forfaitaire

$$\frac{L_{max}}{8} \leq h \leq \frac{L_{max}}{5} \rightarrow \frac{10.64}{8} = 1.33m \leq h \leq \frac{10.64}{5} = 2.13m$$

6.3.2.3. Condition de non cisaillement

Pour le panneau le plus sollicité : $L_x=4.85m$ et $L_y=10.64m$

$$\frac{L_x}{L_y} = \frac{485}{1064} = 0.45 > 0.4 \rightarrow \text{la dalle porte dans les deux sens}$$

$$T_x = q * \frac{L_x * L_y}{2L_x + L_y} \text{ et } T_y = \frac{q * L_x}{3}$$

$$q = \frac{N}{S_b} = \frac{274762.17}{940} = 292.3KN/m^2 \begin{cases} T_x = 741.58KN/m \\ T_y = 472.55KN/m \end{cases}$$

$$T_{max} = T_x = 741.54KN/m$$

Nous devons vérifier :

$$\tau_u \leq \bar{\tau}_u$$

$$\tau_u = \frac{T_{max}}{bd} = \frac{T_{max}}{b * 0.9h}$$

$$\bar{\tau}_u = \min\left(\frac{0.15f_{c28}}{\gamma_b}; 4Mpa\right) = 2.5Mpa$$

$$h \geq \frac{T_{max}}{0.9b * \bar{\tau}_u} = \frac{741.58}{0.9 * 1 * 2500} = 0.33m$$

6.3.2.4. Condition de non poinçonnement

$$N_u \leq 0.045U_c * h * \frac{f_{c28}}{\gamma_b}$$

N_u : charge maximale appliquée par les voiles sur le radier (ELU);

$N_u=38281.29KN$ localisé au voile (0.4x2.2)

U_c : périmètre cisailé dans le plan moyen du radier ;

$$U_c = 2(a_1 + b_1) \text{ avec } \begin{cases} a_1 = a + h \\ b_1 = b + h \end{cases}$$

$$U_c = 2(a + b + 2h) = 4h + 2(0.4 + 2.2) = 4h + 2.6$$

AN :

$$38281.29 \leq 0.045 * (4h + 2.6) * h * \frac{25 * 10^3}{1.5}$$

$$3006h^2 + 1953.9h - 38281.29 \geq 0$$

$$h \geq 3.26m$$

Pour satisfaire aux 04 conditions on opte pour une hauteur de **3.5m**.

6.3.2.5. Caractéristiques du radier

$$\begin{cases} h_{radier} = 100cm \\ h_{nervures} = 250cm \end{cases}$$

$$S=940m^2$$

$$\text{Poids propre: } Gr = \gamma b * h * S = 25 * 1 * 940 = 23500KN$$

6.3.2.6. Vérification des contraintes

Les contraintes calculées sous le radier doivent rester inférieures à la contrainte admissible du sol qu'on va majorer avec un coefficient de 1.5.

$$\sigma_{sol} = 5Mpa; 1.5\sigma_{sol} = 7.5Mpa$$

ELU

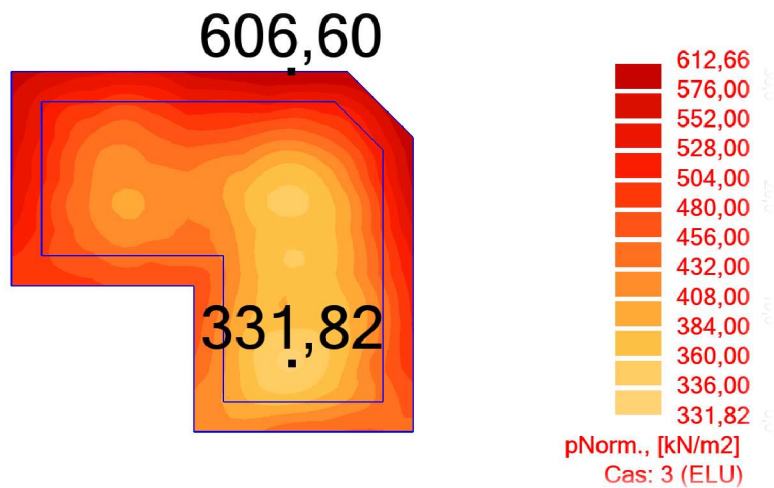


Figure 6-1 : contraintes à l'ELU

$$\sigma_m = \frac{3\sigma_{max} + \sigma_{mi}}{4} = \frac{3*6.13 + .32}{4} = 5.43 < 7.5$$

Condition vérifiée

ELS

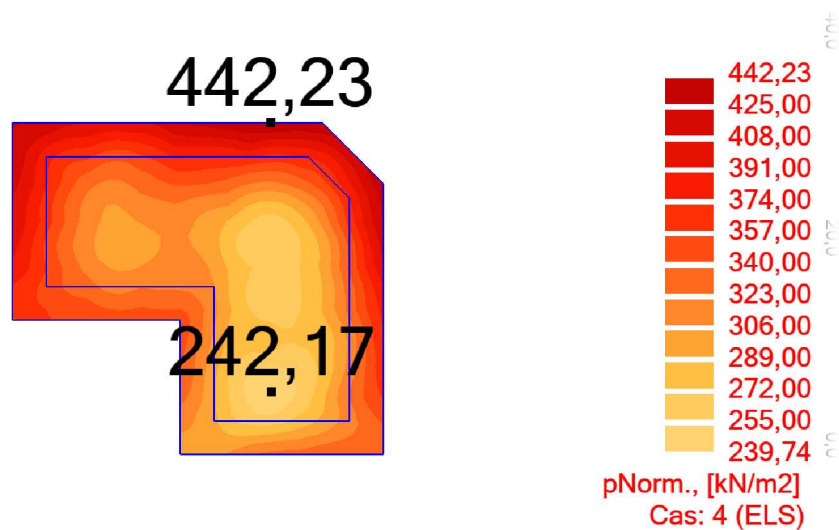


Figure 6-2 : contraintes à l'ELS

$$\sigma_m = \frac{3\sigma_{max} + \sigma_{min}}{4} = \frac{3*4.42 + 2.4}{4} = 3.91 < 7.5 \quad \text{Condition vérifiée}$$

6.3.2.7. Vérification de l'effet sous pression

Nous devons nous assurer que notre radier est en sécurité vis-à-vis du phénomène de soulèvement sous l'effet de la pression hydrostatique. Pour cela, il faut vérifier :

$$p > 1.5 * S * \gamma * Z$$

P : poids du bâtiment ;

Z : profondeur d'ancrage ;

S : surface du radier ;

γ : Poids volumique de l'eau = 10KN/m³

AN :

$$1.5 * S * \gamma * Z = 1.5 * 940 * 10 * 9.74 = 137334KN$$

$$P = 247273.54KN > 137334KN \quad \text{Condition vérifiée}$$

6.3.3. Calcul du ferrailage du radier

M<0 tend les fibres inférieures

Tableau 6-1 : récapitulatif moments Mxx

Niveau	ELU		ELS		ACC	
	Appui	Travée	Appui	Travée	Appui	Travée
Radier	-952.71	513.59	-695.13	370.80	-1263.97	553.82

Tableau 6-2 : récapitulatif moments Myy

Niveau	ELU		ELS		ACC	
	Appui	Travée	Appui	Travée	Appui	Travée
Radier	-957.43	810.51	-688.03	583.26	-1451.14	1363.94

6.3.3.1. Calcul des armatures

Le calcul se fera en flexion simple. Les résultats figurent dans le tableau suivant avec :

$$\begin{cases} b = 100\text{cm} \\ d = 90\text{cm} \end{cases}$$

$$\mu = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}}$$

$$\diamond \sigma_{bc} = \frac{0.85f_{c28}}{\gamma_b} = 14.2\text{Mpa}$$

$$\diamond \alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu})$$

$$\diamond \beta = 1 - 0,4\alpha$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 435\text{ Mpa}$$

$$\diamond A_{cal} = \frac{M}{\beta d \sigma_s}$$

6.3.3.2. ELU

Tableau 6-3 : calcul des armatures à l'ELU

		Moments	μ	α	β	A (cm ²)	Choix
Sens y	Travée	513,59	0,0447<0.392	0,0571	0,977	13,43	8HA20=25,12
	Appui	952,71	0,0828<0.392	0,1082	0,957	25,44	14HA20=43,96
Sens x	Travée	810,51	0,0705<0.392	0,0914	0,963	21,49	12HA20=37,68
	Appui	957,43	0,0832<0.392	0,1088	0,956	25,57	14HA20=43,96

Condition de non fragilité

$$A_{min} = 0.23bd * \frac{f_{tj}}{f_e} = 0.23 * 100 * 90 * \frac{2.1}{500} = 8.7\text{cm}^2$$

$$A_{min} < A_{calc}$$

6.3.3.3. ELS

Nous devons vérifier : 34 35 22

$$\sigma_s \leq \sigma_{s adm}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_{b adm}$$

$$\sigma_{badm} = 0,6 * F_{c28} = 0,6 * 25 = 15\text{ Mpa}$$

$$\sigma_{sadm} = \min \left(\frac{2 \cdot 500}{3} ; 110 \cdot \sqrt{1,6 \cdot 2,1} \right) = \min(333.3; 201.63)$$

$\sigma_{sadm} = 201,63 \text{ Mpa}$

Nous allons utiliser la méthode du tableau avec :

- ❖ $\rho_1 = \frac{100 \cdot A}{bd}$
- ❖ $\sigma_s = \frac{M_s}{\beta_1 \cdot d \cdot A}$
- ❖ $\sigma_b = \frac{\sigma_s}{K_1}$, β_1 et K_1 tirés du tableau

Tableau 6-4 : vérification à l'ELS

		Moments	A	ρ_1	K1	β_1	σ_s	σ_b	Vérification
Sens y	Travée	370,8	24,12	0,268	45,98	0,918	186,07	4,0	C.V
	Appui	695,13	43,96	0,488	32,62	0,895	196,31	6,0	C.V
Sens x	Travée	583,26	37,68	0,419	35,5	0,901	190,89	5,4	C.V
	Appui	688,03	43,96	0,488	32,62	0,895	194,31	6,0	C.V

Les armatures calculées à l'ELU restent maintenues.

6.3.4. Dessin de ferrailage

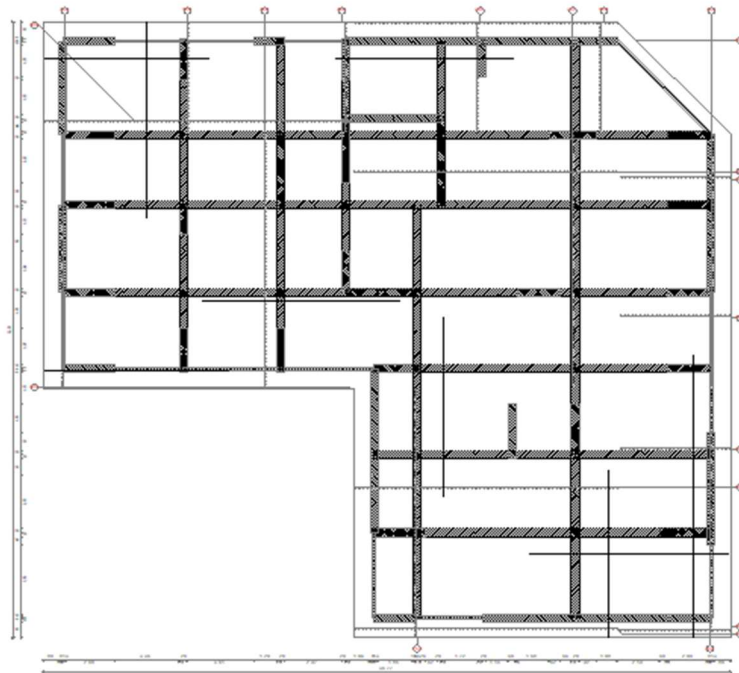


Figure 6-3 : ferrailage de la nappe inférieure du radier

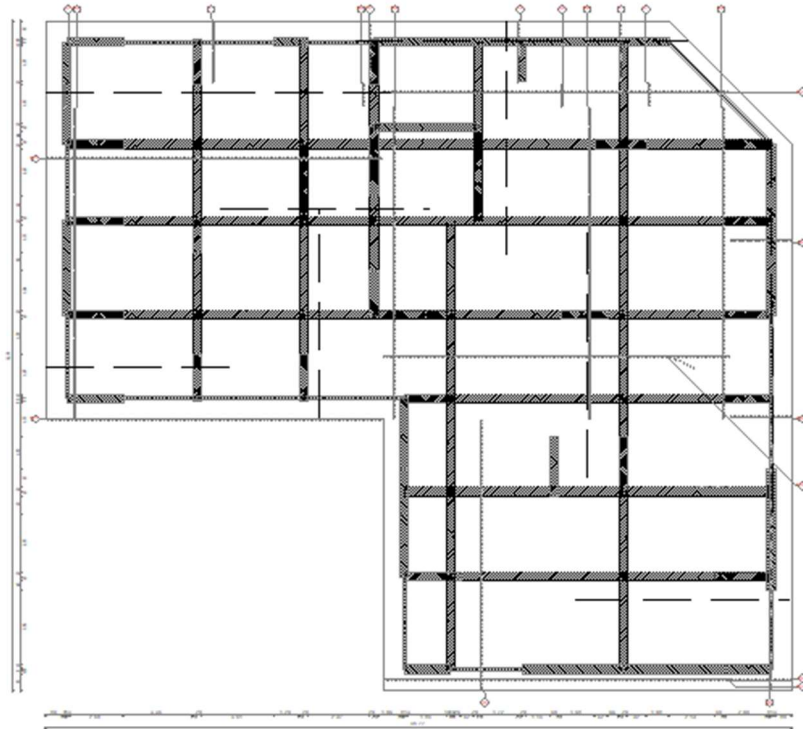


Figure 6-4: ferrailage de la nappe supérieure du radier

6.3.5. Ferrailage des nervures

Les nervures sont considérées comme des poutres continues sur plusieurs appuis, le calcul se fera donc en flexion simple avec les sollicitations récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6-5 : sollicitations des nervures

Cas	Niveau	Moment (KN.m)	Effort tranchant (KN)
ELU	Travée	5593.12	4409.84
	Appui	-7961.86	-5714.25
ELS	Travée	4080.78	3213.04
	Appui	-5802.46	-4143.81

6.3.5.1. ELU

Le calcul se fera en flexion simple. Les résultats figurent dans le tableau suivant avec :

$$\begin{cases} b = 40cm \\ d = 245cm \end{cases}$$

$$\mu = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}}$$

$$\diamond \sigma_{bc} = \frac{0.85 f_{c28}}{\gamma_b} = 14.2 \text{ Mpa}$$

$$\diamond \alpha = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2\mu})$$

$$\diamond \beta = 1 - 0.4\alpha$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 435 \text{ Mpa}$$

$$A_{cal} = \frac{M}{\beta d \sigma_s}$$

Tableau 6-6 : ferrailage adopté

	Moments	μ	α	β	A (cm ²)	Choix
Travée	5593,12	0,1640 < 0.392	0,2254	0,910	57,68	20HA25=98,2
Appui	7961,86	0,2335 < 0.392	0,3375	0,865	86,36	18HA32+4HA14=147,3

Condition de non fragilité

$$A_{min} = 0.23bd * \frac{f_{tj}}{f_e} = 0.23 * 40 * 245 * \frac{2.1}{500} = \mathbf{23.67 \text{ cm}^2}$$

$A_{min} < A_{cal}$ **condition vérifiée**

6.3.5.2. ELS

Nous devons vérifier :

$$\sigma_s \leq \sigma_{s \text{ adm}}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_{b \text{ adm}}$$

$$\sigma_{b \text{ adm}} = 0.6 * F_{c28} = 0.6 * 25 = \mathbf{15 \text{ Mpa}}$$

$$\sigma_{s \text{ adm}} = \min \left(\frac{2.500}{3} ; 110. \sqrt{1.6.2.1} \right) = \min(333.3; 201.63)$$

$$\sigma_{s \text{ adm}} = \mathbf{201,63 \text{ Mpa}}$$

Nous allons utiliser la méthode du tableau avec :

$$\diamond \rho_1 = \frac{100 * A}{bd}$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{Ms}{\beta_1 * d * A}$$

$$\diamond \sigma_b = \frac{\sigma_s}{K_1}, \beta_1 \text{ et } K_1 \text{ tirés du tableau}$$

Tableau 6-7 : vérification à l'ELS

	Moments	A	ρ_1	K1	β_1	σ_s	σ_b	Vérification
Travée	4080,78	98,2	1,002	20,97	0,861	197,00	9,4	C.V
Appui	5802,46	147,3	1,503	16,25	0,84	191,41	11,8	C.V

6.3.5.3. Vérification de l'effort tranchant

Fissuration préjudiciable, τ_u doit être au plus égal à la plus basse des deux valeurs suivantes :

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,15 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} = 2,50 \text{ Mpa} \\ 4 \text{ Mpa} \end{array} \right. \rightarrow \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa}$$

$$\tau_u = \frac{T}{bd} = \frac{5514250}{400 \cdot 2500} = 5.5 \text{ Mpa} < \bar{\tau}_u = 2,50 \text{ Mpa} \dots \text{CNV}$$

6.3.5.4. Ferrailage transversal

$$\varphi t \geq \frac{\varphi l}{3} = \frac{25}{3} = 8.3 \rightarrow \text{on choisit } \varphi = 10\text{mm}$$

Tableau 6-8 : résumé ferrailage transversal

Calcul de St			$A_t = 0.003St \cdot b$	Ferrailage
Zone nodale $St \leq \min(\frac{h}{4}; 12\varphi)$	$St \leq \text{Min}$ (62.5; 30)	15	1.8	4HA10=3.16cm²
Zone courante $St \leq \frac{h}{2}$	$St \leq 125\text{cm}$	15	1.8	

6.3.5.5. Dessin de ferrailage

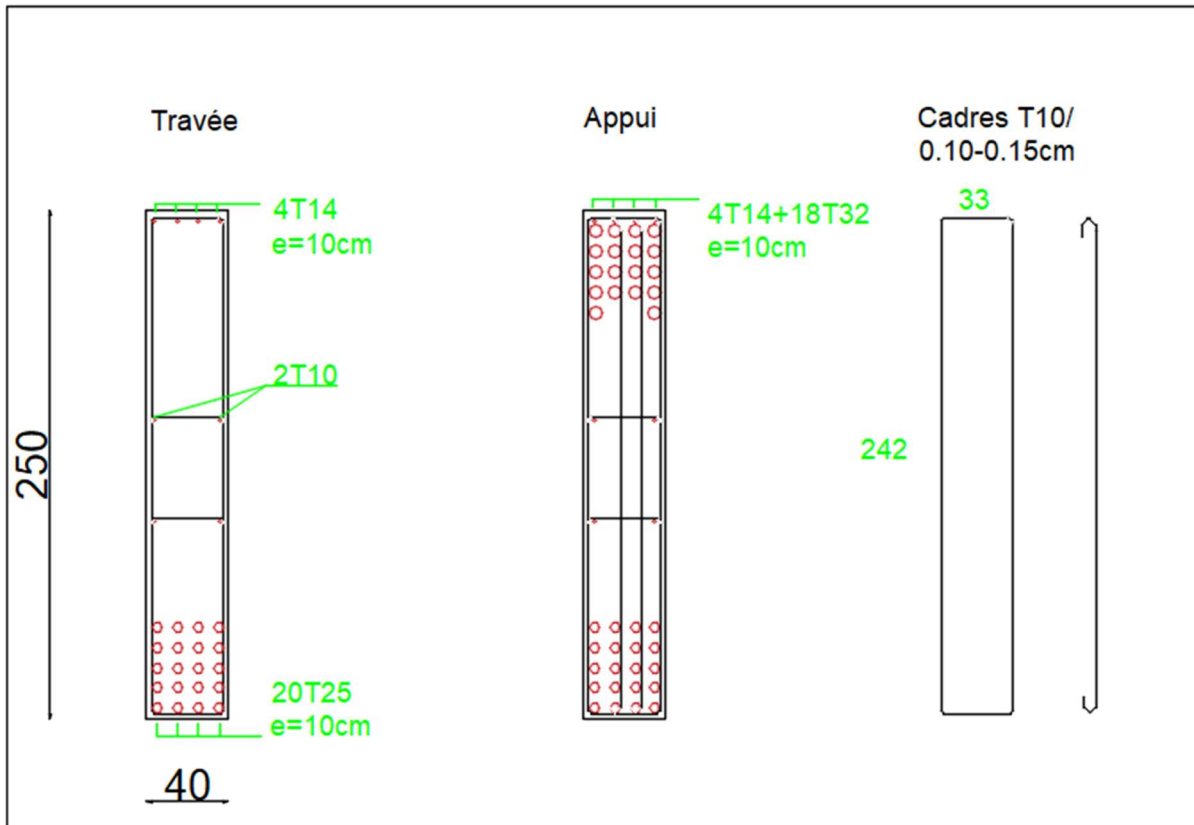


Figure 6-5 : dessin de ferrailage de la nervure

Chapitre 7 : Etude technico- commerciale

CHAPITRE 7 : ETUDE TECHNICO-COMMERCIALE

7.1.Introduction

Dans ce dernier chapitre nous allons entamer la partie managériale et économique. Elle consistera à faire le métré, proposer un planning d'exécution du projet puis mettre en évidence un aspect concernant la réduction des coûts en utilisant le logiciel CYPE.

7.2.Métré

Le métré désigne la quantification des éléments d'un ouvrage, il s'agit de calculs de volumes et surfaces pour déterminer la quantité de matériaux nécessaires à la construction.

Il est important de le distinguer de l'avant métré qui constitue l'établissement d'un devis quantitatif d'une manière méthodique où figurent le détail précis des calculs, les croquis,...

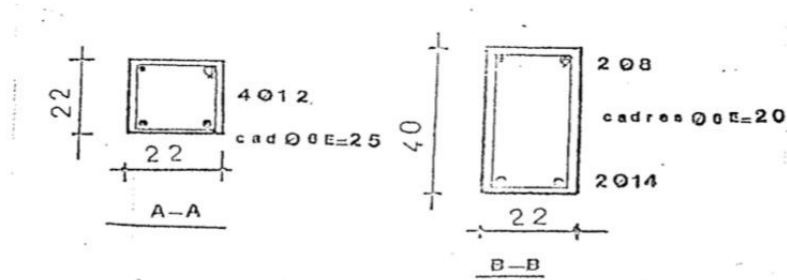
Nous allons effectuer le métré des différents éléments en quantité de béton, coffrage et acier tout en établissant le ratio de coffrage et de ferrailage par m³ de béton.

