

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL
N°



DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIE
FILIERE : GENIE CIVIL
OPTION : STRUCTURE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Présenté par : Tadjine Ahmed
Benkhaled Ali

Thème

Influence d'un contreventement externe d'un
bâtiment sur la stabilité globale et sur Le
comportement de ses poteaux

Soutenu devant le jury composé de :

Mr. BOULAOUAD Abderachid	Université de M'sila	Président
Dr. GUERRAICHE Amar	Université de M'sila	Encadreur
Mr. Menasri Youcef	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2021 /2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ الْمَوَدَّعَةَ
وَالْحَيَاةَ وَالْمَوْتَ
وَالْحَيَاةَ وَالْمَوْتَ
وَالْحَيَاةَ وَالْمَوْتَ





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers

Ma mère et mon père

A mes frères

A toute la famille.

A tous mes collègues et mes amis, avec

Tous Les amis de l'institut de génie civil

De m'sila,

Et toute personne que je connais



Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.

*Je voudrais dans un premier temps remercier, mon directeur de mémoire **GUERRACHE AMAR**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.*

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de M'sila et les intervenants professionnels responsables de ma formation, pour avoir assuré la partie théorique et Salutations de ma part au peuple palestinien, en particulier le secteur de Bash Jarrah et le secteur occupé, nous demandons à Dieu leur ténacité, et nous comptons leurs morts comme des martyrs avec Dieu

Sommaire

<i>Introduction générale</i>	1
------------------------------------	---

Chapitre I

I-1-Introduction	6
I-2 - PRESENTATION DU BATIMENT ETUDIE, DES DIFFERENTS CHOIX D'EMPLACEMENT DES CONTREVENTEMENTS, ET DES REPONSES ETUDIEES	6
I-2-1-Description des l'ouvrage	6
I-2-2- Caractéristiques géométriques	6
I-2-3-description de l'ossature	6
I-2-4- Caractéristiques géotechniques du sol.....	6
I-2-5-Choix du système de contreventement.....	7
I-2-6-Characteristiques des matériaux	7
I-2-7-Vues en plan et en élévation du projet	12
I-2-8- Choix des dispositions des voiles a étude.....	13
I-2-10- Présentation des règlements de calcul.....	13
I-2-9- Présentation des réponses étudiées	15

Chapitre II

II -1- Introduction	17
II-2- Pré dimensionnement des éléments	17
II-2-1-Poutres.....	17
II-2-2- Les plancher	18
II-2-3- Poteaux	21
II-2-4-Les voiles.....	21
II-2-5- L'acrotère.....	22
II-2-6- d'escaliers	23
II-3- Évaluation des charges:	23
II-3-1-Les planchers	23
II-3-2-les balcons	24
II-3-3-L'acrotère	25
II-3-4-les murs	25

Chapitre III

Introduction	27
III.1- Analyse de la structure.....	27
III.1.1. Considérations générales liées à l'analyse.....	27
a. Logiciel utilisé	28
b. Cas de charges prises en considération	28
c. Type de calcul effectué.....	29
III.1.2. Considérations générales liées aux charges horizontales	29
a. Centre de masse, centre de rigidité et torsion des structures asymétriques sous Charges horizontales	29
b. Satisfaction des exigences parasismiques du RPA	30
III.-2- Présentation des résultats(concernant les réponse énumérées ci-dessus)	32
III.-2-1- la structure sans voiles de contreventement	32
➤ La période fondamentale	32
➤ La masse modale	32
➤ Le déplacement des étages dans les deux directions x et y	33
➤ La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux.....	33
➤ La force sismique à la base	33
➤ Vérification vis-à-vis P- Δ	34
➤ Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres	34
III- 2-2- la structure avec voiles de contreventement	35
➤ La période fondamentale	35
➤ La masse modale	35
➤ Le déplacement des étages dans les deux directions x et y	36
➤ La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux.....	36
➤ La force sismique à la base	36
➤ Vérification vis-à-vis P- Δ	37
➤ Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres	37

Chapitre IV : Discussion et interprétation des résultats

Introduction	39
IV.1. Récapitulation des résultats (avec et sans contreventement de chaque réponse étudiée)	40
IV.1.1. Présentation des résultats en graphs	40
a. Période	41
b. La masse modale	42
c. Déplacement inter-étage max	43
d. Déplacement total	44
e. La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux	44
f. La force sismique à la base	45
IV.1.2. Discussion (concernant les réponses étudiées)	46
a. Période	46
b. La masse modale	46
c. Déplacement inter-étage max	46
d. Déplacement total	47
e. La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux	48
f. La force sismique à la base	48
IV.1.3. Conclusion	49

Liste des symboles

- f_{cj} : Résistance en compression à j jour du béton.
- f_{tj} : Résistance caractéristique à la traction du béton âge de j jours.
- E_{ij} : Module de déformation longitudinal du béton.
- E_{vj} : Module de déformation différé du béton.
- G : Module de déformation transversale.
- ν : Coefficient de poisson.
- f_{bu} : Résistance conventionnelle ultime à la compression.
- ϵ_{bc} : Déformation unitaire du béton.
- σ_{bc} : Contrainte de compression dans le béton.
- γ : Coefficient de sécurité.
- θ : Coefficient en fonction de la durée d'application de l'action considéré.
- σ_{bc} : Contrainte admissible du béton en compression.
- σ_u : Contrainte limites de cisaillement.
- f_{su} : Résistance caractéristique ultime de l'acier.
- σ_s : Contrainte admissible d'acier.
- f_e : Limite d'élasticité des aciers utilisés.
- N_u : L'effort normal ultime.
- B_r : La section de béton réduite du béton.
- λ : L'élançement de l'élément poteau.
- \bar{f} : La flèche admissible.
- F_p : L'action sismique horizontale.
- L_f : Longueur de flambement.
- e_1 : Est l'excentricité du premier ordre, avant application des excentricités additionnelles.
- e_a : Excentricité additionnelle traduisant les imperfections géométriques initiales de l'élément.
- e_2 : Excentricité forfaitaire qui tient compte l'effet du second ordre lié à la déformation de la structure.
- ϕ : Le rapport de la déformation finale due au fluage à la déformation initiale instantané sous la charge considérée, ce rapport est généralement pris égal à 2. m_u : Moment réduit.
- A_s : Section d'armature comprimée.
- A'_s : Section d'armature tendue.
- S_t : Espacement des armatures.
- A_r : Section d'armature de répartition.
- M_0 : Moment fléchissant dans la travée.
- M_t : Le moment maximal en travée dans la travée considérée.
- M_w : La valeur absolue du moment sur appui de gauche dans la travée considérée.
- M_e : La valeur absolue du moment sur appui de droite dans la travée considérée.
- M_{ut} : Moment capable de la table de compression.
- T_K : Le période du mode K.
- N : le nombre de niveau au-dessus du sol.
- G : centre de gravité.
- R : centre de rigidité.
- V : effort tranchant.