7.2.1. Exemple de calcul

7.2.1.1. Béton

Pour une poutre

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale



* Quantité de béton dosé à 350 kg est : Poteaux

$$\frac{2 (0,22 \times 0,22) \times 3,00}{=} = \underline{0,290 \text{ m}^3}$$

* Quantité de béton dosé à 400 kg est : Poutre

$$\frac{(4,44 \times 0,4 \times 0,22)}{=} = \underline{0,391 \text{ m}^3}$$

* Quantité de coffrage est :

1/ Poteaux :

$$2 \mid (0,22 + 0,22) \times 2 \times 3 \mid = 3,98 \text{ m}^2$$

2/ Poutre P.T. :

- joues inférieures : $0,22 \times 4 = 0,88 \text{ m}^2$
- joues principales : $2 \times (4,44 \times 0,4) = 3,55 \text{ m}^2$
- joues latérales : $2 \times (0,22 \times 0,4) = 0,10 \text{ m}^2$

Quantité de coffrage totale est : $8,59 \text{ m}^2$

Figure 7-1 : exemple de métré poutre et poteaux

Tableau 7-1 : métré béton

Eléments	L	l	h	Volume= L.l.h
Poutre	4.45	0.4	0.2	0.356
Voile	2.7	0.4	3	3.24
Radier	35	20	1	940
	20	12	1	

7.2.1.2. Coffrage

Tableau 7-2 : métré coffrage

Eléments	L	L	h	S
Poutre	4.45	0.4	0.2	$2h(L+l)+1*L=3.72$
Voile	2.7	0.4	3	$2h(L+l)=18.6$

Les résultats pour tous les éléments de notre structure sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 7-3 : métré et ratio de ferrailage et coffrage

Eléments	Béton m3	Coffrage m2	Ratio coffrage	Acier kg	Ratio acier
Infrastructure					
Bp	95,7			/	
Dalle radier	940	133,5	0,1	121062,4	128,79
Nervures	261,81	1309,05	5,0	57250,8	218,67
Sous-sol 3					
VP	24,16	333,87	13,8	3145	130,17
VC	155,19	872,26	5,6	29290	188,74
Poutres	28,32	188,77	6,7	3814,13	134,68
dalle	149,2	833,8	5,6	15362	102,96
Escalier	3,57	41,69	11,7	392	109,80
Sous-sol 2					
VP	24,16	333,87	13,8	3145	130,17
VC	155,19	872,26	5,6	29290	188,74
Poutres	28,32	188,77	6,7	3814,13	134,68
dalle	149,2	833,8	5,6	15362	102,96
Escalier	3,57	41,69	11,7	392	109,80
Sous-sol 1					
VP	30,54	422,11	13,8	3777	123,67
VC	196,2	1102,78	5,6	32260	164,42
Poutres	28,32	188,77	6,7	3814,13	134,68
dalle	144,6	810,8	5,6	15362	106,24
Escalier	4,14	58,27	14.1	423	102,17
RDC					

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

VC	215,05	1208,69	5,6	35085	163,15
Poutres	28,32	188,77	6,7	3814,13	134,68
dalle	151,14	914,1	6,0	15362	101,64
Escalier	12,82	130,03	10,1	1133	88,38
Mezzanine					
VC	177,36	996,86	5,6	31436	177,24
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	180,2	1023,8	5,7	19253	106,84
Escalier	6,84	19,52	2,9	480	70,18
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+1					
VC	138,7	878,65	6,3	26766	192,98
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+2					
VC	138,7	878,65	6,3	26766	192,98
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+3					
VC	138,7	878,65	0,033	26766	192,98
Poutres	27,16	181,04	0,047	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	0,053	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	0,110	458	72,93
Balcon	10	76,93	0,083	926	92,60
R+4					
VC	138,7	878,65	6,3	26766	192,98
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+5					
VC	138,7	878,65	6,3	26766	192,98

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+6					
VC	118,88	866,35	7,3	24671	207,53
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+7					
VC	118,88	866,35	7,3	24671	207,53
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+8					
VC	118,88	866,35	7,3	24671	207,53
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+9					
VC	118,88	866,35	7,3	24671	207,53
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+10					
VC	118,88	866,35	7,3	24671	207,53
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+11					
VC	99,07	854,05	8,6	18800	189,76

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+12					
VC	99,07	854,05	8,6	18800	189,76
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+13					
VC	99,07	854,05	8,6	18800	189,76
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+14					
VC	99,07	854,05	8,6	18800	189,76
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+15					
VC	99,07	854,05	8,6	18800	189,76
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+16					
VC	79,26	841,75	10,6	14397	181,64
Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+17					
VC	79,26	841,75	10,6	14397	181,64

Poutres	27,16	181,04	6,7	3814,13	140,43
dalle	182	1023,8	5,6	19253	105,79
Escalier	6,28	50,4	8,0	458	72,93
Balcon	10	76,93	7,7	926	92,60
R+18					
VC	79,26	841,75	10,6	14397	181,64
Poutres	28,32	181,04	6,4	3814,13	134,68
dalle	202,8	1041,8	5,1	20581	101,48
acrotère	9,5	191	20,1	980	103,16

7.3.Planning

Etablir un planning est nécessaire pour une bonne gestion du projet.

Il s'agit de faire un plan de travail en considérant les différentes tâches à exécuter, les délais à respecter et l'ordre d'exécution de chacune d'entre elles.

Nous allons utiliser MS PROJECT qui nous offrira une vision claire et structurée des différentes étapes du projet tout en indiquant leur séquence chronologique et leur durée prévue. Nous y verrons les dépendances entre les différentes étapes et comment elles s'inscrivent dans l'ensemble du projet.

Nous avons choisi de travailler 6 jours sur 7 à raison de 8h par jour.

(Voir le détail du planning à l'annexe)

7.4. Etude de prix

Dans le processus de planification et de réalisation d'un projet, l'étude de prix est une étape essentielle. Elle vise en première position à estimer et évaluer les prix de vente hors taxe des ouvrages élémentaires en prenant en compte divers facteurs notamment la matière première, la main d'œuvre, le matériel,... puis à en déduire le prix de vente total des travaux hors taxes et toutes taxes comprises.

Elle permet de :

- établir un budget réaliste pour le projet ;
- éviter les dépassements budgétaires et prendre des mesures correctives si nécessaire ;
- évaluer différentes options et choisir les solutions les plus adaptées aux besoins du projet ;
- s'assurer que les prix proposés sont raisonnables et compétitifs lors des appels d'offres.

Nous avons utilisé le logiciel CYPE dont on va détailler la manière de procéder à l'aide d'images.

7.4.1. Etapes à suivre

7.4.1.1. Base de données

Il faut d'abord créer une base de données des prix, pour cela ouvrir le logiciel puis aller à l'onglet CYPEPROJECT

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

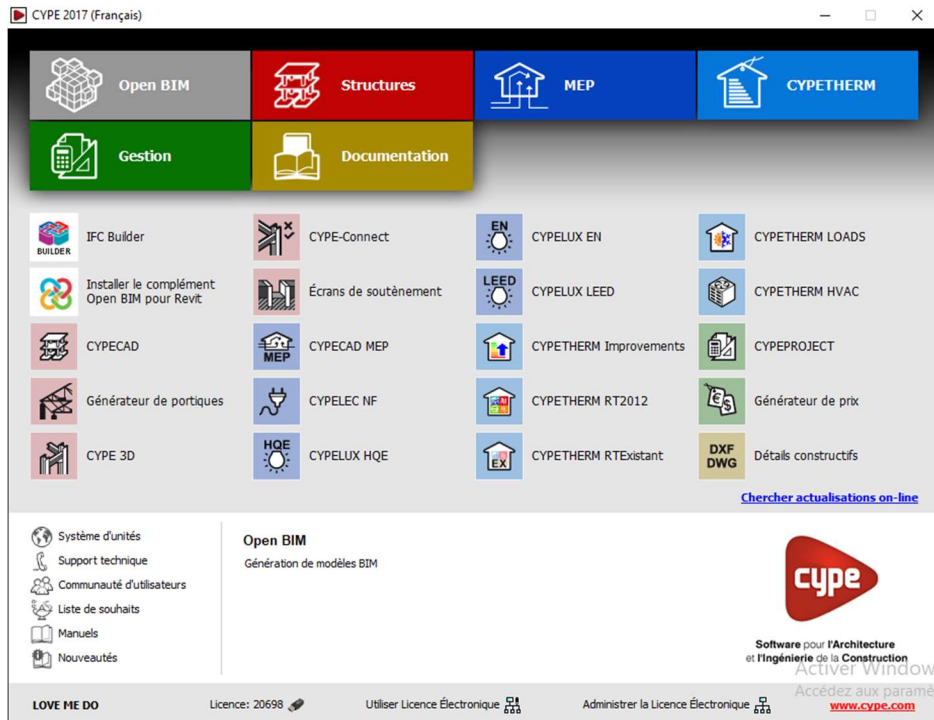


Figure 7-3 : accueil du logiciel CYPE

Créer un nouveau projet, nous aurons une fenêtre affichée, il faudra cocher « budget » et accepter.

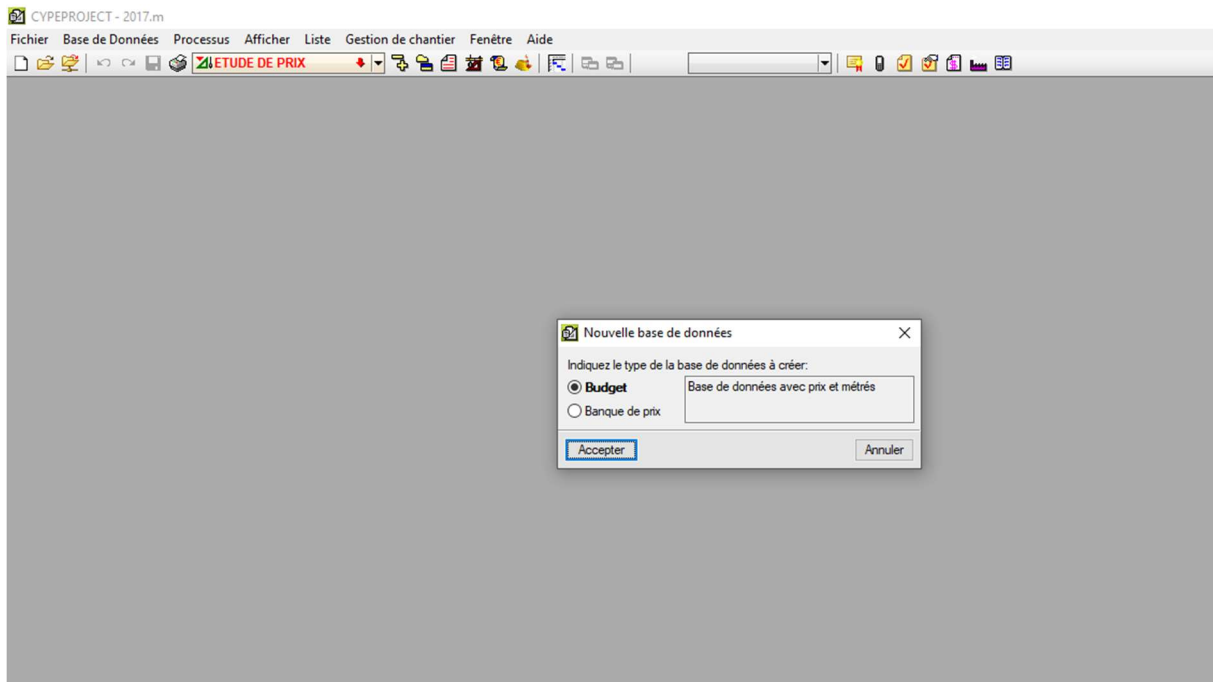


Figure 7-4 : base de données 1

Ici on utilise le générateur de prix et saisit les informations du projet (construction neuve, Algérie)

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

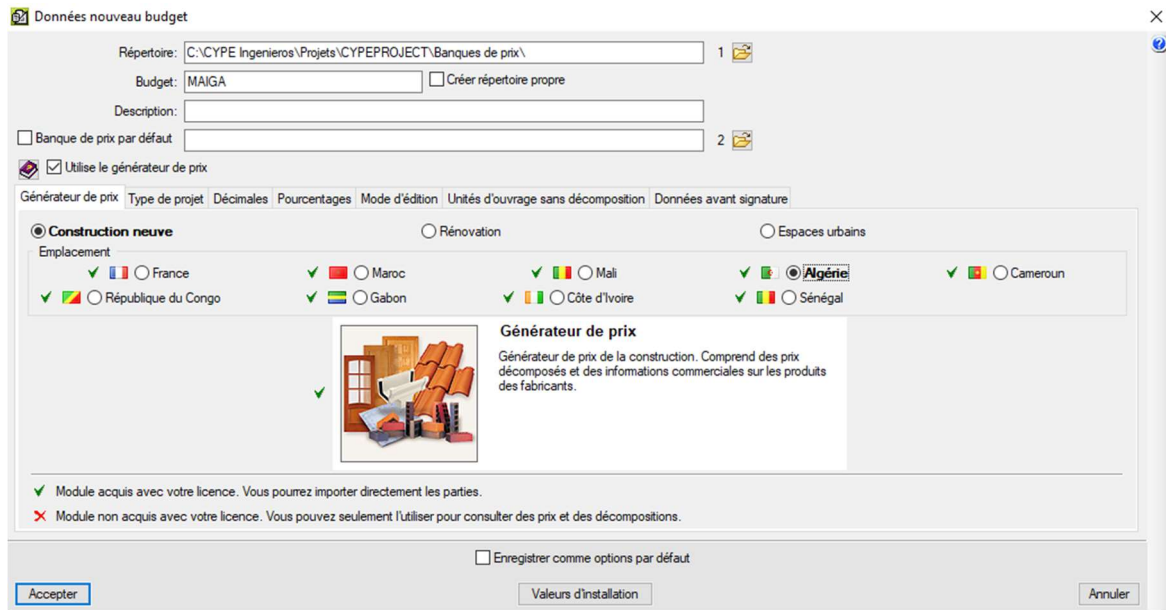


Figure 7-5 : générateur de prix

Pour le type de projet, on coche de « promotion privée »

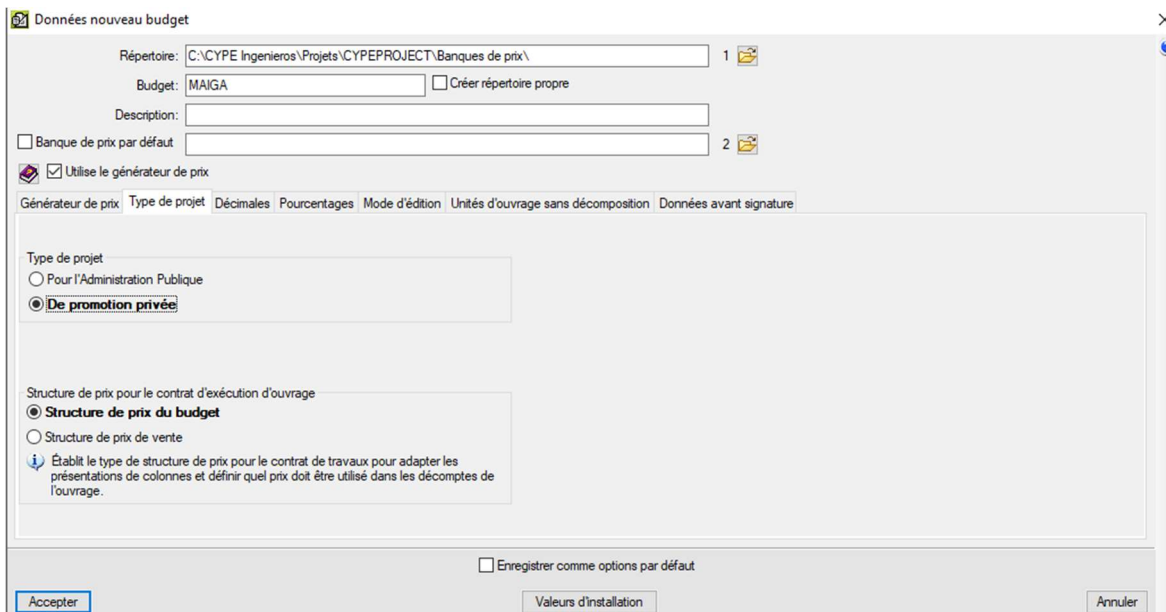


Figure 7-6 : type de projet

Pour les décimales, nous allons arrondir à deux chiffres après la virgule.

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

The screenshot shows the 'Données nouveau budget' dialog box with the 'Décimales' tab selected. The 'Utilise le générateur de prix' checkbox is checked. The 'Générateur de prix' sub-tab is active, showing settings for various decimal places. The 'Enregistrer comme options par défaut' checkbox is unchecked. Buttons for 'Accepter', 'Valeurs d'installation', and 'Annuler' are visible at the bottom.

Paramètre	Arrondir	Nombre de décimales
Colonnes num. unités (DN)	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Dimensions mètres (DD)	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Sous-total/Total mètres (DS)	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Rendement décomposition (DR)	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Décimales pourcentage de marge	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Rendement x prix (DI)	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Mètre x coût (DM)	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Prix de concept (DP)	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Coût unités d'ouvrage (DC)	<input checked="" type="checkbox"/>	2

Figure 7-7 : décimales

Nous n'allons pas considérer les coûts indirects pour le moment, les pourcentages sont donc pris nuls.

The screenshot shows the 'Données nouveau budget' dialog box with the 'Pourcentages' tab selected. The 'Utilise le générateur de prix' checkbox is checked. The 'Pourcentages' sub-tab is active, showing input fields for various cost percentages, all set to 0.00000. The 'Impôts' field is set to 0.00000 and the 'Nom de l'impôt' is set to 'TVA'. The 'Enregistrer comme options par défaut' checkbox is unchecked. Buttons for 'Accepter', 'Valeurs d'installation', and 'Annuler' are visible at the bottom.

Coûts indirects de budget:	0,00000
Coûts indirects de vente:	0,00000
Coûts indirects d'étude:	0,00000
Frais généraux:	0,00000
Bénéfice industriel:	0,00000
Impôts:	0,00000
Nom de l'impôt:	TVA

Figure 7-8 : pourcentages

Il faut choisir le lieu d'implantation du projet (Oran pour notre cas).

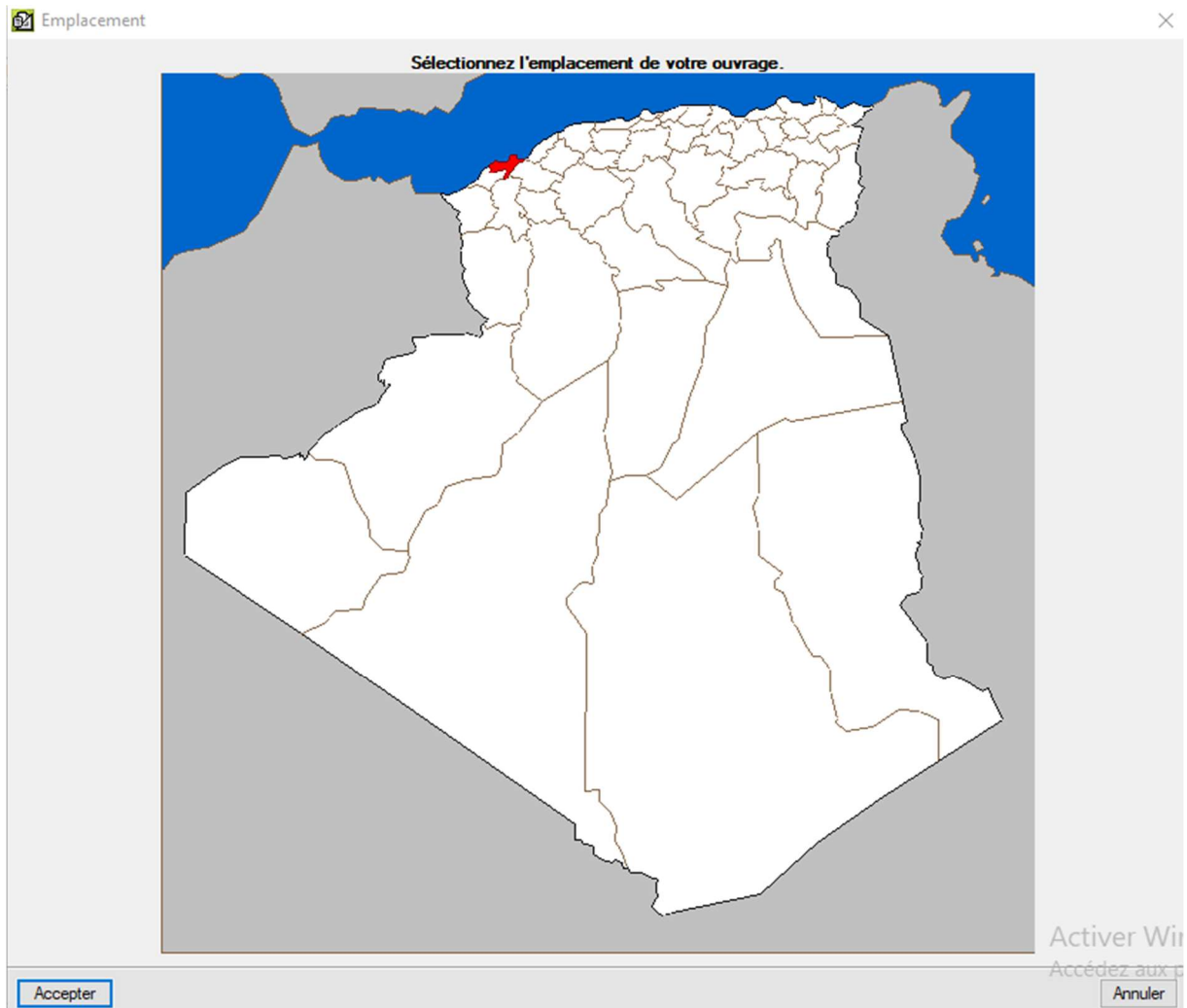


Figure 7-9 : emplacement du projet

Les informations supplémentaires du projet seront renseignées à savoir le nombre d'étages, leur surfaces,...

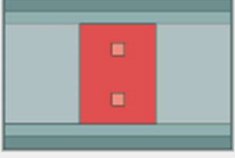
Générateur de prix. Dernière actualisation: Avril 2017. Configuration

Emplacement:

L'un des objectifs principaux du Générateur de prix est d'offrir le coût le plus juste possible d'une partie de l'ouvrage. Dans cette fenêtre, vous devrez choisir les paramètres qui se rapprochent le plus des caractéristiques de votre ouvrage. Plus ce choix se rapproche de la réalité de votre ouvrage, plus les prix générés seront proches de ceux du marché.
Toutes les possibilités disponibles pour chaque paramètre possèdent une aide (bouton '?' en haut à droite de la fenêtre) dans laquelle sont indiquées des caractéristiques objectives qui vous permettront de classer correctement votre ouvrage.

Surface totale construite	<input type="text" value="1000,00"/> m ²	Nombre de niveaux hors sol	<input type="text" value="20"/>
Surface du niveau type	<input type="text" value="1000,00"/> m ²	Nombre de niveaux en sous-sol	<input type="text" value="3"/>

<p>Accessibilité</p> <p><input type="radio"/> Très bonne</p> <p><input checked="" type="radio"/> Bonne</p> <p><input type="radio"/> Normale</p> <p><input type="radio"/> Difficulté moyenne</p> <p><input type="radio"/> Difficulté élevée</p>	<p>Topographie</p> <p><input type="radio"/> Plate</p> <p><input checked="" type="radio"/> Avec dénivelés minimaux</p> <p><input type="radio"/> Avec dénivelés marqués</p> <p><input type="radio"/> Accidentée</p> <p><input type="radio"/> Très accidentée</p>	<p>Marché</p> <p><input type="radio"/> En hausse</p> <p><input type="radio"/> Croissance modérée</p> <p><input checked="" type="radio"/> Croissance soutenue(normale)</p> <p><input type="radio"/> Récession modérée</p> <p><input type="radio"/> Récession marquée(crise)</p>
---	---	---

<p>Type de projet</p> <p><input type="radio"/> Logement individuel</p> <p><input type="radio"/> Maisons en bande</p> <p><input checked="" type="radio"/> Bâtiment collectif</p> <p><input type="radio"/> Autres utilisations</p>	<p>Situation</p> <p><input checked="" type="radio"/> Mitoyenne</p> <p><input type="radio"/> En biseau</p> <p><input type="radio"/> Isolée</p>	<p>Géométrie du niveau</p> 
---	--	--

Distance à la décharge autorisée km

Coefficients constants et variables dans la décomposition d'une unité d'ouvrage

Dans la décomposition d'une partie d'ouvrage, il existe des coefficients constants et d'autres variables. Le prix de la main d'oeuvre est fixé par convention et ne dépend que de la zone géographique. Dans une même partie, la quantité des matériaux ne dépend d'aucun des coefficients présents dans cette fenêtre. Les autres valeurs de la décomposition (rendement et prix de main d'oeuvre et de machinerie) dépendent des paramètres qui sont quantifiés ici.

Figure 7-10 : informations supplémentaires

On renseigne ici les données supplémentaires voire les documents à générer et la disposition de l'arbre des différentes étapes.

Génération de l'arbre des chapitres, des sous-chapitres et des paragraphes

Sélectionnez le niveau désiré:

Un niveau (seulement chapitres)

Deux niveaux (chapitres et sous-chapitres)

Trois niveaux (chapitres, sous-chapitres et paragraphes)

Documents à générer

✓ Seulement budget

✓ **Budget et Cahier des charges**

✓ Évaluation d'entretien décennal

✓ Mémoire graphique des matériaux

✓ Fiches de prévention des risques

✓ Schéma d'organisation et de gestion des déchets

✓ Étude d'impact environnemental

Détails constructifs:

✓ Distribution et évacuation des eaux

✓ Systèmes d'isolation

✓ Toitures terrasses

✓ Protections collectives

✓ Systèmes d'imperméabilisation

Détail des parties

Les parties sont décrites en détail dans le Cahier des clauses techniques particulières, dans le paragraphe Prescriptions relatives à l'exécution par unité d'ouvrage.

✓ Module acquis avec votre licence. ✗ Module non acquis avec votre licence.

Accepter

Figure 7-11 : données supplémentaires

En cliquant sur accepter notre base de données sera créée.

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

Code	Ca	GD	Unité	Résumé	Quantité	Coût	Montant
MAIGA					1,00		
P				Interventions préalables	1,00		
PH				Équipements pour travaux en hauteur	1,00		
PHT				Grues à tour	1,00		
PHE				Échafaudages	1,00		
PHP				Plateformes élévatrices	1,00		
PO				Protections temporaires	1,00		
POT				Trottoirs et bordures	1,00		
POA				Arbres	1,00		
POC				Éclairage public	1,00		

Figure 7-12 : base de données

7.4.1.2. Deuxième base de données

Nous allons créer encore un nouveau projet mais cette fois-ci on décoche « utilise le générateur de prix » puis on reprend les mêmes étapes.

Cela va nous permettre de ramener notre fichier excel qu'on a créé avec la hiérarchisation des tâches, la quantité de chacune d'elle et l'unité d'ouvrage.

Données nouveau budget

Répertoire: C:\CYPE Ingenieros\Projets\CYPEPROJECT\Banques de prix\ 1

Budget: Fatoumata Créer répertoire propre

Description: _____

Banque de prix par défaut _____ 2

Utilise le générateur de prix

Type de projet Décimales Pourcentages Mode d'édition Unités d'ouvrage sans décomposition Données avant signature Monnaie

Type de projet

Pour l'Administration Publique

De promotion privée

Structure de prix pour le contrat d'exécution d'ouvrage

Structure de prix du budget

Structure de prix de vente

Établit le type de structure de prix pour le contrat de travaux pour adapter les présentations de colonnes et définir quel prix doit être utilisé dans les décomptes de l'ouvrage.

Enregistrer comme options par défaut

Accepter Valeurs d'installation Annuler

Figure 7-13 : données nouveau budget

The image shows two side-by-side windows from a software application. The left window is titled 'FATOUmata:Arbre de décomposition' and shows a table with columns: Code, Ca, GD, Unité, Résumé, Quantité, Coût, Montant. The right window is titled 'MAIGA:Arbre de décomposition' and shows a similar table with a tree structure on the left. The tree includes nodes like P, PH, PHT, PHE, PHP, PO, POT, POA, each with a corresponding description and a quantity of 1.00. The descriptions include 'Interventions préalables', 'Équipements pour travaux en hauteur', 'Grues à tour', 'Échafaudages', 'Plateformes élévatoires', 'Protections temporaires', 'Trottoirs et bordures', and 'Arbres'.

Figure 7-14 : base de données 2

La base de données créée, il faut sélectionner et copier le tableau excel.

Revenir ensuite dans CYPE et faire clic droit dans la ligne puis sélectionner « importer depuis un format CSV ».

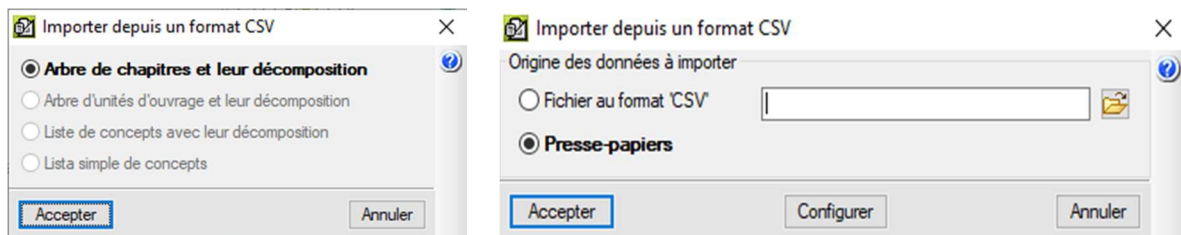


Figure 7-15 : importation du fichier excel

Pour les différents éléments nous allons définir les caractéristiques dont on a besoin.

7.4.1.3. Béton de propreté

Aller sur la première base qu'on a créée et double clic sur béton de propreté puis accepter.

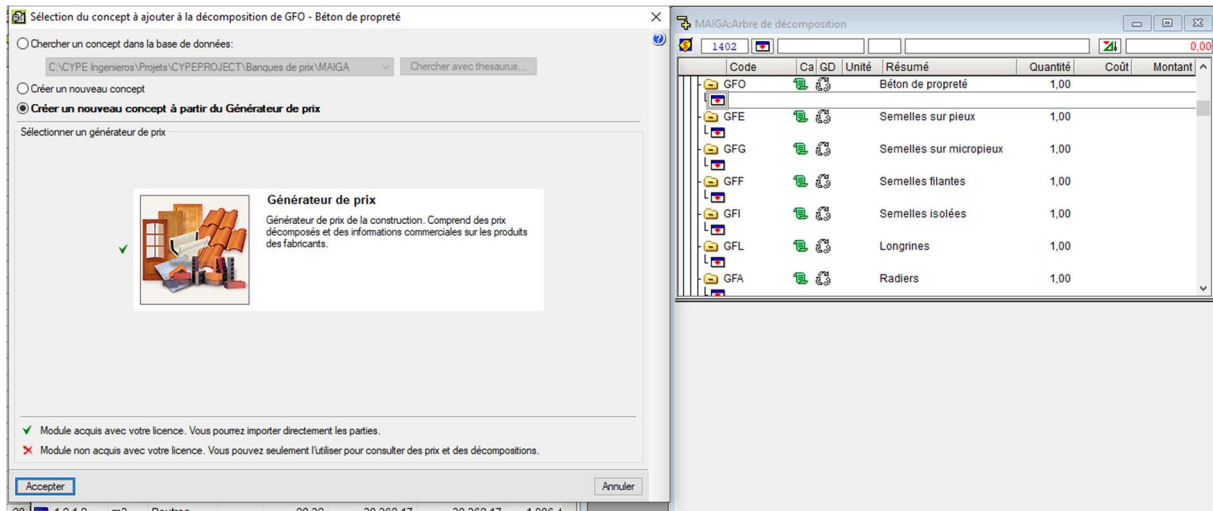


Figure 7-16 : caractéristiques des unités d'ouvrage

Pour le béton de propreté : béton prêt à l'emploi, coulé à la pompe de résistance B16, avec du gravier de granulométrie 15/25 et de consistance très plastique.

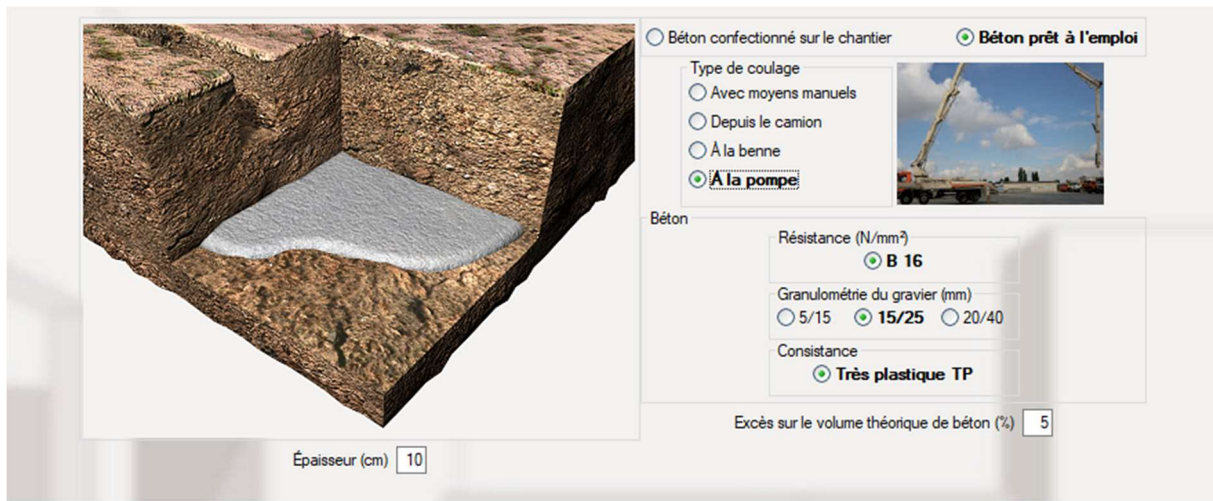


Figure 7-17 : béton de propreté

7.4.1.4. Radier

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

Béton Acier Séparateurs Compléments Finition


Béton confectionné sur le chantier **Béton prêt à l'emploi**

Type de coulage

Avec moyens manuels

À la benne

À la pompe



Type d'environnement

Sec **Humide** Marin Avec risque d'attaque chimique

Classe d'environnement

2a 2b¹ 2b² 3

Résistance (N/mm²)

B 20 **B 25** B 30 B 35 B 40 B 45

Granulométrie du gravier (mm)

5/15 **15/25** 20/40

Consistance

Fluide FI **Très plastique TP**

Avec additif hydrofuge

Non Oui

Excès sur le volume théorique de béton (%)

Figure 7-18 : béton pour radier

Béton Acier Séparateurs Compléments Finition

Quantité d'acier (kg/m³)

Ferraillage de l'armature et pose

Ferraillage de l'armature et pose en coffrage ou sur site

Ferraillage de l'armature (coupe, façonnage et assemblage des éléments) sur le post ferraillage en chantier et pose en coffrage sur site



+



Type d'acier

Fe E 500

Fe E 400



Époutages et chutes d'acier (%)

Figure 7-19 : acier pour le radier

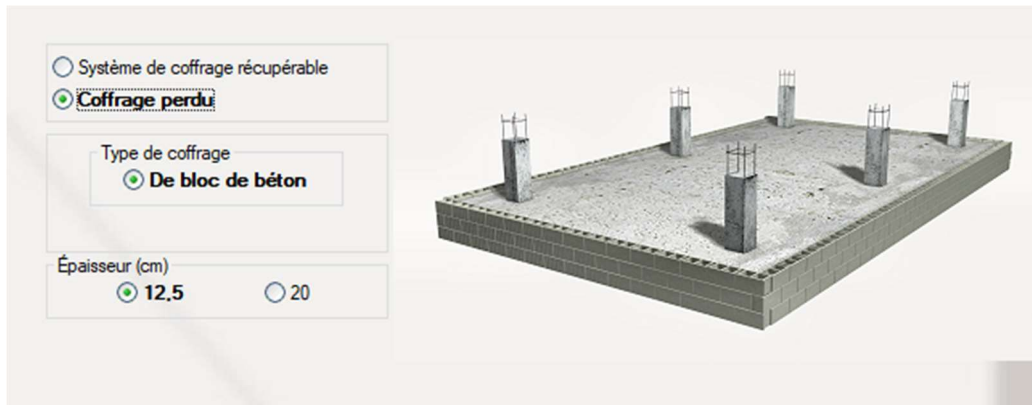


Figure 7-20 : coffrage pour le radier Finition pour le radier

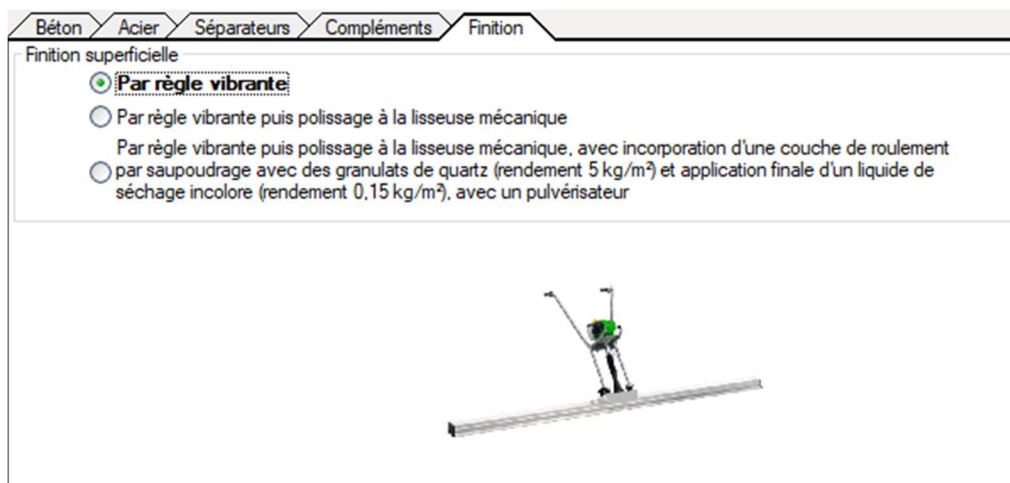


Figure 7-21 : finition pour le radier

7.4.1.5. Dalle pleine

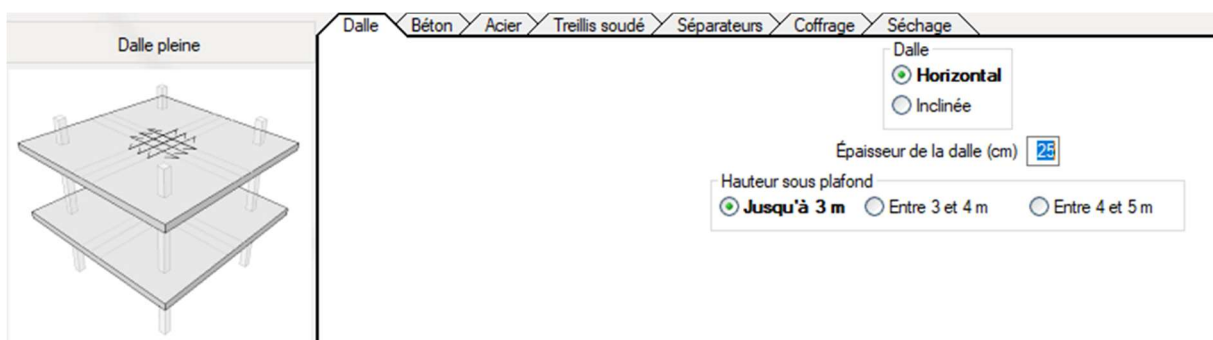



Figure 7-22 : épaisseur et hauteur pour la dalle

Dalle Béton Acier Treillis soudé Séparateurs Coffrage Séchage

Béton confectionné sur le chantier
 Béton prêt à l'emploi

Type de coulage

Avec moyens manuels
 À la benne
 À la pompe



Type d'environnement

Sec
 Humide
 Marin
 Avec risque d'attaque chimique

Classe d'environnement

2a
 2b¹
 2b²
 3

Résistance (N/mm²)

B 20
 B 25
 B 30
 B 35
 B 40
 B 45

Granulométrie du gravier (mm)

5/15
 15/25

Consistance

Fluide FI
 Très plastique TP
 Plastique P

Avec additif hydrofuge

Non
 Oui

Excès sur le volume théorique de béton (%)

Figure 7-23 : béton pour dalle pleine



Dalle Béton Acier Treillis soudé Séparateurs Coffrage Séchage

Dalle

Quantité d'acier (kg/m²)


Ferraillage de l'armature et pose

Ferraillage de l'armature (coupe, façonnage et assemblage des éléments) sur le post ferraillage en chantier et pose en coffrage sur site

Type d'acier

Fe E 500
 Fe E 400



Épointages et chutes d'acier (%)

Figure 7-24 : Caractéristiques ferraillage de la dalle



Dalle	Béton	Acier	Treillis soudé	Séparateurs	Coffrage	Séchage
Finition du béton sur la face inférieure de la dalle <input checked="" type="radio"/> À revêtir <input type="radio"/> Avec plaques en EPS <input type="radio"/> Visible à texture lisse						
Système de coffrage Surface coffrante <input checked="" type="radio"/> Panneaux en bois traité, renforcés avec des tiges et des profilés Nombre d'utilisations <input type="text" value="25"/>						
Structure support horizontale <input checked="" type="radio"/> Poutrelles métalliques et accessoires de montage Nombre d'utilisations <input type="text" value="150"/>						
Structure support verticale Étais Nombre d'étais (U/m²) <input type="text" value="4,0"/> Nombre d'utilisations <input type="text" value="150"/>						
						Décoffrant   <input checked="" type="radio"/> Agent démolant pour coffrages métalliques, phénoliques ou en bois Rendement (l/m²) <input type="text" value="0,030"/>

Figure 7-25 : coffrage dalle pleine

7.4.1.6. Escalier


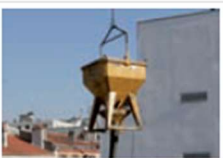
	
Épaisseur de la dalle (cm) <input type="text" value="15"/>	
Béton Acier Séparateurs Coffrage	
<input type="radio"/> Béton confectionné sur le chantier <input checked="" type="radio"/> Béton prêt à l'emploi	
Type de coulage <input type="radio"/> Avec moyens manuels  <input checked="" type="radio"/> À la benne	
Type d'environnement <input type="radio"/> Sec <input checked="" type="radio"/> Humide <input type="radio"/> Marin <input type="radio"/> Avec risque d'attaque chimique	
Classe d'environnement <input checked="" type="radio"/> 2a <input type="radio"/> 2b¹ <input type="radio"/> 2b² <input type="radio"/> 3	
Résistance (N/mm²) <input type="radio"/> B 20 <input checked="" type="radio"/> B 25 <input type="radio"/> B 30 <input type="radio"/> B 35 <input type="radio"/> B 40 <input type="radio"/> B 45	

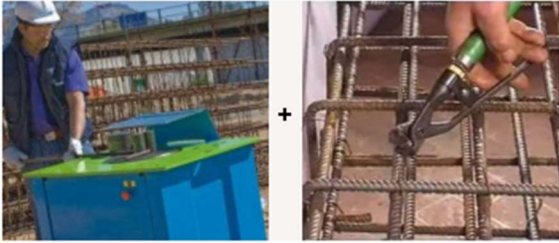
Figure 7-26 : béton pour les escaliers

Béton Acier Séparateurs Coffrage

Quantité d'acier (kg/m²)

Ferraillage de l'armature et pose


Ferraillage de l'armature (coupe, façonnage et assemblage des éléments) sur le post ferraillage en chantier et pose en coffrage sur site