Liste des symboles

M_K : Moment de renversement.

κ : Les déplacements horizontaux absolus.

ΔK : Les déplacements relatifs.

R : coefficient de comportement.

Q : facteur de qualité.

C_T : Coefficient, fonction du système de contreventement.

A_{min} : Section minimale d'armature.

Figure

Figure I-1 Diagramme contraintes-déformations du béton à L'ELU	10
Figure I-2: Diagramme contraintes-déformations du béton à L'ELU	10
Figure I-3 Diagramme contraintes-déformations du béton à l'ELS.....	12
Figure I-4 Diagramme contraintes-déformations du béton à l'ELS.....	12
Figure I-5 diagramme contraintes déformations.	15
Figure I-6 Vue en plan, RDC	15
Figure I-7 Vue en plan, Etage courant	15
Figure I-8 Vue en élévation.....	17
Figure I-9 système contreventement externe.	17
Figure I-10 système portique	17
Figure II -1 Coffrage de Poutres.	23
Figure II -2 Coffrage de plancher.....	25
Figure II -3 Coffrage des poteaux.	26
Figure II -4 Coupe de voile en élévation.....	27
Figure II -5 Coffrage L'acrotère.	27
Figure II -6 Coffrage Les escaliers.....	29
Figure II -7 coupe plancher terrasse.....	29
Figure II -8 coupe plancher étages courant + RDC.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure II -9 Murs extérieurs et Cloison intérieur.	31
Figure III -1 Graphique des résultats de la période.....	41
Figure III -2 : Graphique des résultats de la masse modale, Mode 1	42
Figure III-3 Graphique des résultats de la masse modale, Mode 2.....	42
Figure III-4 Graphique des résultats de la masse modale, Mode 3	43
Figure III-5 Graphique des résultats de déplacement inter-étages max	43
Figure III-6 Graphique des résultats de déplacement inter-étages max.....	44
Figure III-7 : Graphique des résultats de la répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux, sens X- X	44
Figure III-8 Graphique des résultats de la répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux, sens Y-Y	45
Figure III-9 : Graphique des résultats de la force sismique à la base.....	45

Tableaux

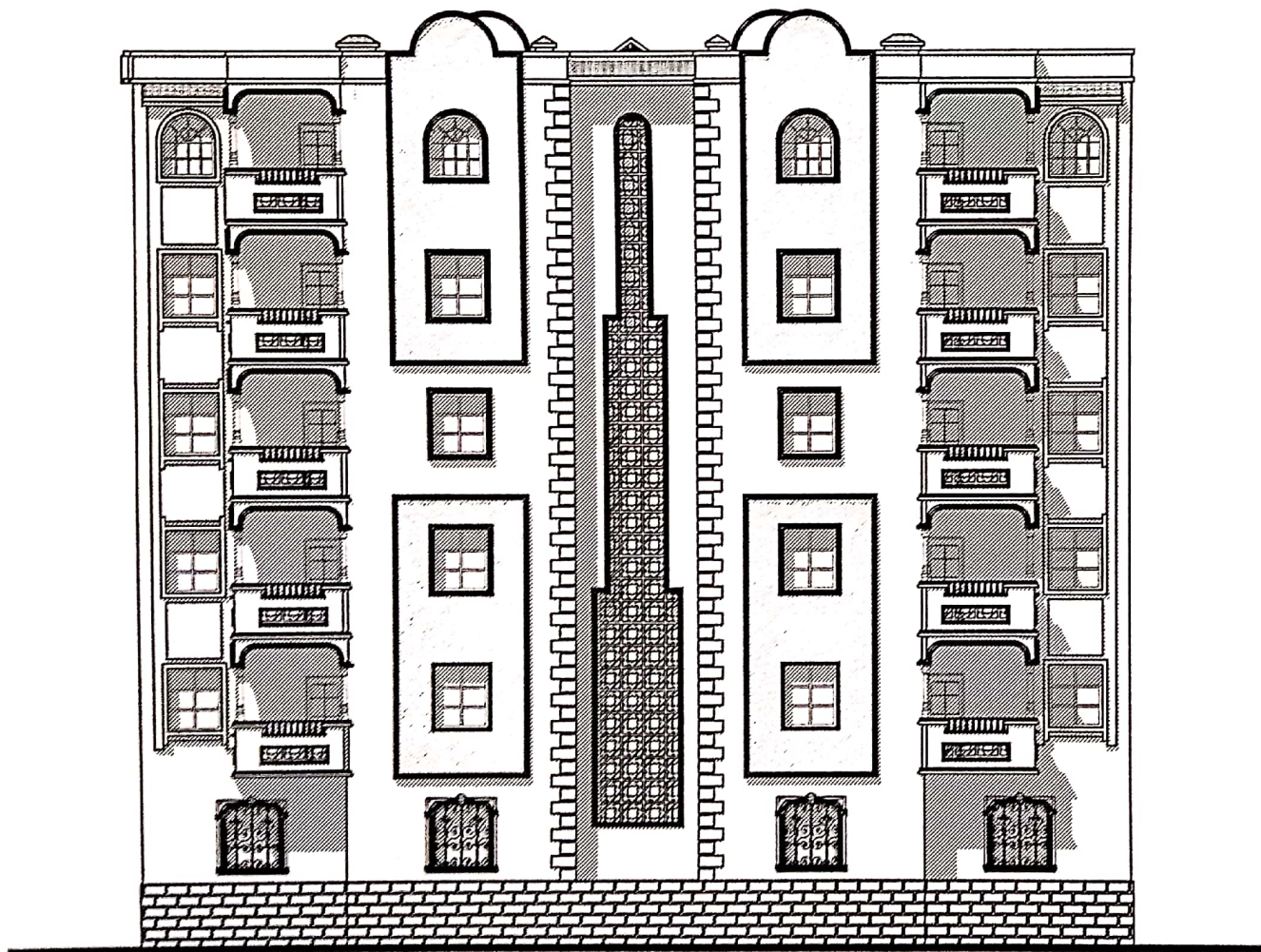
Tableau II-1 : Évaluation des charges permanentes et d'exploitation du plancher terrasse.	30
Tableau II-2 : Évaluation des charges permanentes et d'exploitation du plancher courant.	30
Tableau II-3 : Évaluation des charges permanentes et d'exploitation de dalle de balcon.	30
Tableau II-4 : Évaluation des charges permanentes de mur extérieur.....	31
Tableau III-1 : La période fondamentale de la structure sans	36
Tableau III-1 : La masse modale de la structure sans voiles de contreventement	36
Tableau III-2 : Le déplacement des étages, structure sans voiles de contreventement	37
Tableau III-3 : La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux, structure sans voiles de contreventement	37
Tableau III -4 :Vérification vis-à-vis $P-\Delta$, structure sans voiles de contreventement	38
Tableau III -5 :Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres, structure sans voiles de contreventement	38
Tableau III-6 :La période fondamentale V_2	39
Tableau III -7 :La masse modale.....	39
Tableau III -8 :Le déplacement des étages.....	40
Tableau III-9 :La répartition des charges horizontales.....	40
Tableau III -10 :Vérification vis-à-vis $P-\Delta$	41
Tableau III -11 : Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres	42
Tableau VI -1 :Tableau récapitulatif des résultats de calcul des variantes (sans l'effet P-delta)	41
Tableau VI -2 :Les périodes fondamentales	46
Tableau VI-3 :Les masses modales	46
Tableau VI -4 : Les déplacements inter-étages.....	46
Tableau VI-5 :Les déplacements totaux	47
Tableau VI -6 : La répartition des charges horizontales entre voiles et portiques	48