Type d'acier

Fe E 500

Fe E 400



Épointages et chutes d'acier (%)

Figure 7-27 : acier pour les escaliers

Béton Acier Séparateurs Coffrage

Avec système de coffrage

Hauteur sous plafond

Jusqu'à 3 m Entre 3 et 4 m Entre 4 et 5 m

Poutre

Type

Plate En retombée



Position

Droite Inclinée



Système de coffrage

Surface coffrante

Panneaux en bois traité, renforcés avec des tiges et des profilés

Nombre d'utilisations

Structure support horizontale

Poutrelles métalliques et accessoires de montage

Nombre d'utilisations

Structure support verticale

Étais

Nombre d'étais (U/m²)

Nombre d'utilisations



Décoffrant



Agent démolant pour coffrage

Figure 7-28 : coffrage des escaliers

7.4.2. Etude de cout direct

Les résultats de l'étude de prix (couts directs) de notre projet figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7-4 : étude de cout direct

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

Ouvrage: ETUDE DE PRIX						
Budget					% C.I.	0
Code	Type	Unité	Résumé	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
ETUDE DE PRIX	Chapitre				334 204 549,42	334 204 549,42
1	Chapitre		R+18		334 204 549,42	334 204 549,42
1.1	Chapitre		Infrastructure		81 832 867,82	81 832 867,82
1.1.1	Chapitre		Fondation		40 230 263,59	40 230 263,59
1.1.1.1	Unité d'ouvrage	m3	Bp	95,70	1 227,49	117 470,79
1.1.1.2	Unité d'ouvrage	m3	Dalle radier	940,00	29 760,23	27 974 616,20
1.1.1.3	Unité d'ouvrage	m3	Nervures	261,81	46 362,54	12 138 176,60
			1.1.1		40 230 263,59	40 230 263,59
1.1.2	Chapitre		Sous-sol 3		13 417 764,07	13 417 764,07
1.1.2.1	Unité d'ouvrage	m3	VP	24,16	44 677,92	1 079 418,55
1.1.2.2	Unité d'ouvrage	m3	VC	155,19	41 707,52	6 472 590,03
1.1.2.3	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	38 362,17	1 086 416,65
1.1.2.4	Unité d'ouvrage	m3	dalle	149,20	31 313,94	4 672 039,85
1.1.2.5	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	3,57	30 055,74	107 298,99
			1.1.2		13 417 764,07	13 417 764,07
1.1.3	Chapitre		Sous-sol2		13 417 764,07	13 417 764,07
1.1.3.1	Unité d'ouvrage	m3	VP	24,16	44 677,92	1 079 418,55
1.1.3.2	Unité d'ouvrage	m3	VC	155,19	41 707,52	6 472 590,03
1.1.3.3	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	38 362,17	1 086 416,65
1.1.3.4	Unité d'ouvrage	m3	dalle	149,20	31 313,94	4 672 039,85
1.1.3.5	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	3,57	30 055,74	107 298,99
			1.1.3		13 417 764,07	13 417 764,07
1.1.4	Chapitre		Sous-sol 1		14 767 076,09	14 767 076,09
1.1.4.1	Unité d'ouvrage	m3	VP	30,54	43 916,21	1 341 201,05
1.1.4.2	Unité d'ouvrage	m3	VC	196,20	38 854,44	7 623 241,13
1.1.4.3	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	38 362,17	1 086 416,65
1.1.4.4	Unité d'ouvrage	m3	dalle	144,60	31 698,27	4 583 569,84
1.1.4.5	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	4,14	32 040,44	132 647,42
			1.1.4		14 767 076,09	14 767 076,09
			1.1		81 832 867,82	81 832 867,82
1.2	Chapitre		Superstructure		252 371 681,60	252 371 681,60
1.2.1	Chapitre		RDC		14 628 033,49	14 628 033,49
1.2.1.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	215,05	38 705,83	8 323 688,74
1.2.1.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	38 362,17	1 086 416,65
1.2.1.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	151,14	31 159,52	4 709 449,85
1.2.1.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	12,82	39 662,89	508 478,25
			1.2.1		14 628 033,49	14 628 033,49
1.2.2	Chapitre		Mezzanine		14 457 916,95	14 457 916,95
1.2.2.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	177,36	40 358,19	7 157 928,58
1.2.2.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.2.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	180,20	31 889,13	5 746 421,23
1.2.2.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,84	24 088,65	164 766,37
1.2.2.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 859,36	328 593,60
			1.2.2		14 457 916,95	14 457 916,95
1.2.3	Chapitre		R+1		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.3.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,70	43 044,49	5 970 270,76
1.2.3.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.3.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.3.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.3.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.3		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.4	Chapitre		R+2		13 307 990,32	13 307 990,32

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

1.2.4.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,70	43 044,49	5 970 270,76
1.2.4.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.4.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.4.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.4.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.4		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.5	Chapitre		R+3		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.5.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,70	43 044,49	5 970 270,76
1.2.5.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.5.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.5.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.5.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.5		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.6	Chapitre		R+4		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.6.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,70	43 044,49	5 970 270,76
1.2.6.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.6.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.6.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.6.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.6		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.7	Chapitre		R+5		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.7.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,70	43 044,49	5 970 270,76
1.2.7.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.7.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.7.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.7.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.7		13 307 990,32	13 307 990,32
1.2.8	Chapitre		R+6		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.8.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53
1.2.8.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.8.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.8.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.8.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.8		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.9	Chapitre		R+7		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.9.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53
1.2.9.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.9.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.9.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.9.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.9		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.10	Chapitre		R+8		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.10.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53
1.2.10.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.10.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.10.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.10.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.10		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.11	Chapitre		R+9		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.11.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53
1.2.11.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.11.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.11.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.11.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.11		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.12	Chapitre		R+10		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.12.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53
1.2.12.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

1.2.12.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.12.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.12.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.12		12 800 284,09	12 800 284,09
1.2.13	Chapitre		R+11		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.13.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92
1.2.13.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.13.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.13.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.13.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.13		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.14	Chapitre		R+12		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.14.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92
1.2.14.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.14.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.14.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.14.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.14		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.15	Chapitre		R+13		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.15.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92
1.2.15.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.15.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.15.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.15.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.15		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.16	Chapitre		R+14		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.16.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92
1.2.16.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.16.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.16.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.16.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.16		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.17	Chapitre		R+15		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.17.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92
1.2.17.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.17.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.17.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.17.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.17		11 838 062,48	11 838 062,48
1.2.18	Chapitre		R+16		11 053 028,89	11 053 028,89
1.2.18.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	79,26	46 874,96	3 715 309,33
1.2.18.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.18.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.18.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.18.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.18		11 053 028,89	11 053 028,89
1.2.19	Chapitre		R+17		11 053 028,89	11 053 028,89
1.2.19.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	79,26	46 874,96	3 715 309,33
1.2.19.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17
1.2.19.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182,00	31 646,05	5 759 581,10
1.2.19.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69
1.2.19.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10,00	32 619,36	326 193,60
			1.2.19		11 053 028,89	11 053 028,89
1.2.20	Chapitre		R+18		11 447 988,93	11 447 988,93
1.2.20.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	79,26	46 874,96	3 715 309,33
1.2.20.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	38 002,17	1 076 221,45
1.2.20.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	202,80	30 539,72	6 193 455,22
1.2.20.4	Unité d'ouvrage	m3	acrotère	9,50	48 737,15	463 002,93

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

1.2.20	11 447 988,93	11 447 988,93
1.2	252 371 681,60	252 371 681,60
1	334 204 549,42	334 204 549,42
ETUDE DE PRIX	334 204 549,42	334 204 549,42

7.4.3. Etude de cout direct, indirect avec la marge bénéficiaire

Le cout total du projet sera composé de :

- Le cout direct de la construction, il s'agit là du cout de la matière première, de la main d'œuvre et du prix de location/ achat des matériels ;
- Les couts indirects sont ceux qui ne peuvent pas être directement associés à réalisation du projet : le loyer du siège de l'entreprise, les licences d'ordinateurs et logiciels utilisés, les assurances, les fournitures du bureau de suivi sur le chantier,...
- La marge bénéficiaire : elle représente le ratio financier qui mesure la rentabilité finale du projet et est fixée par l'entreprise.

Les résultats sont renseignés dans le tableau suivant (voir le détail en annexe):

Tableau 7-5 : cout total du projet

BORDEREAU DES QUANTITÉS ET PRIX						
N°	TYPE	Un.	RÉSUMÉ	QTE	P.U.	MONTANT
1.1	Chapitre		Infrastructure			
1.1.1	Chapitre		Fondation			
1.1.1.1	Unité d'ouvrage	m3	Bp	95,7	1 693,00	162 020,10
1.1.1.2	Unité d'ouvrage	m3	Dalle radier	940	41 029,00	38 567 260,00
1.1.1.3	Unité d'ouvrage	m3	Nervures	261,81	63 916,00	16 733 847,96
1.1.2	Chapitre		Sous-sol 3	-		
1.1.2.1	Unité d'ouvrage	m3	VP	24,16	61 594,00	1 488 111,04
1.1.2.2	Unité d'ouvrage	m3	VC	155,19	57 499,00	8 923 269,81
1.1.2.3	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	52 887,00	1 497 759,84
1.1.2.4	Unité d'ouvrage	m3	dalle	149,2	43 170,00	6 440 964,00
1.1.2.5	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	3,57	41 436,00	147 926,52
1.1.3	Chapitre		Sous-sol2			
1.1.3.1	Unité d'ouvrage	m3	VP	24,16	61 594,00	1 488 111,04
1.1.3.2	Unité d'ouvrage	m3	VC	155,19	57 499,00	8 923 269,81
1.1.3.3	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	52 887,00	1 497 759,84
1.1.3.4	Unité d'ouvrage	m3	dalle	149,2	43 170,00	6 440 964,00
1.1.3.5	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	3,57	41 436,00	147 926,52
1.1.4	Chapitre		Sous-sol 1			
1.1.4.1	Unité d'ouvrage	m3	VP	30,54	60 544,00	1 849 013,76
1.1.4.2	Unité d'ouvrage	m3	VC	196,2	53 566,00	10 509 649,20
1.1.4.3	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	52 887,00	1 497 759,84
1.1.4.4	Unité d'ouvrage	m3	dalle	144,6	43 700,00	6 319 020,00
1.1.4.5	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	4,14	44 172,00	182 872,08
1.2	Chapitre		Superstructure			
1.2.1	Chapitre		RDC			
1.2.1.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	215,05	52 887,00	11 373 349,35
1.2.1.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	42 957,00	1 216 542,24
1.2.1.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	151,14	54 680,00	8 264 335,20

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

1.2.1.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	12,82	54 680,00	700 997,60
1.2.2	Chapitre		Mezzanine			
1.2.2.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	177,36	55 638,00	9 867 955,68
1.2.2.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.2.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	180,2	43 963,00	7 922 132,60
1.2.2.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,84	33 209,00	227 149,56
1.2.2.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	45 301,00	453 010,00
1.2.3	Chapitre		R+1			
1.2.3.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,7	59 342,00	8 230 735,40
1.2.3.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.3.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.3.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.3.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.4	Chapitre		R+2			
1.2.4.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,7	59 342,00	8 230 735,40
1.2.4.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.4.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.4.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.4.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.5	Chapitre		R+3			
1.2.5.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,7	59 342,00	8 230 735,40
1.2.5.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.5.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.5.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.5.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.6	Chapitre		R+4			
1.2.6.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,7	59 342,00	8 230 735,40
1.2.6.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.6.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.6.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.6.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.7	Chapitre		R+5			
1.2.7.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	138,7	59 342,00	8 230 735,40
1.2.7.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.7.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.7.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.7.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.8	Chapitre		R+6			
1.2.8.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	63 348,00	7 530 810,24
1.2.8.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.8.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.8.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.8.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.9	Chapitre		R+7			
1.2.9.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	63 348,00	7 530 810,24

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

1.2.9.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.9.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.9.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.9.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.10	Chapitre		R+8			
1.2.10.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	63 348,00	7 530 810,24
1.2.10.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.10.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.10.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.10.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.11	Chapitre		R+9			
1.2.11.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	63 348,00	7 530 810,24
1.2.11.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.11.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.11.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.11.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.12	Chapitre		R+10			
1.2.12.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	118,88	63 348,00	7 530 810,24
1.2.12.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.12.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.12.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.12.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.13	Chapitre		R+11			
1.2.13.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	62 626,00	6 204 357,82
1.2.13.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.13.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.13.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.13.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.14	Chapitre		R+12			
1.2.14.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	62 626,00	6 204 357,82
1.2.14.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.14.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.14.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.14.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.15	Chapitre		R+13			
1.2.15.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	62 626,00	6 204 357,82
1.2.15.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.15.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.15.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.15.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.16	Chapitre		R+14			
1.2.16.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	62 626,00	6 204 357,82
1.2.16.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.16.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.16.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48

Chapitre 7 : Etude technico-commerciale

1.2.16.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.17	Chapitre		R+15			
1.2.17.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	99,07	62 626,00	6 204 357,82
1.2.17.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.17.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.17.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.17.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.18	Chapitre		R+16			
1.2.18.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	79,26	64 623,00	5 122 018,98
1.2.18.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.18.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.18.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.18.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.19	Chapitre		R+17			
1.2.19.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	79,26	64 623,00	5 122 018,98
1.2.19.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	27,16	53 815,00	1 461 615,40
1.2.19.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	182	43 628,00	7 940 296,00
1.2.19.4	Unité d'ouvrage	m3	Escalier	6,28	42 091,00	264 331,48
1.2.19.5	Unité d'ouvrage	m3	Balcon	10	44 970,00	449 700,00
1.2.20	Chapitre		R+18			
1.2.20.1	Unité d'ouvrage	m3	VC	79,26	64 623,00	5 122 018,98
1.2.20.2	Unité d'ouvrage	m3	Poutres	28,32	52 391,00	1 483 713,12
1.2.20.3	Unité d'ouvrage	m3	dalle	202,8	42 103,00	8 538 488,40
1.2.20.4	Unité d'ouvrage	m3	acrotère	9,5	67 190,00	638 305,00
Total						462 131 702,71

Montant
TVA

87 805 023,51

Montant
TTC

489 657 066,68

CONCLUSION GENERALE

Tout au long de ce travail nous avons pu confronter l'apprentissage théorique à une application dans la réalité en mettant à l'épreuve l'aspect technique dont l'ingénieur doit se munir afin de proposer des solutions qui répondent aux besoins spécifiques à chaque projet en tenant compte des facteurs sécurité, délai et cout.

Dans notre cas, nous sommes passés des plans d'architecture au pré dimensionnement de chaque élément (plancher, voile, poutre, balcon, acrotère, escaliers), puis à l'étude sismique effectuée selon le RPA99/2003 avec ROBOT où nous avons dû apporter une modification à la disposition initiale des voiles de l'architecte sachant que nous avons une structure en forme L, de différents usages.

La structure une fois vérifiée nous avons ferrailé nos différentes sections selon le BAEL 99 en considérant les sollicitations les plus défavorables.

Ensuite après calcul, le choix de fondation s'est porté sur un radier nervuré suite à l'importance des charges transmises que nous avons dimensionné et ferrailé.

Faute de temps nous ne nous sommes pas intéressés aux ascenseurs et aux voiles périphériques.

Et pour terminer nous avons déterminé le ratio acier et coffrage pour chacun de nos éléments, ce qui nous a permis d'élaborer un planning d'exécution qui s'étend sur 403 jours ou 14mois et d'estimer le cout total du projet à 489 657 066,68 dinars.

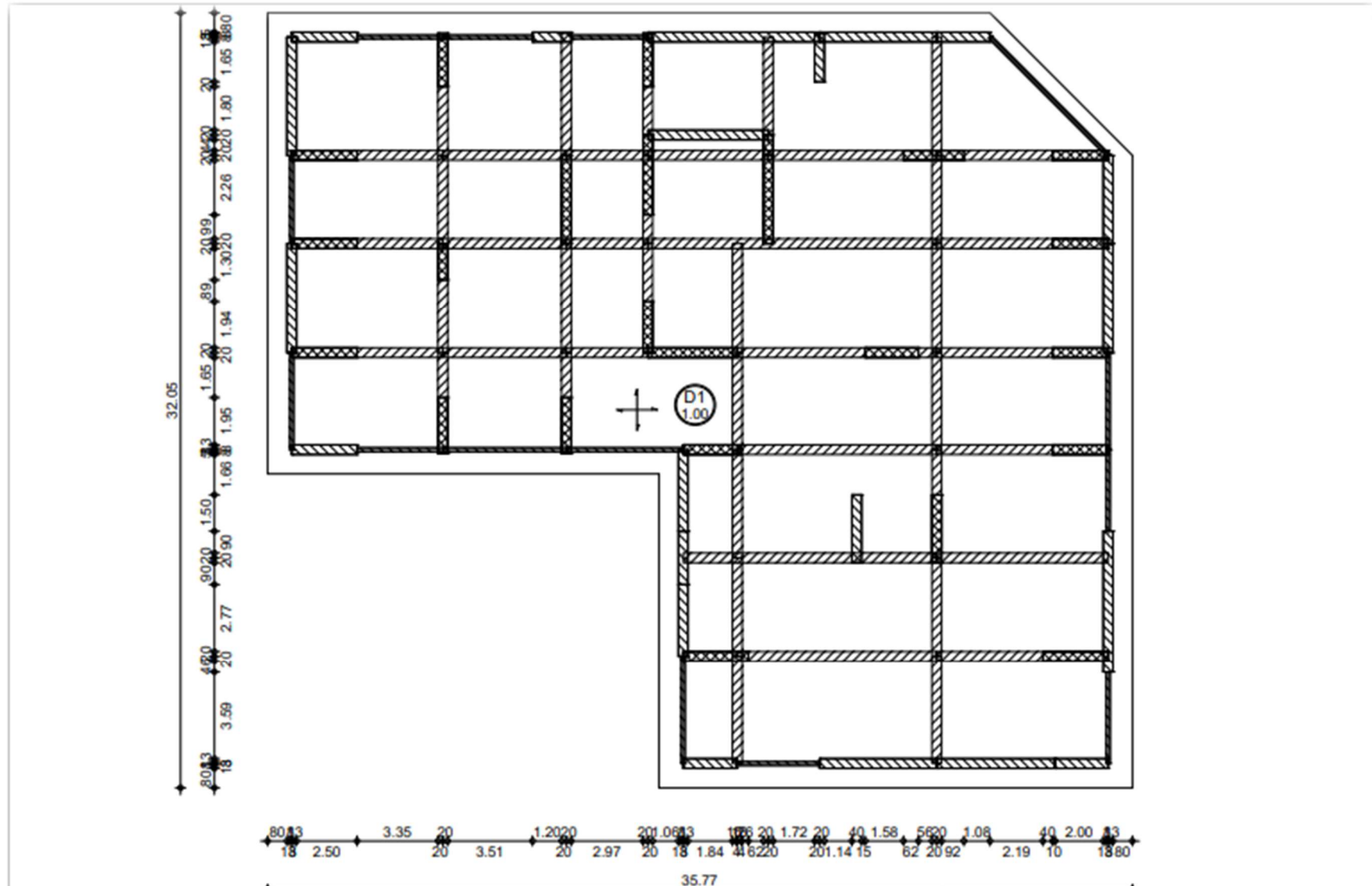
Nous nous sommes aussi familiarisé avec les logiciels de dessin AUTOCAD, de calcul de structures ROBOT, de gestion de projet MS PROJECT et d'étude de prix CYPE.

Cette étude nous a été bénéfique dans le sens où nous avons un peu touché à tout et acquiers des qualités et connaissances qui nous seront utiles pour notre future vie professionnelle.

REFERENCES

- [1] : AKLI Liza et CHALLAL Farida. *Etude d'une structure en R+8 étages+ 1 sous-sol contreventée par voiles modélisée avec ROBOT*. Mémoire de fin d'études Master Génie civil. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2017, 257 pages.
- [2] : AYAD Mohamed Cherif. *Etude technique et technico-commercial d'un bâtiment R+16 étages+ 3 sous-sols + 1 étage mezzanine à usage mixte avec un système constructif murs porteurs*. Mémoire de fin d'études Master Structures. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 2022, 269 pages.
- [3] : BELKHEIR Said et BENABDELOUED Nazim. *Etude technique et technico-commercial d'un bâtiment R+15 étages+ 3 sous-sols + 1 étage mezzanine à usage mixte avec un système constructif murs porteurs*. Mémoire de fin d'études Master Structures. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 2022, 280 pages.
- [4] : Charges permanentes et charges d'exploitation (D.T.R. -B.C. 2-2).
- [5] : Règle de conception et de calcul des structures en béton armé C.B.A.93 (D.T.R.- B.C.2-41).
- [5] : Règles Parasismiques Algériennes (RPA99/version2003).
- [6] : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites BAEL 91 révisées 99.