Introduction générale :

Le Génie civil représente l'ensemble des techniques concernant les constructions civiles. Les ingénieurs civils s'occupent de la conception, de la réalisation, de l'exploitation et de la réhabilitation d'ouvrages de construction et d'infrastructures urbaines dont ils assurent la gestion afin de répondre aux besoins de la société, tout en assurant la sécurité du public et la protection de l'environnement.

Dans le cadre de ce projet, nous avons procédé au calcul d'un bâtiment implanté dans une zone de moyenne sismicité (**IIa**), comportant un Rez de chaussée plus 5 étages (R+5), dont le système de contreventement mixte est assuré par des voiles et des portiques. Il constitue a pour but de dimensionner les ouvrages d'une façon résistance et économique.

Les plans



Projet : 110/400/700/4000 LOGEMENTS PUBLICS LOCATIFS À KHELLIL
WILAYA DE BBA

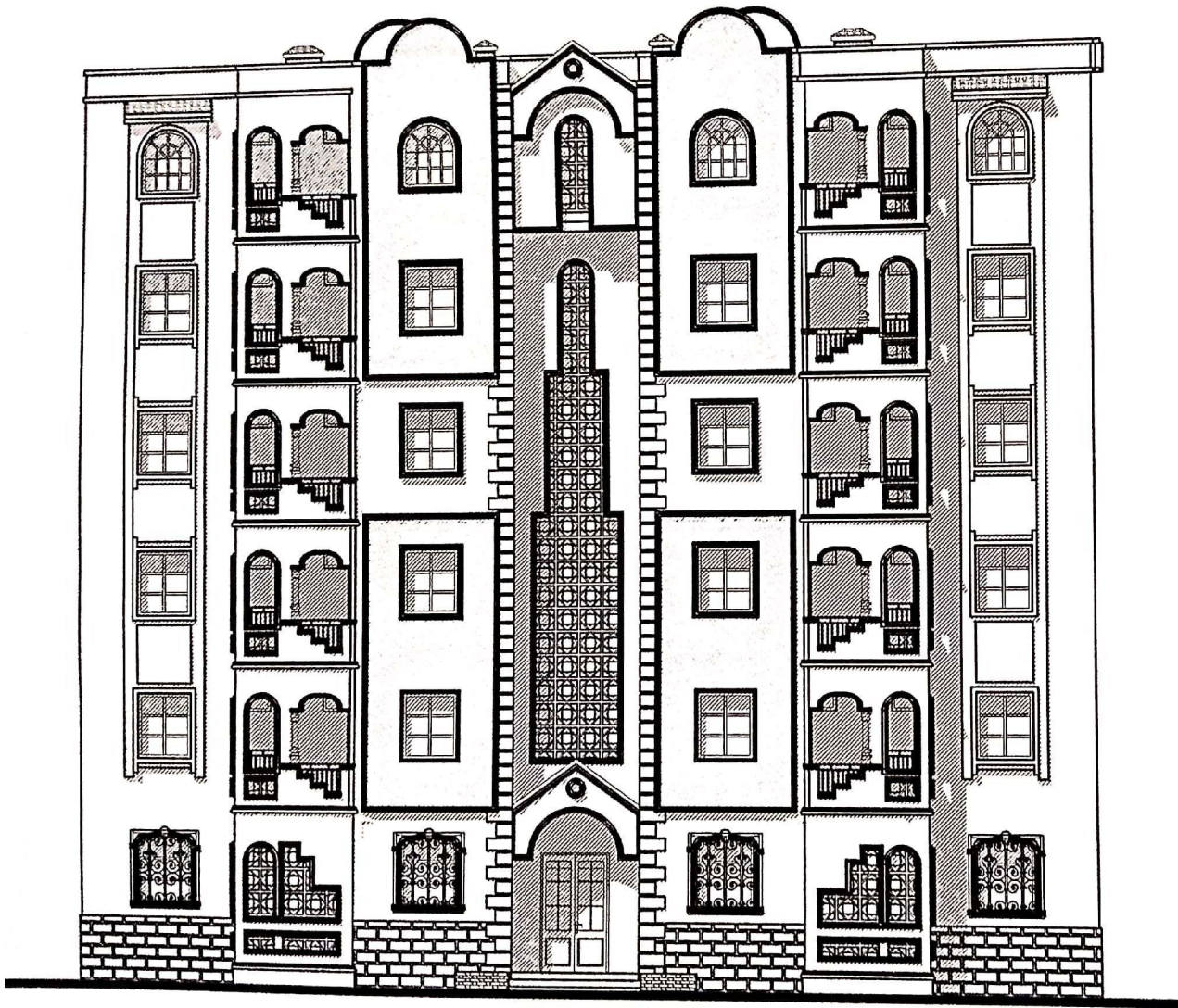
Maître de l'Ouvrage : D.L.E.P DE BBA

Lieu : KHELLIL

Plans :	Echelle :	Vues BET :	
Vue en Plan du R.D.C	1 / 50		
Vue en Plan du 1er Etage	1 / 50		
Vue en Plan du 5ème Etage	1 / 50		
Vue en Plan de la Terrasse	1 / 50		
Façade Principale	1 / 50		
☐ Façade Postérieure	1 / 50	Observations :	Dossier :
☐ Façade Latérale Droite	1 / 50		
☐ Façade Latérale Gauche	1 / 50		
☐ Les Coupes	1 / 50		
☐ Plan de Masse	1 / 500		
☐ Plan de Situation	1 / 1000	BLOC-B-	
☐ Tableau de Memorie			

ARCHITECTURE

Motif de l'Etat :	Vues :
Etat :	



Maître de l'Ouvrage : D.L.E.P DE BBA

Lieu : KHELLIL

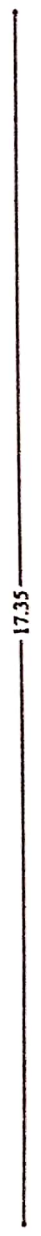
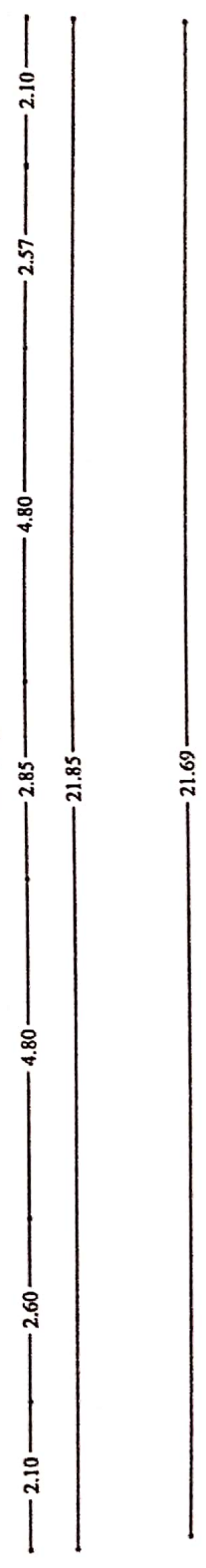
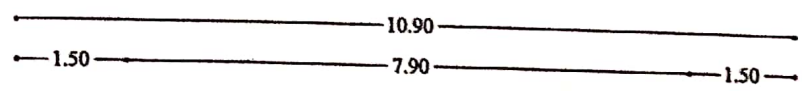
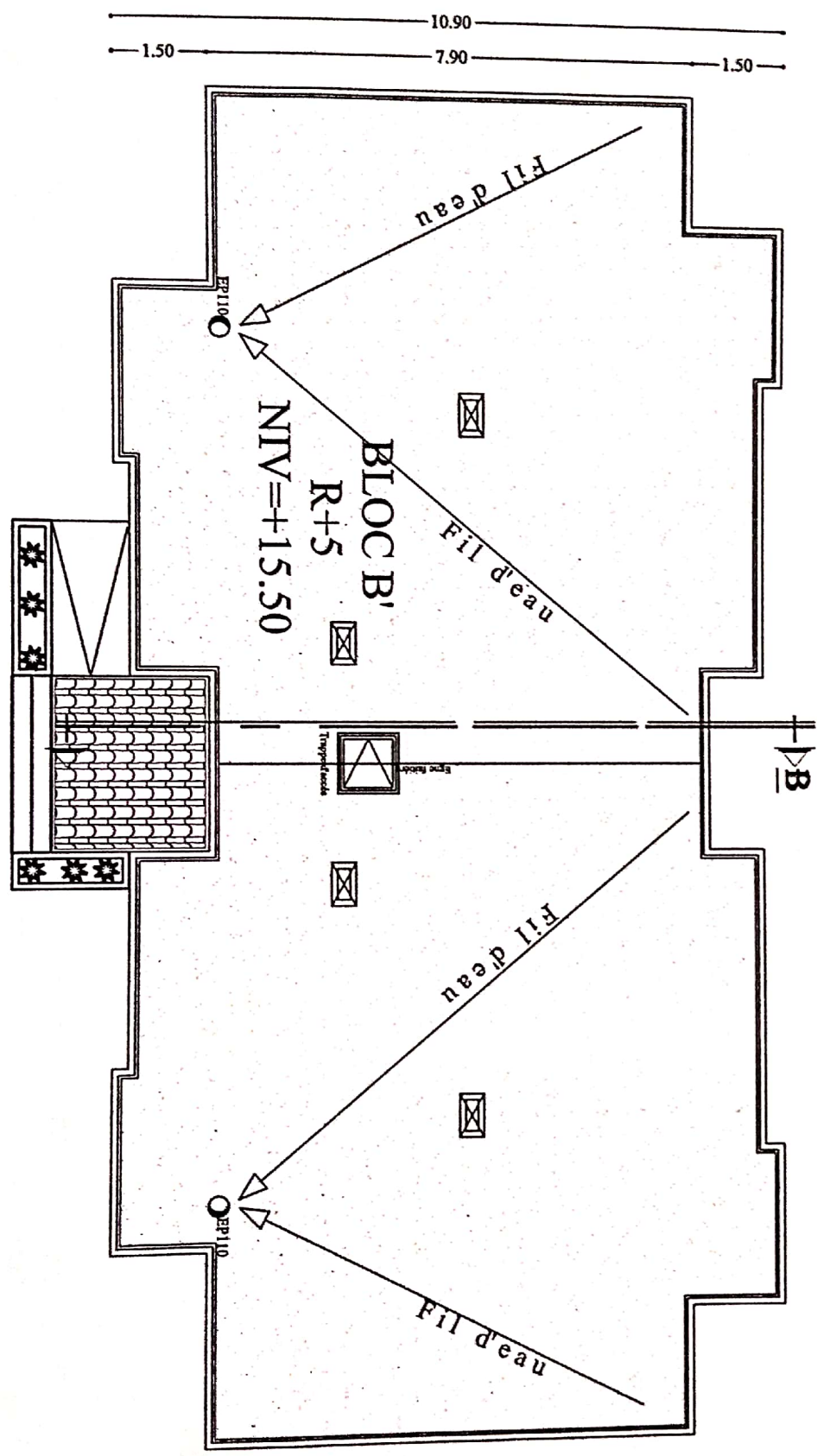
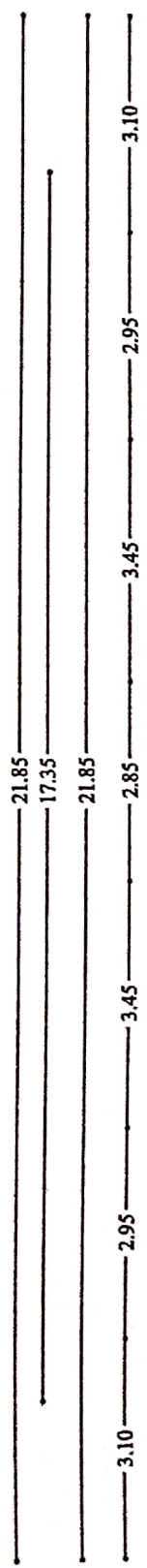
Plans :	Echelle :	Visa BET :	
Vue en Plan du R.D.C	1 / 50		
Vue en Plan du 1 ^{er} Etage	1 / 50		
Vue en Plan du 5 ^{ème} Etage	1 / 50		
Vue en Plan de la Terrasse	1 / 50		
⊗ Façade Principale	1 / 50	Observations :	Dossier :
Façade Postérieure	1 / 50		
Façade Latérale Droite	1 / 50		
Façade Latérale Gauche	1 / 50		
Les Coupes	1 / 50		
Plan de Masse	1 / 500		
Plan de Situation	1 / 1000	BLOC -B-	
Tableau de Menuiserie			