ANNEXES

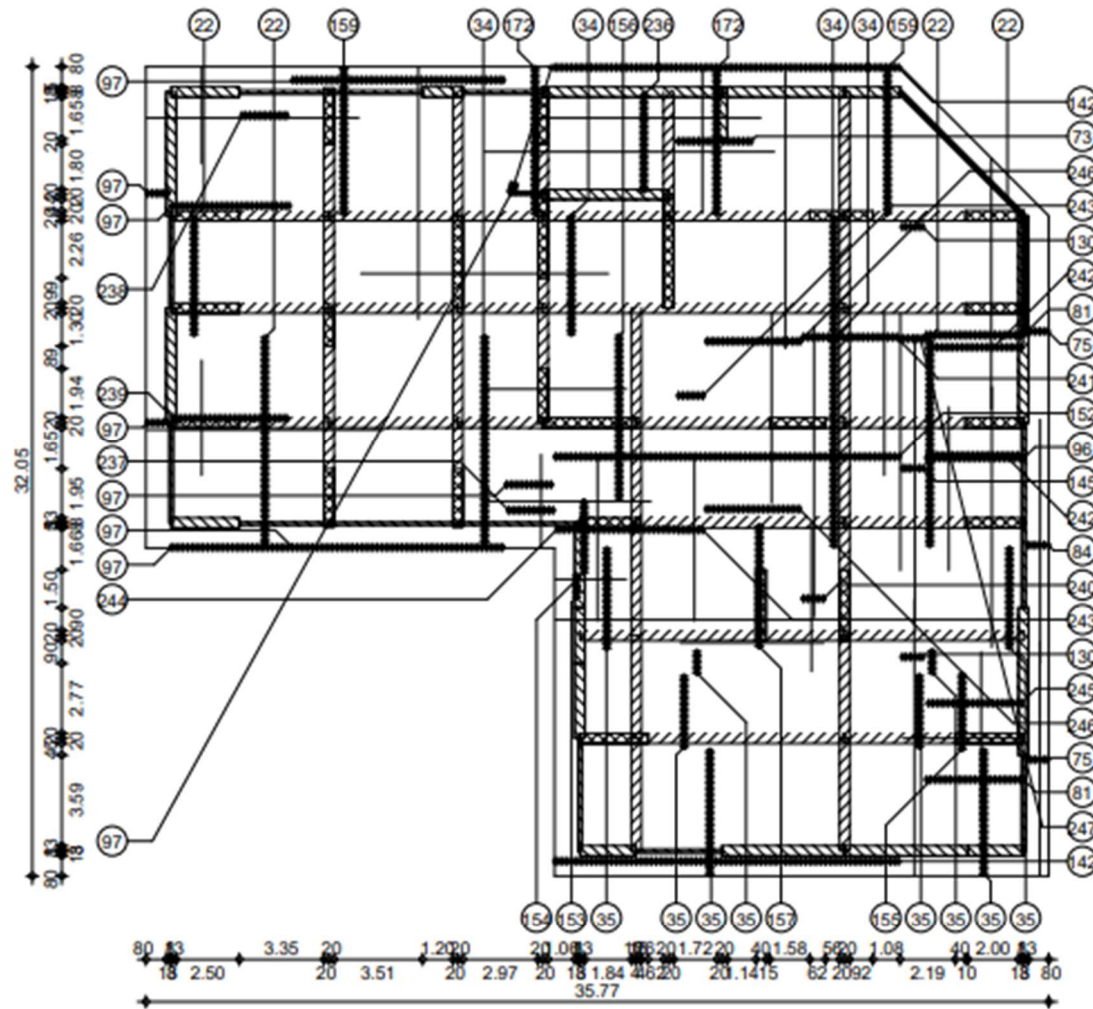


Niveau **Etage 1**
Sujet: **R+18-radier2**

Elément: **Dalle2968**
Dessin: **COFFRAGE DE LA DALLE**

Béton : **BETON = 919 m3**
Surface du coffrage = **919 m2**
Echelle : **0.717cm/m** Date : **08/06/23**

Enrobage
supérieur = **3 cm**
intérieur = **3 cm**
Page 114



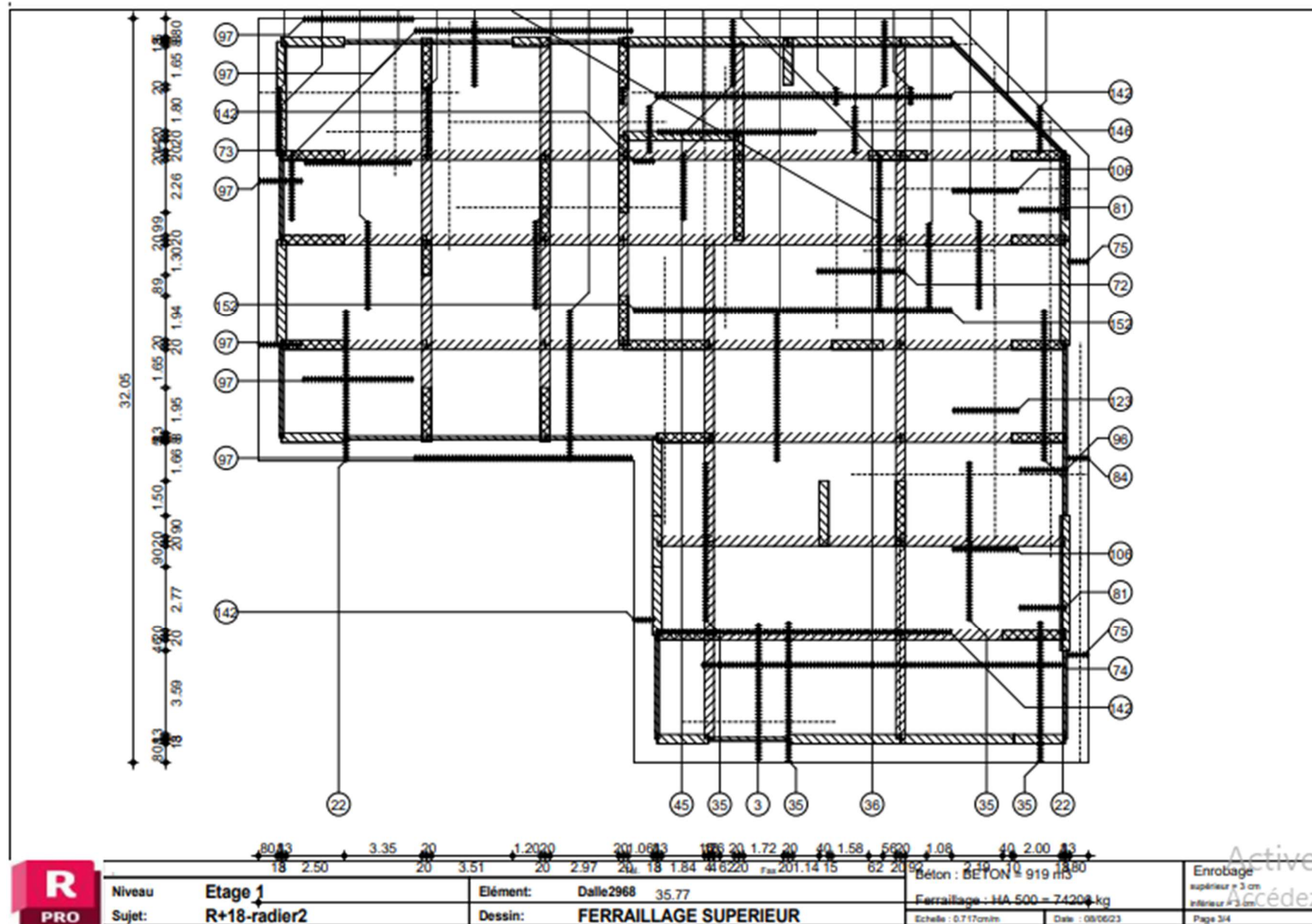
Niveau **Etage 1**
Sujet: **R+18-radier2**

Elément: **Dalle2968**
Dessin: **FERRAILLAGE INFERIEUR**

Béton : **BETON = 919 m3**
Ferrailage : **HA 500 = 74200 kg**
Echelle : **0,6cm/m**

Enrobage
supérieur = **3 cm**
inférieur = **3 cm**
Page 2/4

Active
Accédez



Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme
1	18HA 20	I=4.62	00	96	36HA 20	I=10.44"	00	238	28HA 20	I=3.80	00
2	23HA 20	I=5.68	00	97	40HA 20	I=9.95	00	239	28HA 20	I=4.59	00
3	37HA 20	I=6.53	00	109	36HA 20	I=10.62"	00	240	8HA 20	I=5.76	00
4	10HA 20	I=8.73"	00	123	18HA 20	I=11.06"	00	241	24HA 20	I=6.47	00
9	26HA 20	I=9.09"	00	130	12HA 20	I=10.94"	00	242	48HA 20	I=6.50	00
15	10HA 20	I=9.17"	00	142	34HA 20	I=11.10	00	243	14HA 20	I=6.56	00
20	26HA 20	I=9.53"	00	143	8HA 20	I=11.38"	00	244	30HA 20	I=6.58	00
22	354HA 20	I=9.37	00	146	43HA 20	I=11.30	00	245	24HA 20	I=6.76	00
34	354HA 20	I=9.81	00	152	172HA 20	I=11.54	00	246	48HA 20	I=7.55	00
35	348HA 20	I=10.20	00	153	7HA 20	I=2.81	00	247	7HA 20	I=10.24	00
36	36HA 20	I=10.89"	00	154	21HA 20	I=5.66"	00				
45	18HA 20	I=11.32"	00	155	22HA 20	I=4.71	00				
72	24HA 20	I=5.53	00	156	47HA 20	I=5.62	00				
73	48HA 20	I=5.69	00	157	36HA 20	I=5.67	00				
74	98HA 20	I=8.75	00	159	84HA 20	I=8.63"	00				
75	24HA 20	I=9.29"	00	172	84HA 20	I=9.07"	00				
81	76HA 20	I=10.00"	00	236	28HA 20	I=11.49	00				
84	12HA 20	I=9.73"	00	237	12HA 20	I=3.68	00				



Niveau **Etage 1**
Sujet: **R+18-radler2**

Tel: Fax:
Elément: **Dalle2968**
Dessin: **NOMENCLATURE**

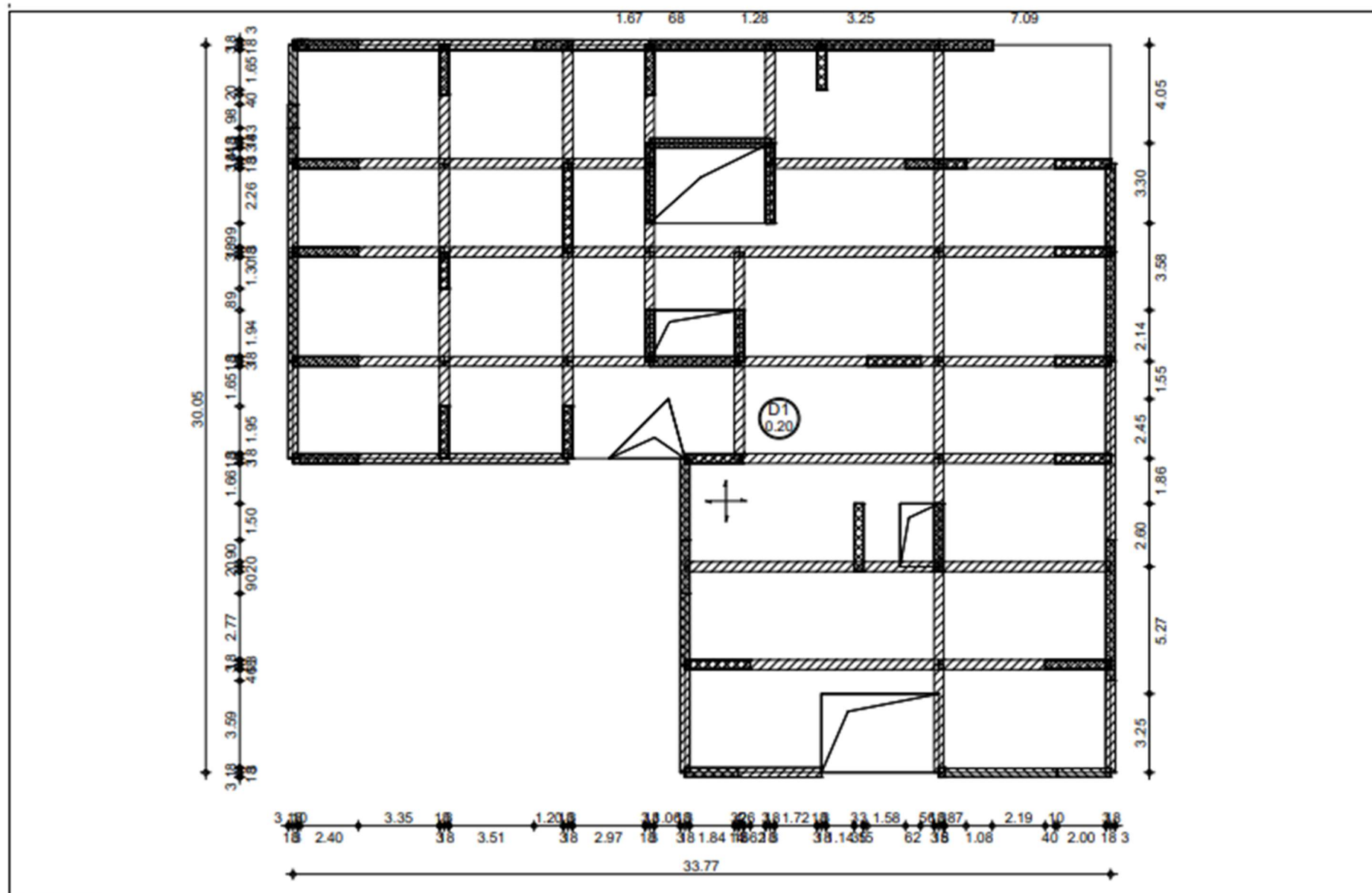
Béton : BETON = 919 m3
Ferrailage : HA 500 = 74200 kg

Date : 05/02/23

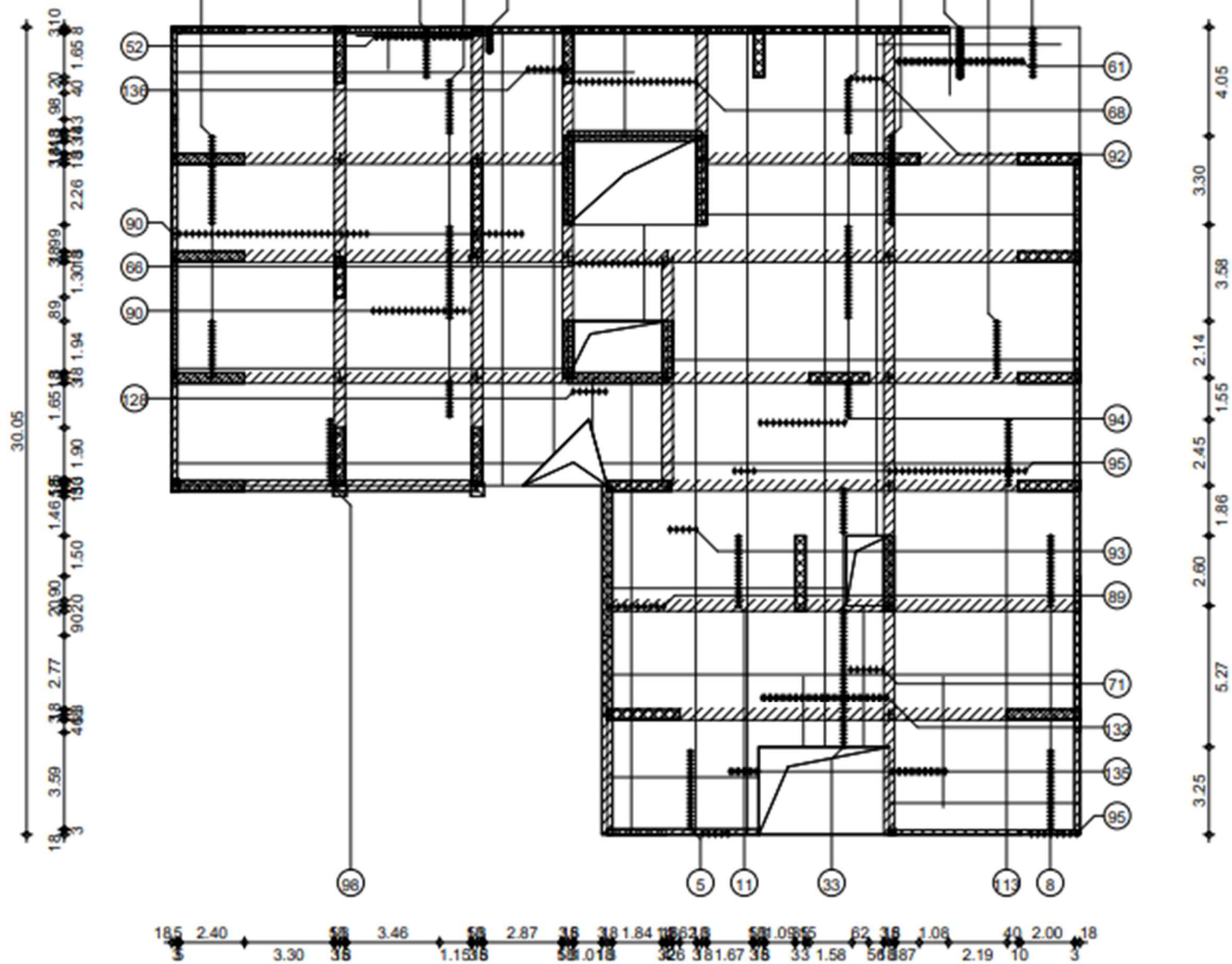
Enrobage
supérieur = 3 cm
inférieur = 3 cm

Page 4/4

Active
Scédez



R PRO	Niveau	Etage 5	Elément:	Dalle532	Béton : BETON = 161 m3	Enrobage
	Sujet:	R+18-radier2	Dessin:	COFFRAGE DE LA DALLE	Surface du coffrage = 805 m2	supérieur = 3 cm inférieur = 3 cm
				Echelle : 0.717cm/m	Date : 08/06/23	Page 1/3



R
PRO

Niveau: Etage 5
Sujet: R+18-radier2

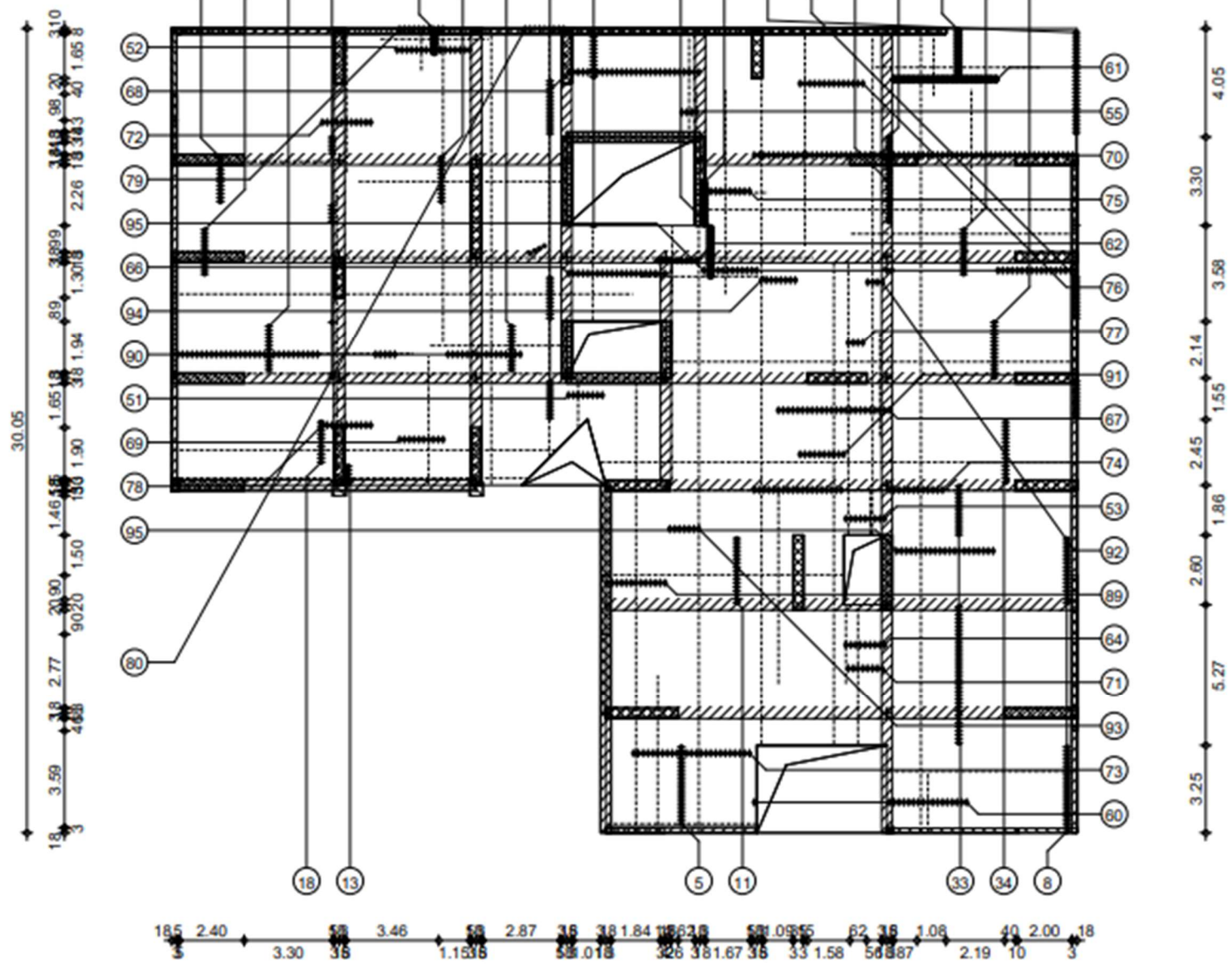
Elément: Dalle532
Dessin: FERRAILLAGE INFÉRIEUR

Tel: 33.77 Fax

Béton: BETON = 161 m³
Ferrailage: HA 500 = 24000 kg
Echelle: 0.717cm/m Date: 09/06/23