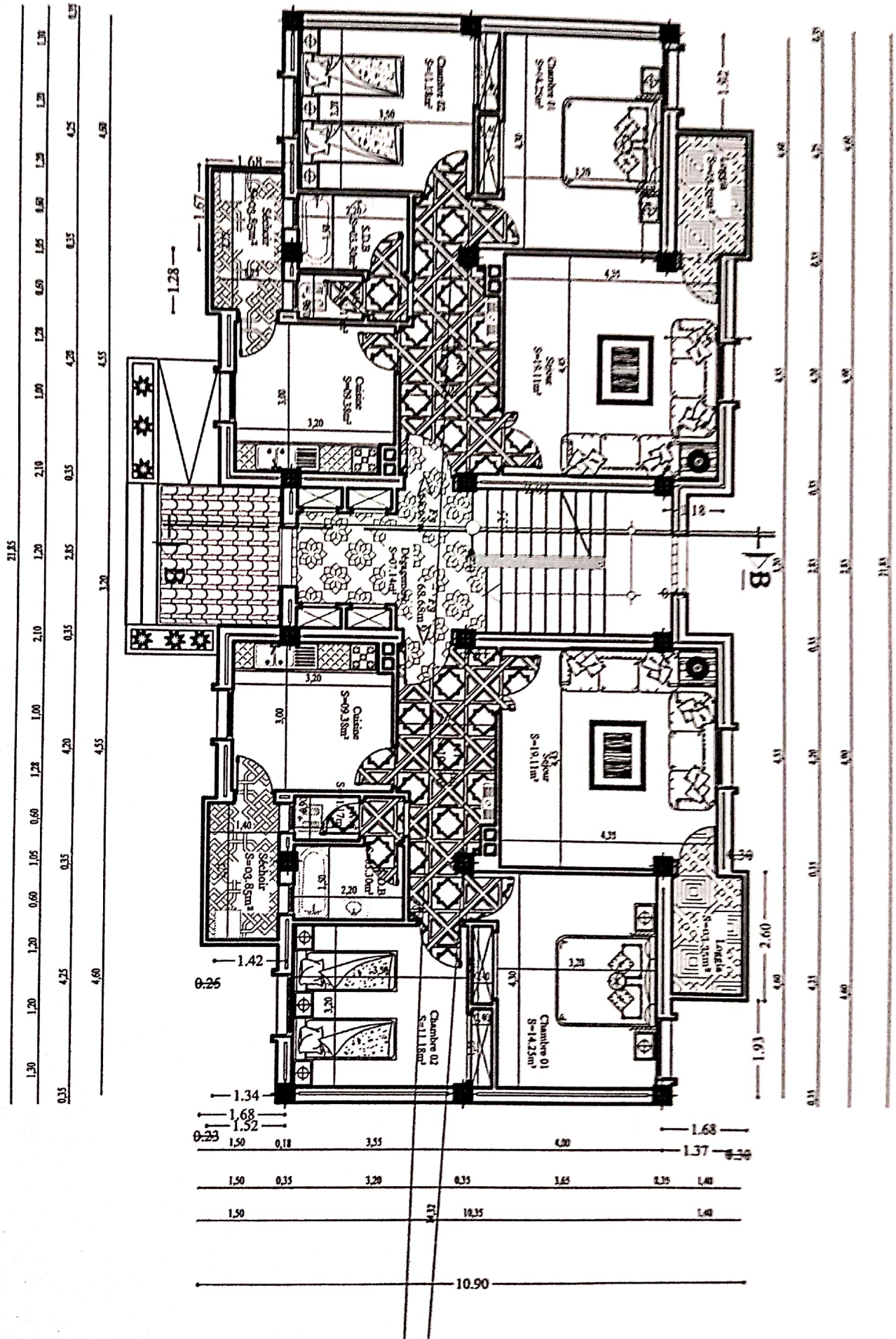
ARCHITECTURE

Modifié le :

Par :

Visa :





Résumé :

Ce projet présente une étude détaillée influence contreventement externe d'un bâtiment à usage d'habitation constitué d'un raz de chaussée plus (05) étages, sera implanté à la wilaya de : M'silla. Cette ville est classée en zone moyenne sismicité (IIa) selon le RPA99 version 2003.

La résistance de la structure aux sollicitations horizontales et verticales est assurée par un système de contreventement externe en béton armé.

Le dimensionnement de tous les éléments résistants a été conformes aux règlements algériens en vigueur (BAEL91, CBA.93 et RPA99 version2003. etc.).

Le calcul des différents efforts sous l'effet des sollicitations statiques et dynamique a été réalisé automatiquement moyennant le logiciel (ROBOT2010) aussi que les dessins se fait par AUTOCAD 2014.

Et finalement, nous avons étudié l'infrastructure en calculant les fondations.

ملخص

هذا المشروع عبارة عن دراسة تقنية الإنجاز بناية سكنية مكونة من الطابق الأرضي 5 طوابق عادية في ولاية المسيلة

حسب مركز الدراسة هندسة الزلزال الجزائري IIa المصنفة ضمن المنطقة الزلزالية

قياس وتسليح هذه البناية ومختلف العناصر الأساسية متم طبقا للمعايير والقوانين المعمول بها حسب مقياس دراسة هندسة

و CBA93 ومقياس الاسمنت المسلح RPA99 (version) الزلزال الجزائري المعدل بعد زلزال 21 ماي 2003

الخرسانة المسلحة في الحالات الحديدية

اما عملية الرسم كانت باستعمال طريقة ROBOT2010 كما تم نمذجة البناية باستعمال البرنامج التطبيقي للعناصر المنتهية

AUTOCAD2014 الرسم التقني

Chapitre : I

PRESENTATION DU BATIMENT ETUDIE, DES DIFFERENTS CHOIX D'EMPLACEMENT DES CONTREVENTEMENTS, ET DES REPONSES ETUDIEES

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur
La comportement de ses poteaux.

I-1-Introduction :

L'étude des structures est une étape clef et un passage obligé dans l'acte de bâtiment Cette étude vise à mettre en application les connaissances acquises durant les cinq années de formation d'ingénieur à travers l'étude d'un ouvrage en béton armé. L'ouvrage en question est un bâtiment à usage d'habitation (portique + voiles) composé Rez de chaussée plus 5 étages (R+5).

Les efforts engendrés dans le bâtiment, sont utilisés pour Calculer les dimensions et ferrailer les éléments résistants suivant les combinaisons et les dispositions constructives exigées par la [BAEL91/V 99] et le [RPA99 version 2003].

Le présent projet est consacré à l'étude d'un bâtiment à usage d'habitation que sera implanté et la commune de : **M'silla, M'silla région** à la zone moyenne sismicité (**IIa**), (**RPA 99 v2003**).

I-2-Présentation du projet :

Dans ce qui suit on présente la description de l'ouvrage ainsi que les caractéristiques des matériaux utilisées :

I-2-1-Description des l'ouvrage :

Le projet que nous avons en train d'étudier consiste à un bâtiment à usage d'habitation, composé Rez de chaussée plus 7 étages, Le bâtiment est implanté à la ville de : **M'silla**, wilaya de : **M'silla**, Qui est une Zone de moyenne sismicité : (**IIa**), d'après les règles parasismiques algériennes (**RPA 99 version 2003**).

I-2-2- Caractéristiques géométriques :

Les caractéristiques géométriques de la structure sont :

- ❖ Longueur totale : **$L_x = 21.85$ m.**
- ❖ Largeur totale : **$L_y = 10.90$ m.**
- ❖ Hauteur d'étage : **$H = 3.23$ m.**
- ❖ Hauteur totale : **$H = 20.00$ m.**

➤ (Zone IIa: groupe d'usage 2, si la hauteur est inférieure ou égale à 7 niveaux ou 23m).

➤ I-2-3-description de l'ossature :

❖ Ossature :

C'est une ossature contreventé réalisé en système de portique (poteaux- poutres).

❖ Planchers :

Tous les planchers sont réalisés en corps creux et une dalle de compression type (16+4) cm.

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur La comportement de ses poteaux.

❖ **Escaliers :**

On a deux types d'escalier : Escalier droit avec un palier intermédiaire utilisé pour l'accès d'un niveau à autre, par contre l'escalier de RDC a constitué de deux paliers intermédiaires pour l'accès de 1er étage.

❖ **Maçonnerie :**

Les murs extérieurs : sont réalisés en doubles parois en briques creuses de (15 cm ; 10 cm) séparées par un vide de 5 cm.

Les murs intérieurs : sont réalisés en simple cloison en brique creuse de 10 cm d'épaisseur.

❖ **Revêtement :**

- Enduit en plâtre pour les plafonds.
- Enduit en ciment pour les murs extérieurs et les cloisons.
- Revêtement à carrelage pour les planchers.
- Le plancher terrasse sera recouvert par une étanchéité multicouche imperméable évitant la pénétration des eaux pluviales.

❖ **Isolation :**

L'isolation acoustique est assurée par le vide de corps creux et la masse du plancher, par contre au niveau de murs extérieurs l'isolation est assurée par le vide d'air entre les deux parois qui compose se dernier, et par la minimisation des ponts thermique en cours de réalisation.

I-2-4- Caractéristiques géotechniques du sol :

Dans notre étude on a considéré que le sol d'assise de la construction est un sol meuble et par conséquent on a adopté : $\sigma_{sol} = 2,4$ bars.

I-2-5-Choix du système de contreventement :

Notre bâtiment dépasse quatre niveaux (14 mètres) et est situé en zone IIa. Le contreventement par portique est donc écarté (**Art. 1-b du RPA99/version 2003**) et le choix va se porter sur un contreventement mixte (voiles et portiques).

Pour un système de contreventement mixte, il y a lieu de vérifier ce qui suit :

- Les voiles de contreventement ne doivent pas reprendre plus de 20 % des sollicitations dues aux charges verticales.

- Les charges horizontales sont reprises conjointement par les voiles et les portiques proportionnellement à leurs rigidités relatives ainsi que les sollicitations résultant de leurs interactions à tous les niveaux.
- Les portiques doivent reprendre, outre les sollicitations dues aux charges verticales, au moins 25 % de l'effort tranchant d'étage.

I-2-6-Characteristiques des matériaux :

I-2-6-1-Béton :

Le béton utilisé pour la réalisation de cet ouvrage est un béton courant constitué d'un mélange de ciment portland artificiel (C.P.A. 325), d'eau et de granulats (gravier et sable).

a. Ciment :

Le ciment est un liant hydraulique qui présente sous la forme d'une poudre minérale fine.

b. Granulat :

Les granulats comprennent les sables et les graviers.

c. Sable :

Le sable sont constitués par des grains provenant de la désagrégation des roches, la grosseur de ces grains est généralement inférieur à 5mm.

d. Gravier :

Elles sont constituées par des grains rocheux dont la grosseur est généralement comprise entre 8 à 25.

e. Eau de gâchage :

Eau incorporée au mélange liant et granulat afin d'enclencher sa prise et de conférer un béton sa plasticité, qui facilité son écoulement et son moulage.

f. Adjuvants :

Produit chimique incorporés au moment du malaxage du béton à une dose inférieur ou égale 5% en masse de la teneur en ciment du béton, pour modifier les propriétés du mélange à l'état frais et/ou durci. Les adjuvants peuvent modifier l'ouvrabilité du béton, sa prise et son durcissement.

La composition moyenne pour un $1m^3$ de béton est la suivante :

- Ciment (C.P.A. 325) 350 Kg/ m^3 .
- Gravier (8/16 et 16/25) 800 L.
- Sable (0/5) 400 L.
- Eau de gâchage 175 L.

Caractéristiques physiques et mécaniques du béton :

➤ **Masse volumique :** La densité du béton arme est égale à :

$$\gamma_{AB} = 2500 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Résistances caractéristiques :** La résistance caractéristique à la compression à 28 jour d'âge prise égale à : $f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$

La résistance caractéristique à la traction est égale à :

$$\begin{aligned} f_{t28} &= 0.6 + 0.06 f_{c28} \\ &= 0.6 + 0.06 \times 25 \end{aligned}$$

$$f_{t28} = 2.1 \text{ Mpa}$$

➤ **Contraintes limites :**

I/ELU : est notée f_{bu} tel que :

$$f_{bu} = \frac{0.85}{\gamma_b} f_{c28} \text{ Avec :}$$

γ_b : coefficient de sécurité du béton, il vaut 1.5 pour les combinaisons, fondamentales et 1.15 pour les combinaisons accidentelles.

θ : coefficient qui dépend de la durée d'application de la combinaison d'action .Il est fixé à :

1 : lorsque la durée probable d'application de la combinaison d'action considérée est supérieur à 24h.

0.9 : lorsque cette durée est comprise entre 1h et 24h.

0.85 :lorsqu' elle est inférieur à 1h.

Le coefficient de minoration 0,85 a pour objet de couvrir l'erreur faite en négligent le fluage du béton.