Enrobage
supérieur = 3 cm
inférieur = 3 cm
Page 215

Active
Accédez



Niveau	Etage 5
Sujet:	R+18-radier2

Elément:	Dalle532
Dessin:	FERRAILLAGE SUPERIEUR

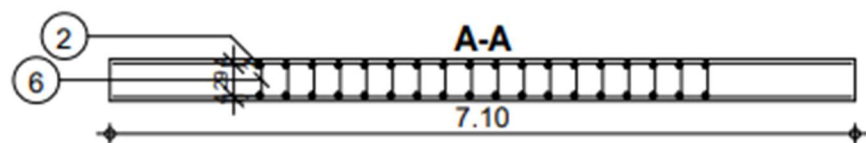
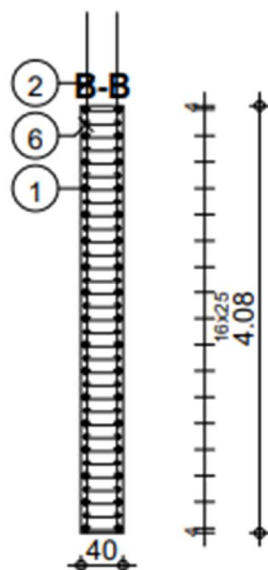
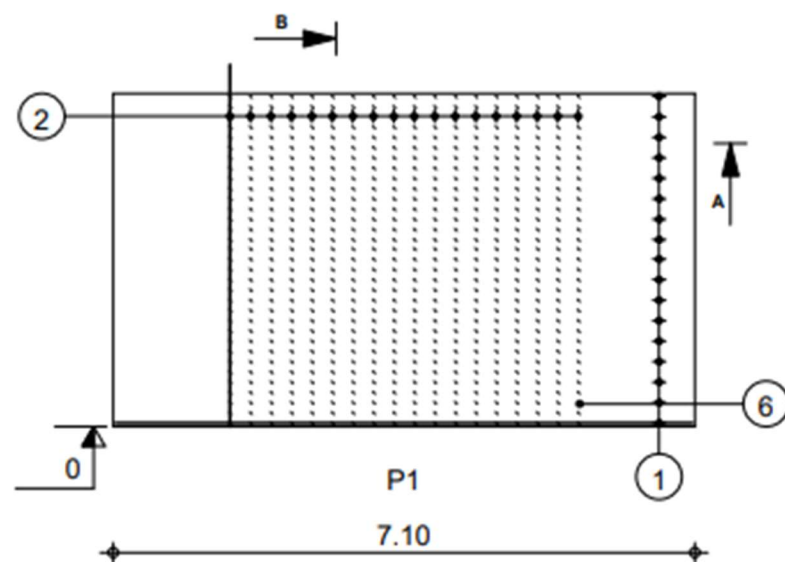
Béton :	BETON = 161 m ³
Ferrailage :	HA 500 = 24000 kg
Echelle :	0,717cm/m
Date :	05/06/23

Enrobage	supérieur = 3 cm
	inférieur = 3 cm
Page 35	Active

Tel. 33.77 Fax

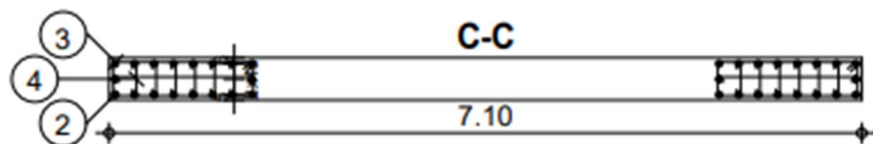
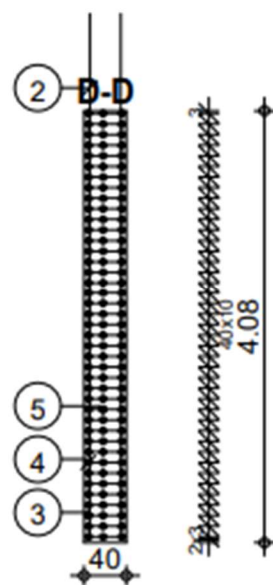
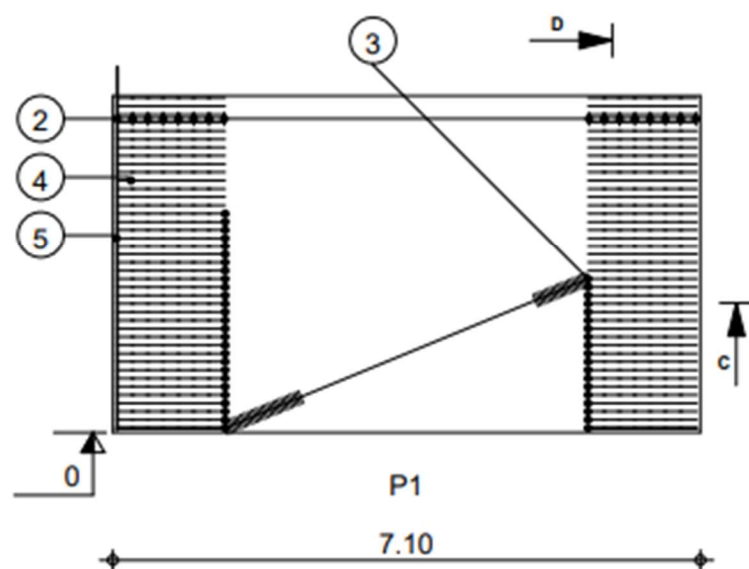
Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme
1	46HA 14	I=2.49	00	33	92HA 14	I=17.52	00	73	25HA 14	I=5.86	00
2	25HA 14	I=4.03	00	34	16HA 14	I=17.80'	00	74	31HA 14	I=7.25	00
3	52HA 14	I=4.75	00	50	12HA 14	I=21.90	00	75	11HA 14	I=7.69	00
4	12HA 14	I=5.06	00	51	8HA 14	I=2.21'	00	76	14HA 14	I=8.09	00
5	39HA 14	I=5.98	00	52	47HA 14	I=1.54	00	77	4HA 14	I=10.22	00
6	12HA 14	I=5.94	00	53	9HA 14	I=1.66	00	78	11HA 14	I=11.06	00
7	51HA 14	I=6.17	00	55	4HA 14	I=1.79	00	79	10HA 14	I=11.69	00
8	79HA 14	I=7.03	00	60	18HA 14	I=2.21	00	90	9HA 14	I=16.17'	00
9	12HA 14	I=7.74	00	61	150HA 14	I=2.49	00	89	22HA 14	I=16.92	00
10	12HA 14	I=8.40	00	62	9HA 14	I=2.54	00	90	107HA 14	I=17.01	00
11	34HA 14	I=8.83	00	64	9HA 14	I=2.93	00	91	10HA 14	I=18.09	00
12	12HA 14	I=8.98	00	66	36HA 14	I=3.52	00	92	10HA 14	I=18.87	00
13	9HA 14	I=13.41'	00	67	24HA 14	I=3.85	00	93	12HA 14	I=22.64	00
18	11HA 14	I=14.61'	00	68	48HA 14	I=3.99	00	94	22HA 14	I=26.74	00
19	43HA 14	I=14.00	00	69	10HA 14	I=4.78	00	95	91HA 14	I=29.99	00
25	48HA 14	I=14.67	00	70	67HA 14	I=4.99	00	96	17HA 14	I=4.95	00
30	29HA 14	I=15.28	00	71	14HA 14	I=5.21	00	97	35HA 14	I=6.81	00
32	208HA 14	I=17.16	00	72	11HA 14	I=5.34	00	98	16HA 14	I=14.23'	00

R PRO	Niveau	Etage 5	Elément:	Dalle532	Béton : BETON = 161 m3	Enrobage supérieur = 3 cm inférieur = 3 cm
	Sujet:	R+18-radier2	Dessin:	NOMENCLATURE	Ferrailage : HA 500 = 24000 kg	
					Date : 08/06/23	Page 4/5



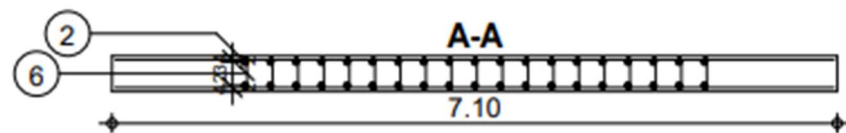
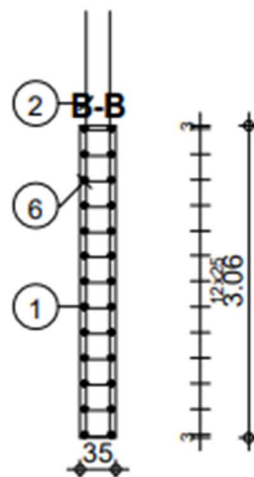
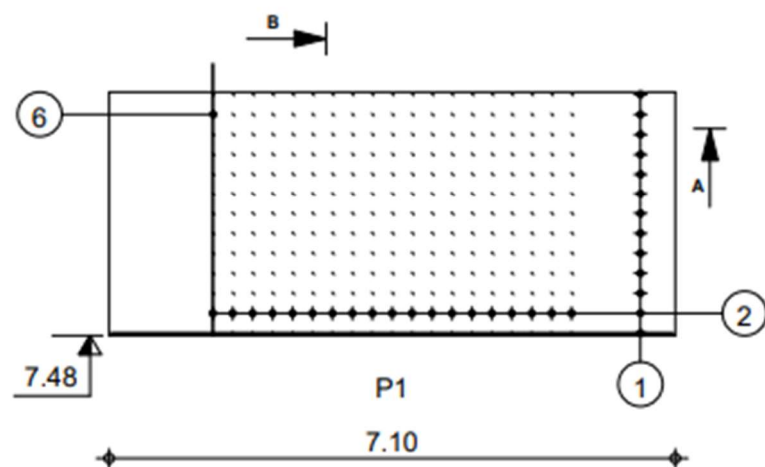
Pos.	Armature	Code	Forme
①	34HA 16	l=7.04	7.04
②	36HA 20	l=4.97	4.97
⑥	594HA 8	l=51	35

Tél.		Fax			
Tenue au feu 0h	Fissuration peu préjudiciable	Béton : BETON25 = 11.6 m ³	Acier HA 500 = 1260 kg		
R PRO	Etage 4 R+18-radier2	Voile2175 : P1 Section 40x408	Nombre 1	Acier HA 500 = 371 kg	
				Surface du coffrage = 57.9 m ²	Enrobage inférieur 3 cm
				Densité = 140.5 kg/ m ³	Enrobage latéral 3 cm
				Echelle pour la vue 1.26cm/m	
				Echelle pour la section 1.61cm/m	



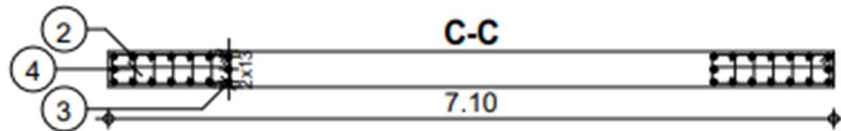
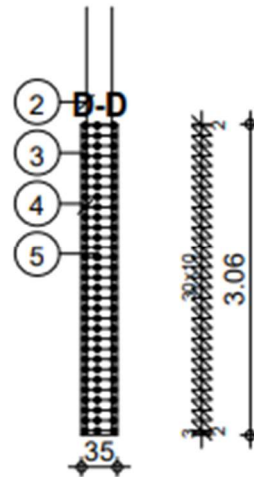
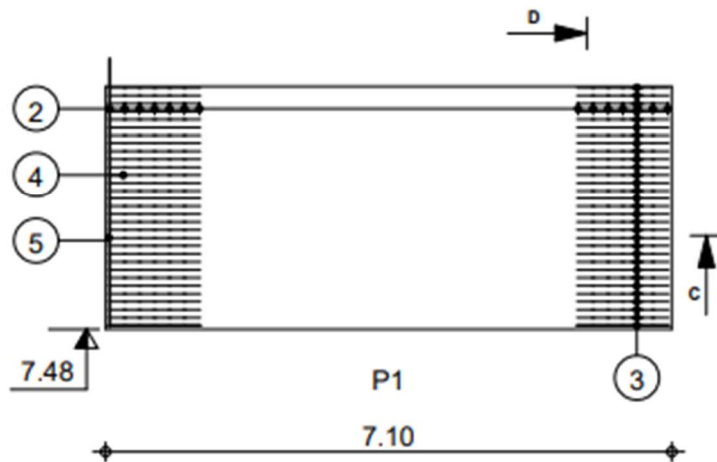
Pos.	Armature	Code	Forme
②	36HA 20	l=4.97	
③	82HA 8	l=3.45 31	
④	492HA 8	l=48 00	
⑤	82HA 8	l=1.48 00	

Tél.		Fax		Acier HA 500 = 1260 kg	
Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Acier HA 500 = 371 kg	
R PRO	Etage 4 R+18-radier2	Voile2175 : P1 Section 40x408	Nombre 1	Béton : BETON25 = 11.6 m ³	Enrobage inférieur 3 cm
				Surface du coffrage = 57.9 m ²	Enrobage latéral 3 cm
				Densité = 140.5 kg/m ³	Echelle pour la vue 1.26cm/m
				Diamètre moyen = 12mm	Echelle pour la section 1.61cm/m



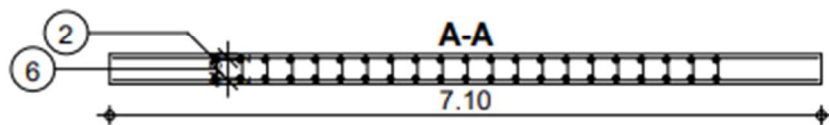
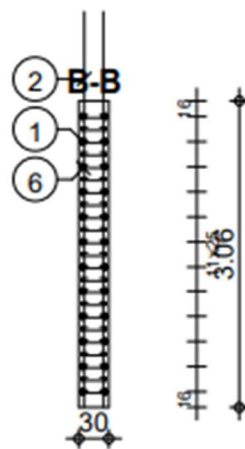
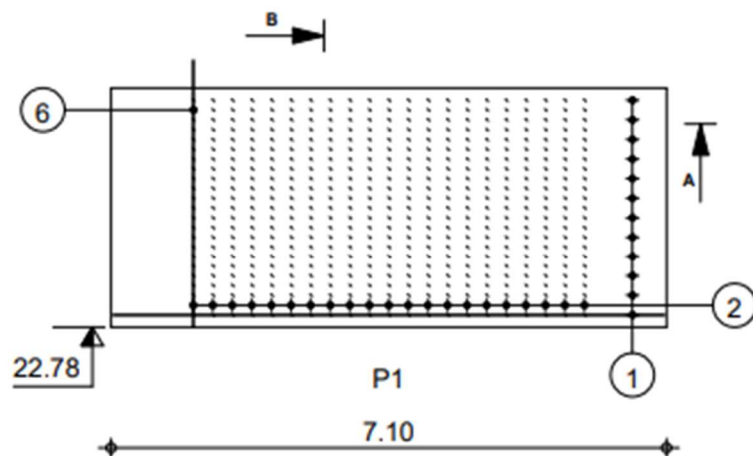
Pos.	Armature	Code	Forme
①	26HA 8	l=7.04	7.04
②	38HA 20	l=4.18	4.18
⑥	247HA 8	l=46	00

Tenu au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Tél.	Fax	Béton : BETON25 = 7.6 m ³	Acier HA 500 = 793 kg
	Etage 6 R+18-radier2	Voile2177 : P1 Section 35x306	Nombre 1			Surface du coffrage = 43.5 m ²	Acier HA 500 = 205 kg
						Densité = 131.3 kg/m ³	Enrobage inférieur 3 cm
						Diamètre moyen = 11.5mm	Enrobage latéral 3 cm
						Echelle pour la vue 1.26cm/m	Echelle pour la section 1.61cm/m



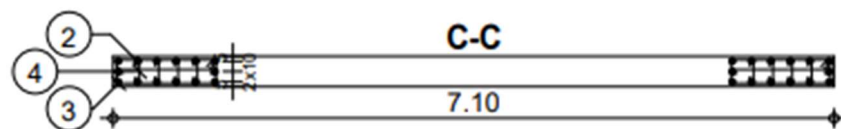
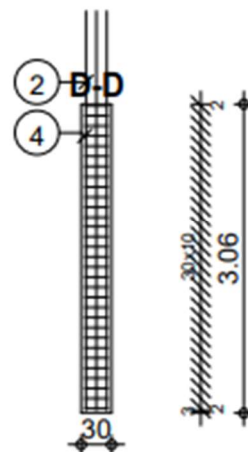
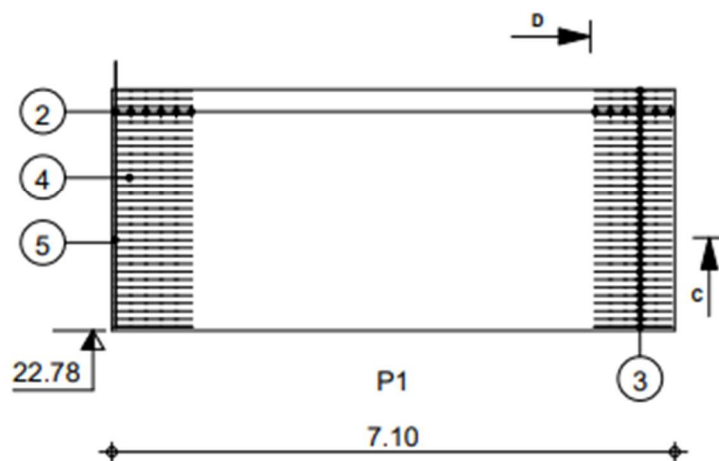
Pos.	Armature	Code	Forme
②	32HA 20	l=4.18	
③	62HA 8	l=3.05	31
④	310HA 8	l=44	00
⑤	62HA 8	l=1.31	00

Tenu au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Tél.	Fax	Béton : BETON25 = 7.6 m ³	Acier HA 500 = 793 kg
R PRO	Etage 6 R+18-radier2	Voile2177 : P1 Section 35x306	Nombre 1	Surface du coffrage = 43.5 m ²		Acier HA 500 = 205 kg	
				Densité = 131.3 kg/m ³		Enrobage inférieur 3 cm	
				Diamètre moyen = 11.5mm		Enrobage latéral 3 cm	
						Echelle pour la vue 1.26cm/m	
						Echelle pour la section 1.61cm/m	



Pos.	Armature	Code	Forme
①	24HA 8	l=7.04	7.04
②	42HA 16	l=3.95	3.95
⑥	483HA 8	l=41	00 25

		Tél.	Fax		
R PRO	Etage 11 R+18-radier2	Voile2182 : P1 Section 30x306		Nombre 1	Acier HA 500 = 503 kg
					Acier HA 500 = 207 kg
Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Béton : BETON25 = 6.52 m3	Enrobage inférieur 3 cm
				Surface du coffrage = 43.5 m2	Enrobage latéral 3 cm
				Densité = 108.9 kg/ m3	Echelle pour la vue 1.26cm/m
				Diamètre moyen = 10.3mm	Echelle pour la section 1.61cm/m

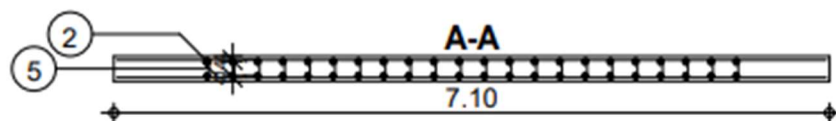
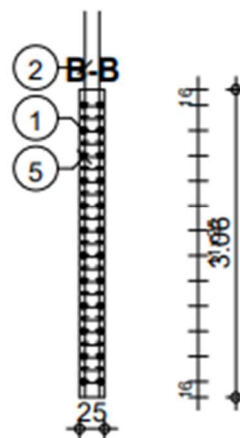
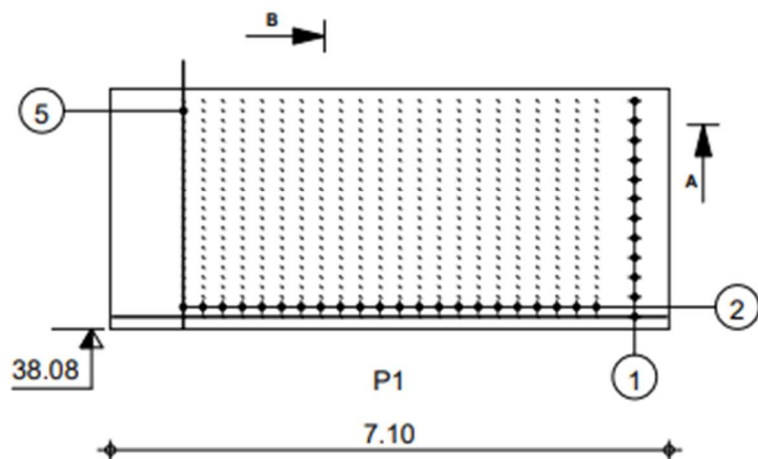


Pos.	Armature	Code	Forme
②	28HA 16	l=3.95	
③	62HA 8	l=2.60	31
④	248HA 8	l=39	00
⑤	62HA 8	l=1.14	00

Tél.		Fax			
Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable			
R PRO	Etage 11 R+18-radier2	Voile2182 : P1 Section 30x306	Nombre 1	Béton : BETON25 = 6.52 m ³	Acier HA 500 = 503 kg
				Surface du coffrage = 43.5 m ²	Acier HA 500 = 207 kg
				Densité = 108.9 kg/ m ³	Enrobage inférieur 3 cm
				Diamètre moyen = 10.3mm	Enrobage latéral 3 cm
					Echelle pour la vue 1.26cm/m
					Echelle pour la section 1.61cm/m

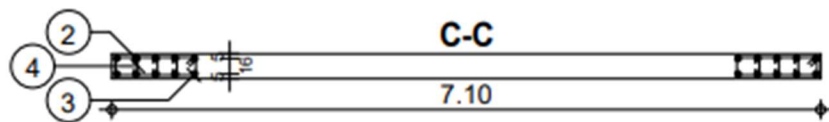
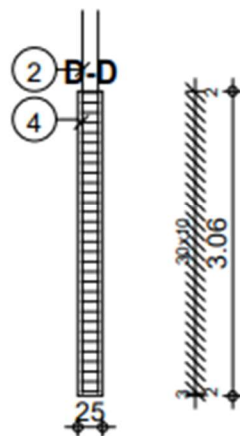
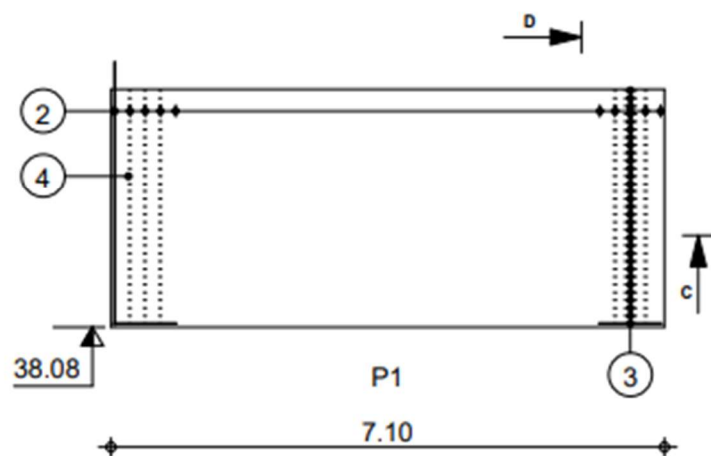
Activer W