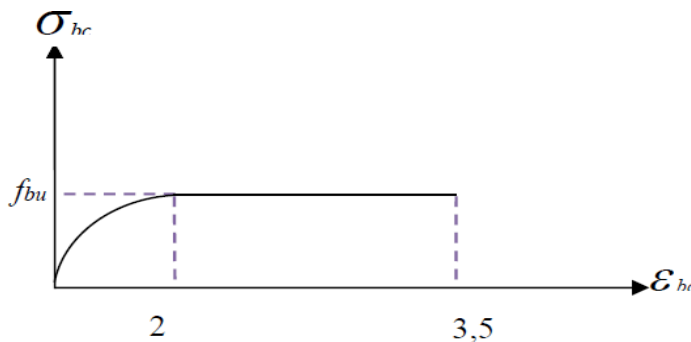


Figure I- 2 : Diagramme contraintes-déformations du béton à L'E

2/ *ELS* : est donné par: $\bar{\sigma} = 0.6f_{c28}$.

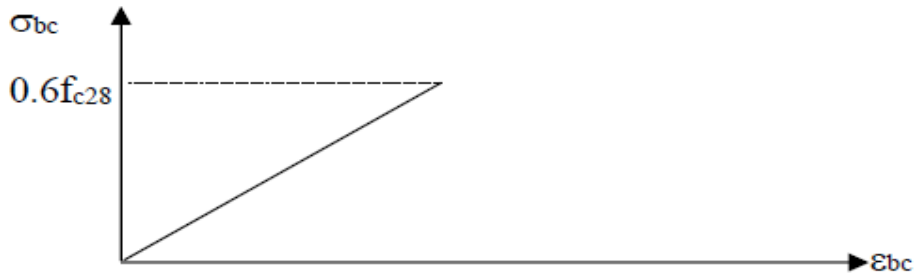


Figure I- 3 : Diagramme contraintes-déformations du béton à l'ELS.

➤ **Contrainte ultime de cisaillement de béton :**

La contrainte ultime de cisaillement est limité par $\tau_u \leq \bar{\tau}_u$ Sachant que :

La contrainte ultime du cisaillement du béton est définie par : $\tau_u = \frac{V_U}{b*d}$

V_U : Effort tranchant.

b, d: Dimensions de pièce.

Les armatures transversales perpendiculaires à la ligne moyenne sont autorisées si $\bar{\tau}_u$ ne dépasse pas

$\bar{\tau}_{u1} = \text{Min}(0,2, \frac{f_{c28}}{\gamma_b} : 4\text{MPa}) = 3.25\text{MPa}$ fissuration peu nuisible.

$\bar{\tau}_{u2} = \text{Min}(0,1, f_{c28} : 3\text{MPa}) = 2.5\text{MPa}$ fissuration préjudiciable (ou très préjudiciable).

➤ **Module de déformation longitudinale du béton :**

Ils existent deux modules de déformation déterminés d'après [le BAEL 91].

1. Le module de déformation instantanée : Pour des charges d'une durée d'application inférieur à 24 heures on a :

$$E_{ij} = 11000 * \sqrt[3]{f_{c28}} \text{ d'ou: } E_{t28} = 32164.20\text{Mpa}$$

2. Le module de déformation différée : Pour des charges de longue durée d'application on a :

$$E_{vj} = 3700 * \sqrt[3]{f_{c28}} \text{ d'ou: } E_{v28} = 10819.86\text{Mpa}$$

➤ **Coefficient de Poisson:**

Ce coefficient étant le rapport des déformations transversales et des déformations longitudinales noté "ν". Conformément au règlement [BAEL 91]:

à l'ELU : $\nu = 0$ calcul des sollicitations (béton fissuré).

à l'ELS : $\nu = 0,2$ calcul des déformations (béton non fissuré).

- Les diamètres normalisés d'armatures courantes sont : 6,8, 10, 12, 14, 16, 20, 25,32 et 40 mm

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur La comportement de ses poteaux.

- Au diamètre nominal correspondent une section nominale et un périmètre nominal (section et périmètre d'un rond lisse de diamètre égal au diamètre nominal).

➤ **Caractéristique mécanique**

I-2-6-3 Acier:

L'acier est un alliage de fer et carbone en faible pourcentage. Les aciers utilisés dans le béton armé sont des aciers doux, mi-durs et durs. On utilise pour le béton armé, les ronds lisses (symbole Φ ou RL), les armatures à haute adhérence (symbole HA) et les treillis soudés (symbole TS).

On trouve les aciers pour le béton armé sous trois formes : barres, fils et treillis soudés.

- En barres droites, les longueurs courantes de livraison sont de 12 m.

Le caractère mécanique qui sert de base aux justifications est la limite d'élasticité garantie désignée par F_e . Elle varie en fonction du type d'acier.

Le module d'élasticité longitudinale E_s est pratiquement constant quel que soit l'acier utilisé et est pris égal à : **$E_s = 200\ 000\ \text{MPa}$** .

Coefficient d'équivalence:

Le coefficient d'équivalence noté est le rapport suivant :

$$E = \frac{E_s}{E_b} \quad \text{Avec :}$$

η : coefficient d'équivalence.

E_s : module de déformation de l'acier.

E_b : module de déformation du béton.

➤ **Contraint limite de l'acier :**

Contrainte à ELU :

On adopte le diagramme contrainte-déformation suivant, avec :

F_e : contrainte limite élastique.

ε_{es} : déformation (allongement) relative de l'acier.

$$\sigma_s : \text{contrainte de l'acier.} \quad \varepsilon_{es} = \left\{ \frac{f_e}{\gamma_s E_s} \right\}$$

u_s : coefficient de sécurité de l'acier.

$u_s = 1.15$ en cas de situations durables ou transitoires.

$u_s = 1.00$ en cas de situations accidentelles.

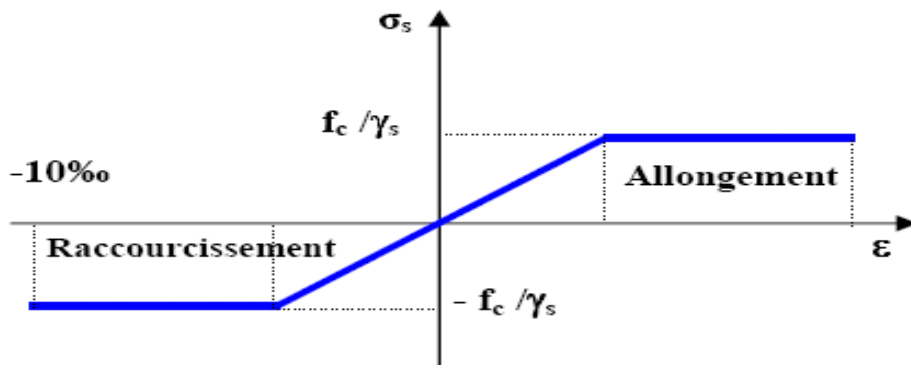


Figure I- 4 : diagramme contraintes déformations.