Page 2/2



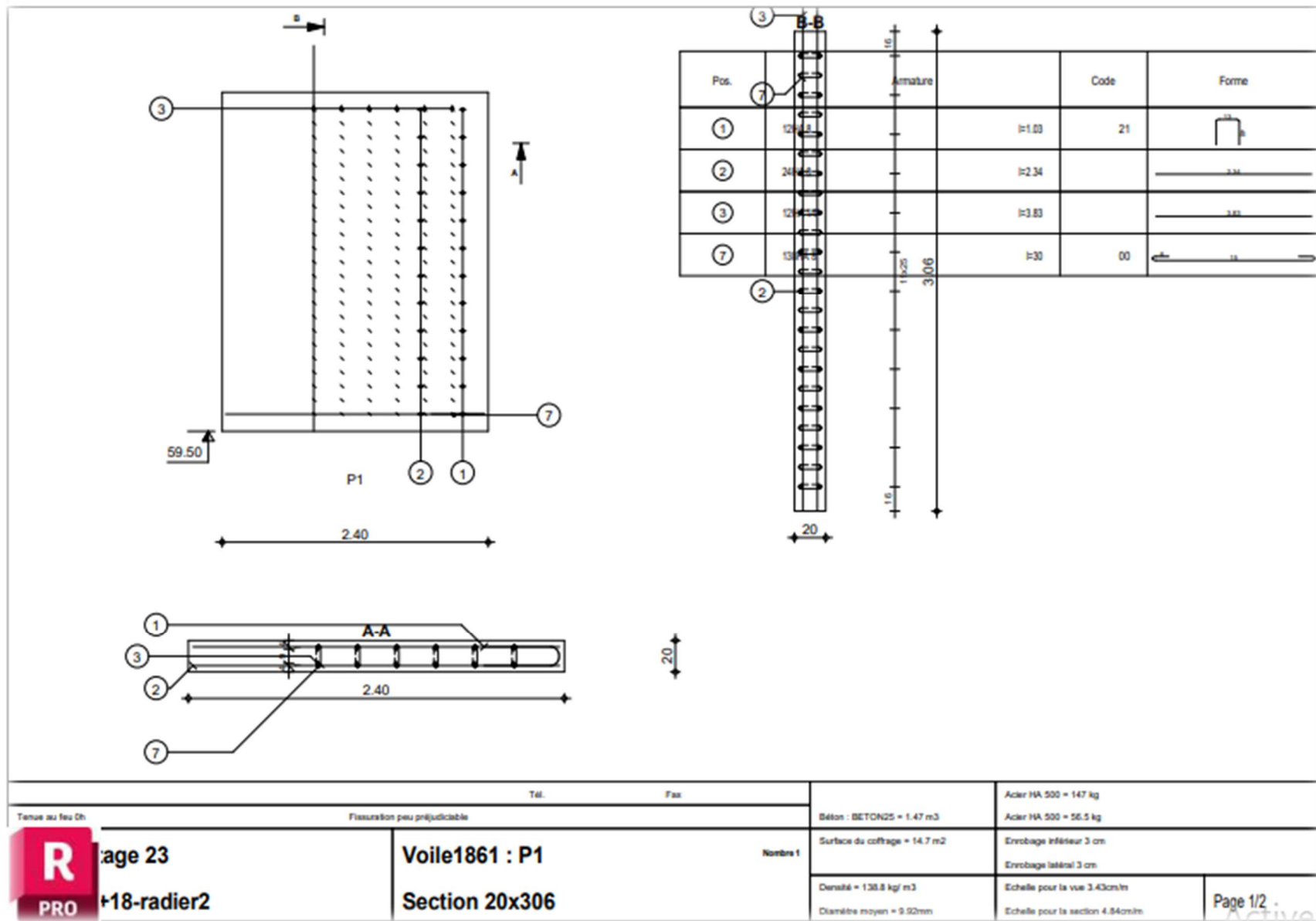
Pos.	Armature	Code	Forme
①	24HA 8	l=7.04	7.04
②	44HA 14	l=3.83	3.83
⑤	506HA 8	l=35	00 20

Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Tél.	Fax	Béton : BETON25 = 5.43 m ³	Acier HA 500 = 363 kg
R PRO	Etage 16 R+18-radier2	Voile2187 : P1 Section 25x306	Nombre 1			Surface du coffrage = 43.5 m ²	Acier HA 500 = 148 kg
						Densité = 94.11 kg/m ³ Diamètre moyen = 9.88mm	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm Echelle pour la vue 1.26cm/m Echelle pour la section 1.61cm/m



Pos.	Armature	Code	Forme
②	20HA 14	l=3.83	— 3.83 —
③	62HA 8	l=2.15	⊠ 2.15
④	186HA 8	l=34	⊠ 34

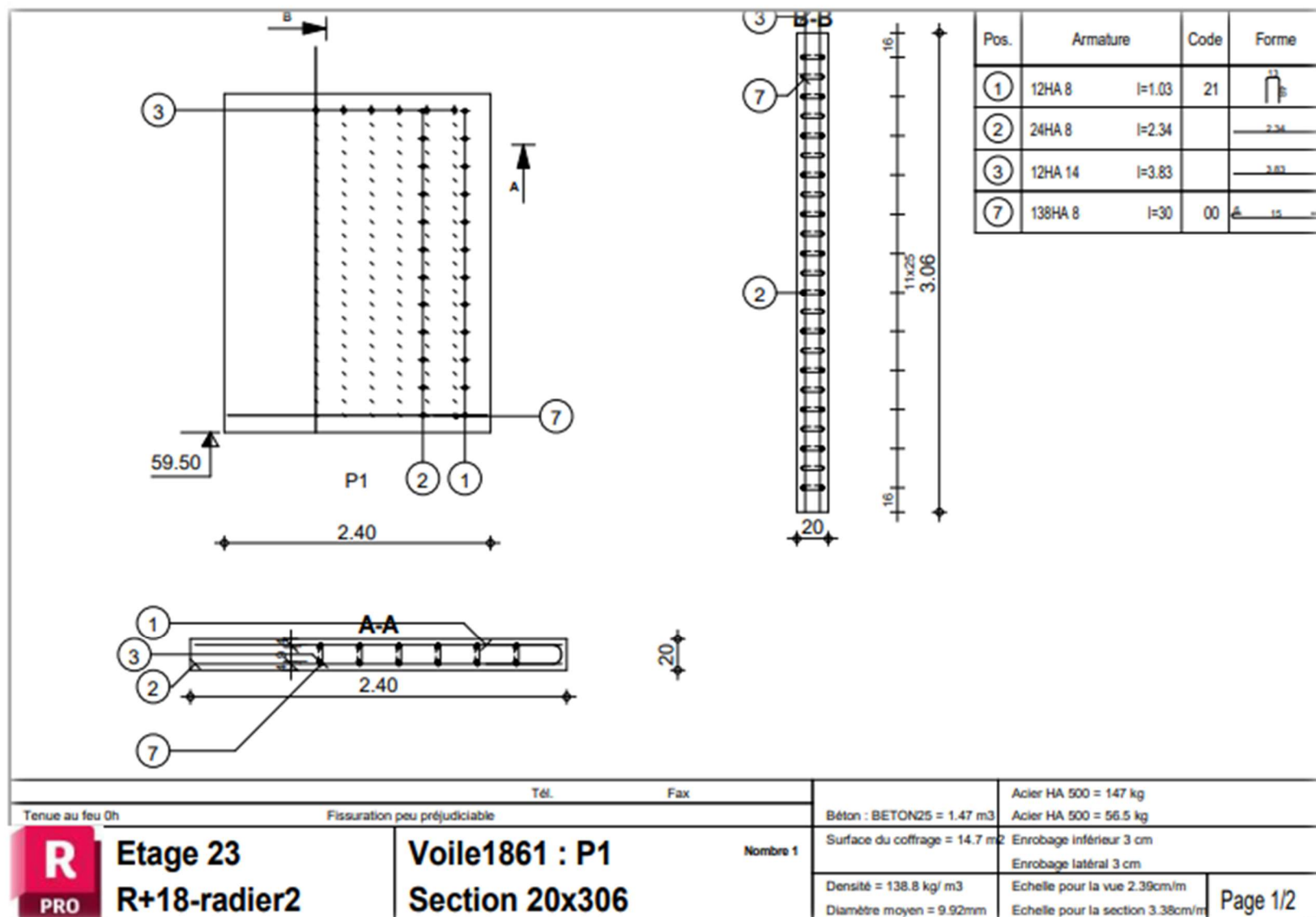
Tél.		Fax		Acier HA 500 = 363 kg	
Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Acier HA 500 = 148 kg	
R PRO	Etage 16 R+18-radier2	Voile2187 : P1 Section 25x306	Nombre 1	Béton : BETON25 = 5.43 m ³	Surface du coffrage = 43.5 m ²
				Enrobage inférieur 3 cm	
				Enrobage latéral 3 cm	
				Densité = 94.11 kg/m ³	Echelle pour la vue 1.26cm/m
				Diamètre moyen = 9.86mm	Echelle pour la section 1.61cm/m
					Page 2/2

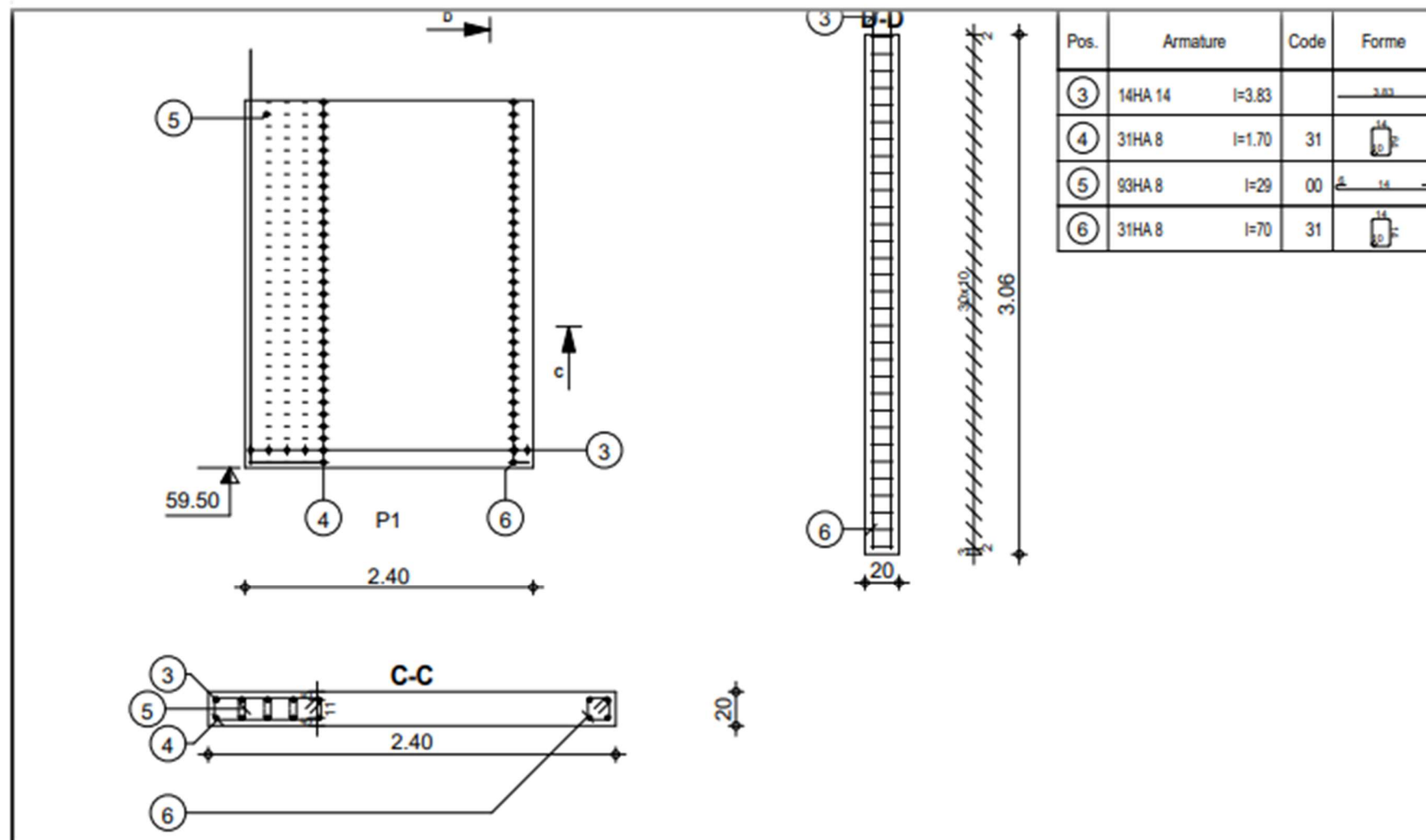


Tel.		Fax		Acier HA 500 = 147 kg	
Temps au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Acier HA 500 = 56.5 kg	
Béton : BETON25 = 1.47 m3		Surface du coffrage = 14.7 m2		Enrobage inférieur 3 cm	
Densité = 138.8 kg/m3		Nombre 1		Enrobage latéral 3 cm	
Diamètre moyen = 9.92mm		Echelle pour la vue 3.43cm/m		Echelle pour la section 4.84cm/m	

R Page 23
PRO +18-radier2

Voile1861 : P1
Section 20x306





Pos.	Armature	Code	Forme
③	14HA 14	l=3.83	
④	31HA 8	l=1.70	31
⑤	93HA 8	l=29	00
⑥	31HA 8	l=70	31

Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Béton : BETON25 = 1.47 m ³		Acier HA 500 = 147 kg	
Etage 23		Voile1861 : P1		Surface du coffrage = 14.7 m ²		Acier HA 500 = 56.5 kg	
R+18-radier2		Section 20x306		Densité = 138.8 kg/ m ³		Enrobage inférieur 3 cm	
PRO		Nombre 1		Diamètre moyen = 9.92mm		Enrobage latéral 3 cm	
						Echelle pour la vue 2.39cm/m	
						Echelle pour la section 3.38cm/m	
						Page 2/2	

															1,20	K1	
															BORDEREAU DES QUANTITÉS ET PRIX		
N°	TYPE	Un.	RÉSUMÉ	QTE	CÔUTS	T.C.D.	K	%	Ind.	T.C.I.	K	%	MARGEM	P.U.	MONTANT		
1.1	Chapitre		Infrastructure				1	1,20			1	1,15					
1.1.1	Chapitre		FondatiOn				1	1,20			1	1,15					
1.1.1.1	Unité d'ouvra	m3	Bp	95,7	1 227,49	117 470,79	1	1,20	244,51	23 399,61	1	1,15	220,80	1 693,00	162 020,10		
1.1.1.2	Unité d'ouvra	m3	Dalle radier	940	29 760,23	27 974 616,20	1	1,20	5 916,77	5 561 763,80	1	1,15	5 351,55	41 029,00	38 567 260,00		
1.1.1.3	Unité d'ouvra	m3	Nervures	261,81	46 362,54	12 138 176,60	1	1,20	9 216,46	2 412 961,39	1	1,15	8 336,85	63 916,00	16 733 847,96		
1.1.2	Chapitre		Sous-sol 3														
1.1.2.1	Unité d'ouvra	m3	VP	24,16	44 677,92	1 079 418,55	1	1,20	8 882,08	214 591,05	1	1,15	8 034,00	61 594,00	1 488 111,04		
1.1.2.2	Unité d'ouvra	m3	VC	155,19	41 707,52	6 472 590,03	1	1,20	8 291,48	1 286 754,78	1	1,15	7 499,85	57 499,00	8 923 269,81		
1.1.2.3	Unité d'ouvra	m3	Poutres	28,32	38 362,17	1 086 416,65	1	1,20	7 626,83	215 991,83	1	1,15	6 898,35	52 887,00	1 497 759,84		
1.1.2.4	Unité d'ouvra	m3	dalle	149,2	31 313,94	4 672 039,85	1	1,20	6 225,06	928 778,95	1	1,15	5 630,85	43 170,00	6 440 964,00		
1.1.2.5	Unité d'ouvra	m3	Escalier	3,57	30 055,74	107 298,99	1	1,20	5 975,26	21 331,68	1	1,15	5 404,65	41 436,00	147 926,52		
1.1.3	Chapitre		Sous-sol2														
1.1.3.1	Unité d'ouvra	m3	VP	24,16	44 677,92	1 079 418,55	1	1,20	8 882,08	214 591,05	1	1,15	8 034,00	61 594,00	1 488 111,04		
1.1.3.2	Unité d'ouvra	m3	VC	155,19	41 707,52	6 472 590,03	1	1,20	8 291,48	1 286 754,78	1	1,15	7 499,85	57 499,00	8 923 269,81		
1.1.3.3	Unité d'ouvra	m3	Poutres	28,32	38 362,17	1 086 416,65	1	1,20	7 626,83	215 991,83	1	1,15	6 898,35	52 887,00	1 497 759,84		
1.1.3.4	Unité d'ouvra	m3	dalle	149,2	31 313,94	4 672 039,85	1	1,20	6 225,06	928 778,95	1	1,15	5 630,85	43 170,00	6 440 964,00		
1.1.3.5	Unité d'ouvra	m3	Escalier	3,57	30 055,74	107 298,99	1	1,20	5 975,26	21 331,68	1	1,15	5 404,65	41 436,00	147 926,52		
1.1.4	Chapitre		Sous-sol 1														
1.1.4.1	Unité d'ouvra	m3	VP	30,54	43 916,21	1 341 201,05	1	1,20	8 730,79	266 638,33	1	1,15	7 897,05	60 544,00	1 849 013,76		
1.1.4.2	Unité d'ouvra	m3	VC	196,2	38 854,44	7 623 241,13	1	1,20	7 724,56	1 515 558,67	1	1,15	6 986,85	53 566,00	10 509 649,20		
1.1.4.3	Unité d'ouvra	m3	Poutres	28,32	38 362,17	1 086 416,65	1	1,20	7 626,83	215 991,83	1	1,15	6 898,35	52 887,00	1 497 759,84		
1.1.4.4	Unité d'ouvra	m3	dalle	144,6	31 698,27	4 583 569,84	1	1,20	6 301,73	911 230,16	1	1,15	5 700,00	43 700,00	6 319 020,00		
1.1.4.5	Unité d'ouvra	m3	Escalier	4,14	32 040,44	132 647,42	1	1,20	6 369,56	26 369,98	1	1,15	5 761,50	44 172,00	182 872,08		
1.2	Chapitre		Superstructure														
1.2.1	Chapitre		RDC														
1.2.1.1	Unité d'ouvra	m3	VC	215,05	38 362,17	8 249 784,66	1	1,20	7 626,83	1 640 149,79	1	1,15	6 898,35	52 887,00	11 373 349,35		
1.2.1.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	28,32	31 159,52	882 437,61	1	1,20	6 194,48	175 427,67	1	1,15	5 603,10	42 957,00	1 216 542,24		
1.2.1.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	151,14	39 662,89	5 994 649,19	1	1,20	7 885,11	1 191 755,53	1	1,15	7 132,20	54 680,00	8 264 335,20		
1.2.1.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	12,82	39 662,89	508 478,25	1	1,20	7 885,11	101 087,11	1	1,15	7 132,20	54 680,00	700 997,60		
1.2.2	Chapitre		Mezzanine														
1.2.2.1	Unité d'ouvra	m3	VC	177,36	40 358,19	7 157 928,58	1	1,20	8 022,81	1 422 925,58	1	1,15	7 257,15	55 638,00	9 867 955,68		
1.2.2.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40		
1.2.2.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	180,2	31 889,13	5 746 421,23	1	1,20	6 339,87	1 142 444,57	1	1,15	5 734,35	43 963,00	7 922 132,60		
1.2.2.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,84	24 088,65	164 766,37	1	1,20	4 788,35	32 752,31	1	1,15	4 331,55	33 209,00	227 149,56		

N°	TYPE	Un.	RÉSUMÉ	QTE	CÔÛTS	T.C.D.	K	%	Ind.	T.C.I.	K	%	MARGEM	P.U.	MONTANT
1.2.3.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.3.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.3.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.4	Chapitre		R+2												
1.2.4.1	Unité d'ouvra	m3	VC	138,7	43 044,49	5 970 270,76	1	1,20	8 557,51	1 186 926,64	1	1,15	7 740,30	59 342,00	8 230 735,40
1.2.4.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.4.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.4.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.4.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.5	Chapitre		R+3												
1.2.5.1	Unité d'ouvra	m3	VC	138,7	43 044,49	5 970 270,76	1	1,20	8 557,51	1 186 926,64	1	1,15	7 740,30	59 342,00	8 230 735,40
1.2.5.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.5.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.5.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.5.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.6	Chapitre		R+4												
1.2.6.1	Unité d'ouvra	m3	VC	138,7	43 044,49	5 970 270,76	1	1,20	8 557,51	1 186 926,64	1	1,15	7 740,30	59 342,00	8 230 735,40
1.2.6.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.6.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.6.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.6.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.7	Chapitre		R+5												
1.2.7.1	Unité d'ouvra	m3	VC	138,7	43 044,49	5 970 270,76	1	1,20	8 557,51	1 186 926,64	1	1,15	7 740,30	59 342,00	8 230 735,40
1.2.7.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.7.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.7.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.7.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.8	Chapitre		R+6												
1.2.8.1	Unité d'ouvra	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53	1	1,20	9 134,76	1 085 940,27	1	1,15	8 262,75	63 348,00	7 530 810,24
1.2.8.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.8.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.8.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.8.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.9	Chapitre		R+7												
1.2.9.1	Unité d'ouvra	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53	1	1,20	9 134,76	1 085 940,27	1	1,15	8 262,75	63 348,00	7 530 810,24
1.2.9.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.9.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.9.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48

N°	TYPE	Un.	RÉSUMÉ	QTE	CÔÛTS	T.C.D.	K	%	Ind.	T.C.L.	K	%	MARGEM	P.U.	MONTANT
1.2.9.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.10	Chapitre		R+8												
1.2.10.1	Unité d'ouvra	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53	1	1,20	9 134,76	1 085 940,27	1	1,15	8 262,75	63 348,00	7 530 810,24
1.2.10.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.10.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.10.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.10.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.11	Chapitre		R+9												
1.2.11.1	Unité d'ouvra	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53	1	1,20	9 134,76	1 085 940,27	1	1,15	8 262,75	63 348,00	7 530 810,24
1.2.11.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.11.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.11.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.11.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.12	Chapitre		R+10												
1.2.12.1	Unité d'ouvra	m3	VC	118,88	45 950,24	5 462 564,53	1	1,20	9 134,76	1 085 940,27	1	1,15	8 262,75	63 348,00	7 530 810,24
1.2.12.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.12.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.12.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.12.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.13	Chapitre		R+11												
1.2.13.1	Unité d'ouvra	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92	1	1,20	9 031,11	894 712,07	1	1,15	8 168,55	62 626,00	6 204 357,82
1.2.13.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.13.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.13.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.13.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.14	Chapitre		R+12												
1.2.14.1	Unité d'ouvra	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92	1	1,20	9 031,11	894 712,07	1	1,15	8 168,55	62 626,00	6 204 357,82
1.2.14.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.14.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.14.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.14.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.15	Chapitre		R+13												
1.2.15.1	Unité d'ouvra	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92	1	1,20	9 031,11	894 712,07	1	1,15	8 168,55	62 626,00	6 204 357,82
1.2.15.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.15.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.15.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.15.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.16	Chapitre		R+14												

N°	TYPE	Un.	RÉSUMÉ	QTE	CÔUTS	T.C.D.	K	%	Ind.	T.C.I.	K	%	MARGEM	P.U.	MONTANT
1.2.16.1	Unité d'ouvra	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92	1	1,20	9 031,11	894 712,07	1	1,15	8 168,55	62 626,00	6 204 357,82
1.2.16.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.16.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.16.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.16.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.17	Chapitre		R+15												
1.2.17.1	Unité d'ouvra	m3	VC	99,07	45 425,89	4 500 342,92	1	1,20	9 031,11	894 712,07	1	1,15	8 168,55	62 626,00	6 204 357,82
1.2.17.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.17.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.17.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.17.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.18	Chapitre		R+16												
1.2.18.1	Unité d'ouvra	m3	VC	79,26	46 874,96	3 715 309,33	1	1,20	9 319,04	738 627,11	1	1,15	8 429,10	64 623,00	5 122 018,98
1.2.18.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.18.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.18.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.18.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.19	Chapitre		R+17												
1.2.19.1	Unité d'ouvra	m3	VC	79,26	46 874,96	3 715 309,33	1	1,20	9 319,04	738 627,11	1	1,15	8 429,10	64 623,00	5 122 018,98
1.2.19.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	27,16	39 035,61	1 060 207,17	1	1,20	7 760,39	210 772,19	1	1,15	7 019,40	53 815,00	1 461 615,40
1.2.19.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	182	31 646,05	5 759 581,10	1	1,20	6 290,95	1 144 952,90	1	1,15	5 690,55	43 628,00	7 940 296,00
1.2.19.4	Unité d'ouvra	m3	Escalier	6,28	30 531,48	191 737,69	1	1,20	6 069,52	38 116,59	1	1,15	5 490,15	42 091,00	264 331,48
1.2.19.5	Unité d'ouvra	m3	Balcon	10	32 619,36	326 193,60	1	1,20	6 484,64	64 846,40	1	1,15	5 865,60	44 970,00	449 700,00
1.2.20	Chapitre		R+18												
1.2.20.1	Unité d'ouvra	m3	VC	79,26	46 874,96	3 715 309,33	1	1,20	9 319,04	738 627,11	1	1,15	8 429,10	64 623,00	5 122 018,98
1.2.20.2	Unité d'ouvra	m3	Poutres	28,32	38 002,17	1 076 221,45	1	1,20	7 554,83	213 952,79	1	1,15	6 833,55	52 391,00	1 483 713,12
1.2.20.3	Unité d'ouvra	m3	dalle	202,8	30 539,72	6 193 455,22	1	1,20	6 071,28	1 231 255,58	1	1,15	5 491,65	42 103,00	8 538 488,40
1.2.20.4	Unité d'ouvra	m3	acrotère	9,5	48 737,15	463 002,93	1	1,20	9 688,85	92 044,08	1	1,15	8 763,90	67 190,00	638 305,00
Total						335 211 865,70				66 640 177,47			747 456,75		462 131 702,71

Montant TVA

401 852 043,17

0,19

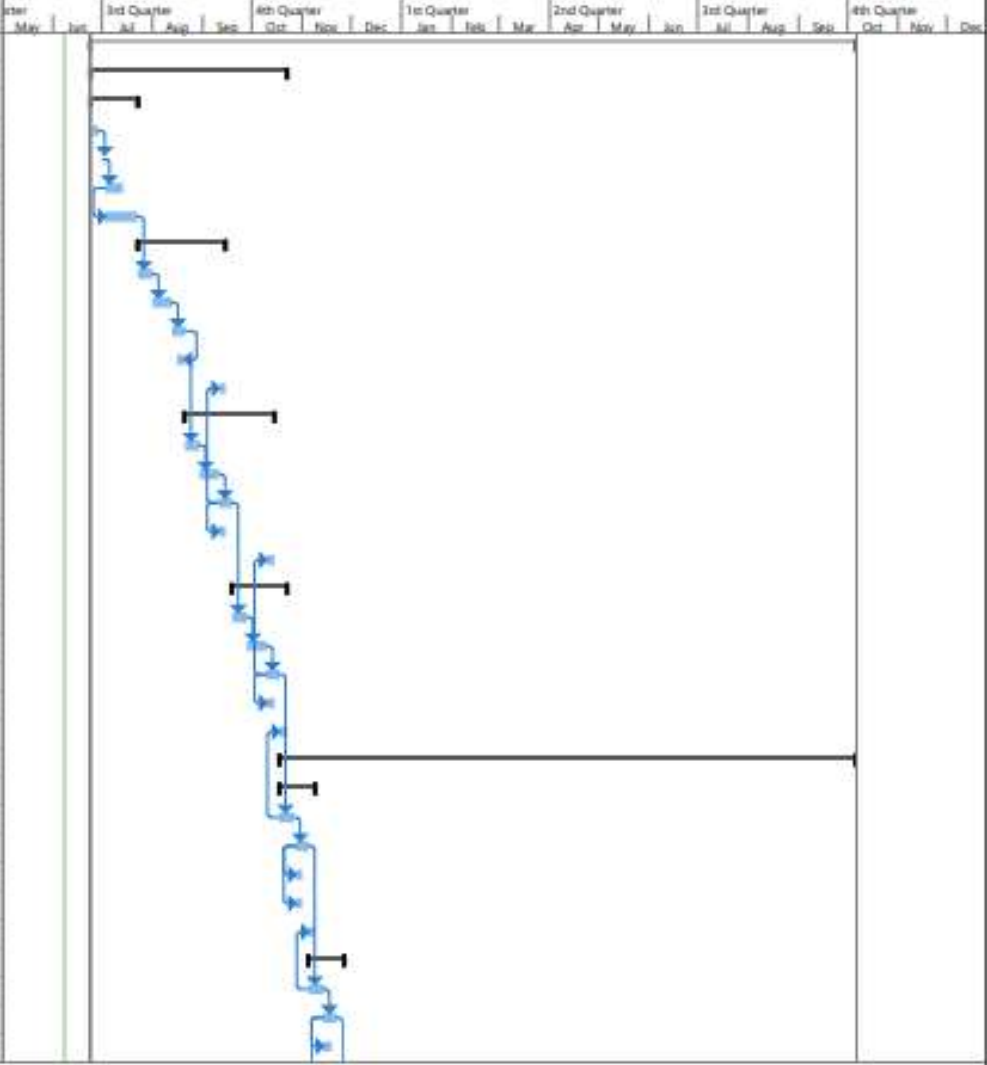
87 805 023,51

Montant TTC

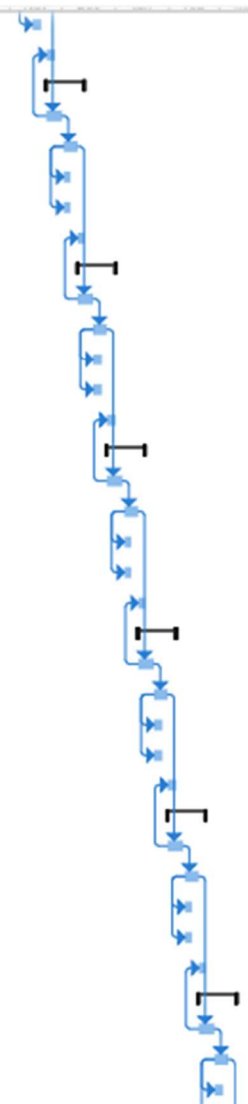
60 279 659,54

489 657 066,68

ID	Task Mod	Task Name	Duration	Start	Finish	1st Quarter	2nd Quarter	3rd Quarter	4th Quarter																
						May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0		PLANNING	403 days	Sat 24/06/23	Sat 05/10/24																				
1		INFRASTRUCTURE	104 days	Sat 24/06/23	Sun 22/10/23																				
2		Fondation	25 days	Sat 24/06/23	Sat 22/07/23																				
3		Terrassement	5 days	Sat 24/06/23	Wed 28/06/23																				
4		Bp	1 day	Sat 01/07/23	Sat 01/07/23																				
5		Radier	10 days	Mon 03/07/23	Thu 13/07/23																				
6		Nervures	17 days	Mon 03/07/23	Sat 22/07/23																				
7		Sous-sol 3	47 days	Sun 23/07/23	Thu 14/09/23																				
8		Voiles	8 days	Sun 23/07/23	Mon 31/07/23																				
9		Voiles périphérique	10 days	Tue 01/08/23	Sat 12/08/23																				
10		Dalle	7 days	Sun 13/08/23	Sun 20/08/23																				
11		Poutres	4 days	Wed 16/08/23	Sun 20/08/23																				
12		Escalier	4 days	Mon 11/09/23	Thu 14/09/23																				
13		Sous-sol 2	47 days	Mon 21/08/23	Sat 14/10/23																				
14		Voiles	8 days	Mon 21/08/23	Tue 29/08/23																				
15		Voiles périphérique	10 days	Wed 30/08/23	Sun 10/09/23																				
16		Dalle	7 days	Mon 11/09/23	Mon 18/09/23																				
17		poutres	4 days	Mon 11/09/23	Thu 14/09/23																				
18		Escalier	4 days	Tue 10/10/23	Sat 14/10/23																				
19		Sous-sol 1	29 days	Tue 19/09/23	Sun 22/10/23																				
20		Voiles	8 days	Tue 19/09/23	Wed 27/09/23																				
21		Voiles	10 days	Thu 28/09/23	Mon 09/10/23																				
22		Dalle	7 days	Tue 10/10/23	Tue 17/10/23																				
23		Poutres	4 days	Tue 10/10/23	Sat 14/10/23																				
24		escalier	4 days	Wed 18/10/23	Sun 22/10/23																				
25		SUPERSTRUCTURE	303 days	Wed 18/10/23	Sat 05/10/24																				
26		RDC	19 days	Wed 18/10/23	Wed 08/11/23																				
27		Voiles de	8 days	Wed 18/10/23	Thu 26/10/23																				
28		Dalle	7 days	Sat 28/10/23	Sat 04/11/23																				
29		Poutres	4 days	Sat 28/10/23	Tue 31/10/23																				
30		Balcon	4 days	Sat 28/10/23	Tue 31/10/23																				
31		Escalier	4 days	Sun 05/11/23	Wed 08/11/23																				
32		Mezzanine	19 days	Sun 05/11/23	Sun 26/11/23																				
33		Voiles de	8 days	Sun 05/11/23	Mon 13/11/23																				
34		Dalle	7 days	Tue 14/11/23	Tue 21/11/23																				
35		Poutres	4 days	Tue 14/11/23	Sat 18/11/23																				

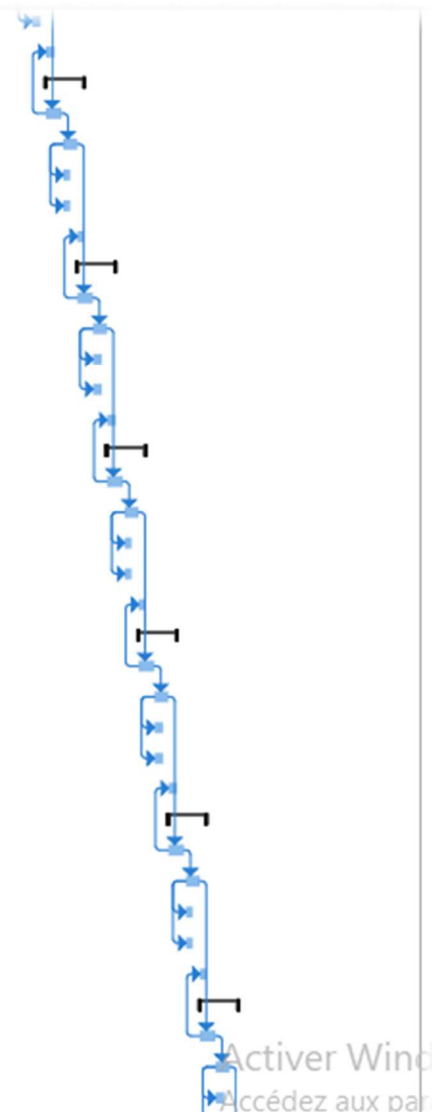


36	↳	Balcon	4 days	Tue 14/11/23	Sat 18/11/23
37	↳	Escalier	4 days	Wed 22/11/23	Sun 26/11/23
38	↳	R+1	19 days	Wed 22/11/23	Wed 13/12/23
39	↳	Voiles de	8 days	Wed 22/11/23	Thu 30/11/23
40	↳	Dalle	7 days	Sat 02/12/23	Sat 09/12/23
41	↳	Poutres	4 days	Sat 02/12/23	Tue 05/12/23
42	↳	Balcon	4 days	Sat 02/12/23	Tue 05/12/23
43	↳	Escalier	4 days	Sun 10/12/23	Wed 13/12/23
44	↳	R+2	19 days	Sun 10/12/23	Sun 31/12/23
45	↳	Voiles de	8 days	Sun 10/12/23	Mon 18/12/23
46	↳	Dalle	7 days	Tue 19/12/23	Tue 26/12/23
47	↳	Poutres	4 days	Tue 19/12/23	Sat 23/12/23
48	↳	Balcon	4 days	Tue 19/12/23	Sat 23/12/23
49	↳	Escalier	4 days	Wed 27/12/23	Sun 31/12/23
50	↳	R+3	19 days	Wed 27/12/23	Wed 17/01/24
51	↳	Voiles de	8 days	Wed 27/12/23	Thu 04/01/24
52	↳	Dalle	7 days	Sat 06/01/24	Sat 13/01/24
53	↳	Poutres	4 days	Sat 06/01/24	Tue 09/01/24
54	↳	Balcon	4 days	Sat 06/01/24	Tue 09/01/24
55	↳	Escalier	4 days	Sun 14/01/24	Wed 17/01/24
56	↳	R+4	19 days	Sun 14/01/24	Sun 04/02/24
57	↳	Voiles de	8 days	Sun 14/01/24	Mon 22/01/24
58	↳	Dalle	7 days	Tue 23/01/24	Tue 30/01/24
59	↳	Poutres	4 days	Tue 23/01/24	Sat 27/01/24
60	↳	Balcon	4 days	Tue 23/01/24	Sat 27/01/24
61	↳	Escalier	4 days	Wed 31/01/24	Sun 04/02/24
62	↳	R+5	19 days	Wed 31/01/24	Wed 21/02/24
63	↳	Voiles de	8 days	Wed 31/01/24	Thu 08/02/24
64	↳	Dalle	7 days	Sat 10/02/24	Sat 17/02/24
65	↳	Poutres	4 days	Sat 10/02/24	Tue 13/02/24
66	↳	Balcon	4 days	Sat 10/02/24	Tue 13/02/24
67	↳	Escalier	4 days	Sun 18/02/24	Wed 21/02/24
68	↳	R+6	19 days	Sun 18/02/24	Sun 10/03/24
69	↳	Voiles de	8 days	Sun 18/02/24	Mon 26/02/24
70	↳	Dalle	7 days	Tue 27/02/24	Tue 05/03/24
71	↳	Poutres	4 days	Tue 27/02/24	Sat 02/03/24



Activer Windows
Accédez aux paramètres

72	☑	Balcon	4 days	Tue 27/02/24	Sat 02/03/24
73	☑	Escalier	4 days	Wed 06/03/24	Sun 10/03/24
74	☑	R+7	19 days	Wed 06/03/24	Wed 27/03/24
75	☑	Voiles de	8 days	Wed 06/03/24	Thu 14/03/24
76	☑	Dalle	7 days	Sat 16/03/24	Sat 23/03/24
77	☑	Poutres	4 days	Sat 16/03/24	Tue 19/03/24
78	☑	Balcon	4 days	Sat 16/03/24	Tue 19/03/24
79	☑	Escalier	4 days	Sun 24/03/24	Wed 27/03/24
80	☑	R+8	19 days	Sun 24/03/24	Sun 14/04/24
81	☑	Voiles de	8 days	Sun 24/03/24	Mon 01/04/24
82	☑	Dalle	7 days	Tue 02/04/24	Tue 09/04/24
83	☑	Poutres	4 days	Tue 02/04/24	Sat 06/04/24
84	☑	Balcon	4 days	Tue 02/04/24	Sat 06/04/24
85	☑	Escalier	4 days	Wed 10/04/24	Sun 14/04/24
86	☑	R+9	19 days	Wed 10/04/24	Wed 01/05/24
87	☑	Voiles de	8 days	Wed 10/04/24	Thu 18/04/24
88	☑	Dalle	7 days	Sat 20/04/24	Sat 27/04/24
89	☑	Poutres	4 days	Sat 20/04/24	Tue 23/04/24
90	☑	Balcon	4 days	Sat 20/04/24	Tue 23/04/24
91	☑	Escalier	4 days	Sun 28/04/24	Wed 01/05/24
92	☑	R+10	19 days	Sun 28/04/24	Sun 19/05/24
93	☑	Voiles de	8 days	Sun 28/04/24	Mon 06/05/24
94	☑	Dalle	7 days	Tue 07/05/24	Tue 14/05/24
95	☑	Poutres	4 days	Tue 07/05/24	Sat 11/05/24
96	☑	Balcon	4 days	Tue 07/05/24	Sat 11/05/24
97	☑	Escalier	4 days	Wed 15/05/24	Sun 19/05/24
98	☑	R+11	19 days	Wed 15/05/24	Wed 05/06/24
99	☑	Voiles de	8 days	Wed 15/05/24	Thu 23/05/24
100	☑	Dalle	7 days	Sat 25/05/24	Sat 01/06/24
101	☑	Poutres	4 days	Sat 25/05/24	Tue 28/05/24
102	☑	Balcon	4 days	Sat 25/05/24	Tue 28/05/24
103	☑	Escalier	4 days	Sun 02/06/24	Wed 05/06/24
104	☑	R+12	19 days	Sun 02/06/24	Sun 23/06/24
105	☑	Voiles de	8 days	Sun 02/06/24	Mon 10/06/24
106	☑	Dalle	7 days	Tue 11/06/24	Tue 18/06/24
107	☑	Poutres	4 days	Tue 11/06/24	Sat 15/06/24



Activer Windows Defender
Accédez aux paramètres

ID	Task Mod	Task Name	Duration	Start	Finish	Calendar																		
						1st Quarter	2nd Quarter	3rd Quarter	4th Quarter															
						May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	
108		Balcon	4 days	Tue 11/06/24	Sat 15/06/24																			
109		Escalier	4 days	Wed 19/06/24	Sun 23/06/24																			
110		R+13	19 days	Wed 19/06/24	Wed 10/07/24																			
111		Voiles de	8 days	Wed 19/06/24	Thu 27/06/24																			
112		Dalle	7 days	Sat 29/06/24	Sat 06/07/24																			
113		Poutres	4 days	Sat 29/06/24	Tue 02/07/24																			
114		Balcon	4 days	Sat 29/06/24	Tue 02/07/24																			
115		Escalier	4 days	Sun 07/07/24	Wed 10/07/24																			
116		R+14	19 days	Sun 07/07/24	Sun 28/07/24																			
117		Voiles de	8 days	Sun 07/07/24	Mon 15/07/24																			
118		Dalle	7 days	Tue 16/07/24	Tue 23/07/24																			
119		Poutres	4 days	Tue 16/07/24	Sat 20/07/24																			
120		Balcon	4 days	Tue 16/07/24	Sat 20/07/24																			
121		Escalier	4 days	Wed 24/07/24	Sun 28/07/24																			
122		R+15	19 days	Wed 24/07/24	Wed 14/08/24																			
123		Voiles de	8 days	Wed 24/07/24	Thu 01/08/24																			
124		Dalle	7 days	Sat 03/08/24	Sat 10/08/24																			
125		Poutres	4 days	Sat 03/08/24	Tue 06/08/24																			
126		Balcon	4 days	Sat 03/08/24	Tue 06/08/24																			
127		Escalier	4 days	Sun 11/08/24	Wed 14/08/24																			
128		R+16	19 days	Sun 11/08/24	Sun 01/09/24																			
129		Voiles de	8 days	Sun 11/08/24	Mon 19/08/24																			
130		Dalle	7 days	Tue 20/08/24	Tue 27/08/24																			
131		Poutres	4 days	Tue 20/08/24	Sat 24/08/24																			
132		Balcon	4 days	Tue 20/08/24	Sat 24/08/24																			
133		Escalier	4 days	Wed 28/08/24	Sun 01/09/24																			
134		R+17	19 days	Wed 28/08/24	Wed 18/09/24																			
135		Voiles de	8 days	Wed 28/08/24	Thu 05/09/24																			
136		Dalle	7 days	Sat 07/09/24	Sat 14/09/24																			
137		Poutres	4 days	Sat 07/09/24	Tue 10/09/24																			
138		Balcon	4 days	Sat 07/09/24	Tue 10/09/24																			
139		Escalier	4 days	Sun 15/09/24	Wed 18/09/24																			
140		R+18	18 days	Sun 15/09/24	Sat 05/10/24																			
141		Voiles de	8 days	Sun 15/09/24	Mon 23/09/24																			
142		Dalle	7 days	Tue 24/09/24	Tue 01/10/24																			
143		Poutres	4 days	Tue 24/09/24	Sat 28/09/24																			

ORGANIGRAMME DE DIMENSIONNEMENT AUX ELU flexion simple

Section rectangulaire