Contrainte à ELS:

Cette contrainte dépend de la nature des fissures dans le béton, on détermine :

- 1./Fissuration peu nuisible : pas de vérification.
- 2./Fissuration préjudiciable : $\bar{\sigma}_s = \text{Min} (2/3f_e ; 150\eta)$ (MPa)
- 3./Fissuration très préjudiciable : $\bar{\sigma}_s = \text{Min} (1/2f_e ; 110 \eta)$ (MPa) Avec
 - η : coefficient de fissuration.
 - $\eta = 1$ pour les aciers ronds lisses.
 - $\eta = 1,6$ pour les aciers à haute adhérence (HA).

I-2-9vues en plan et en élévation du projet :

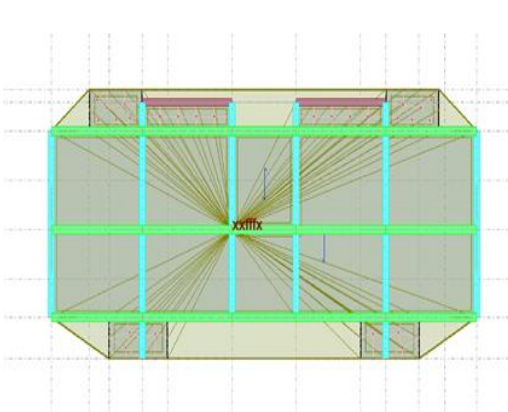


Figure II.1 : Vue en plan, RDC

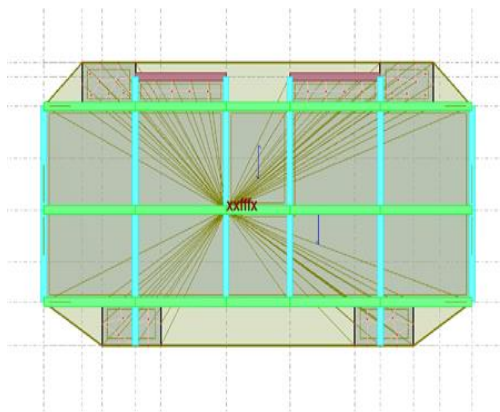


Figure II.2 : Vue en plan, Etage courant

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur La comportement de ses poteaux.

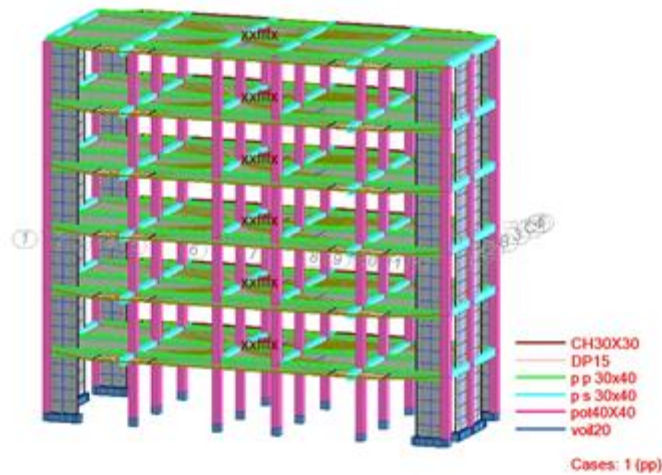


Figure II.3 : Vue en élévation

I-2-10 Choix des dispositions des voiles à étudier :

Afin de ne pas soumettre la structure à une torsion d'axe vertical, les différents codes parasismiques préconisent la répartition symétrique des éléments de contreventement par rapport au centre de gravité du niveau.

En tenant compte de cette prescription, la variante est choisie de la manière suivante : Nous avons proposé système contreventement externe et système portique (poteaux poutre) .

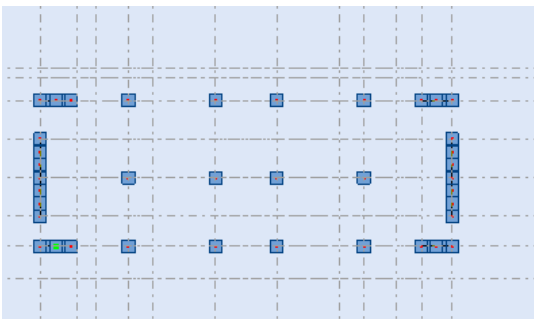


Figure II.4 : système contreventement externe.

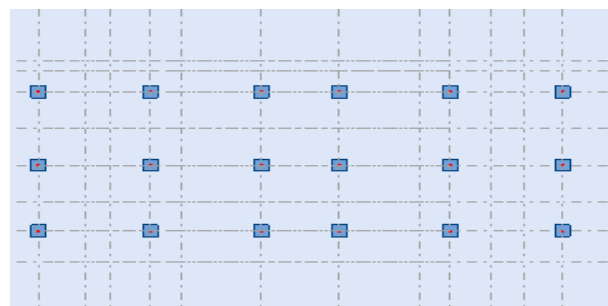


Figure II.4 : système portique

I-2-12- Présentation des règlements de calcul :

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

- Le règlement [BAEL 91] (Béton Armé aux Etats Limites) :

Basé sur la théorie des états limites.

Etats limites ultimes (ELU) : correspondent à la valeur maximale de la capacité portante de la construction, soit :

- Equilibre statique (renversement du bâtiment).

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur La comportement de ses poteaux.

- Résistance de l'un des matériaux de la structure (non rupture).
- Stabilité de forme. (Non flambement des poteaux et des voiles) La Combinaison d'action à l'état limite ultime est : $q = 1,35G + 1,5Q$.

Hypothèses :

Les sections droites et planes avant déformation, restent droites et planes après déformation.

Pas de glissement relatif entre le béton et l'acier.

Le béton tendu est négligé dans les calculs.

L'allongement unitaire de l'acier est limité à 10 ‰ et le raccourcissement unitaire du béton est limité à 3.5 ‰ dans le cas de la flexion simple ou composée et à 2 ‰ dans le cas de la compression simple, par conséquent, le diagramme des déformations passe par l'un des trois pivots (A, B, C).

Etats limites de service (ELS) :

Constituent les frontières au-delà desquelles les conditions normales d'exploitation et de durabilité de la construction ou de ses éléments ne sont plus satisfaites soient :

- Ouverture des fissures (limité la contrainte de traction des aciers pour limité l'ouverture des fissures).
- Déformation des éléments porteurs (la flèche maximale ne devrait pas dépasser la flèche limite).
- Résistance à la compression du béton.

La Combinaison d'action à l'état limite de service est :

$$Q = G + Q$$

Hypothèses :

- Les sections droites et planes avant déformation, restent droites et planes après déformation.
- Pas de glissement relatif entre le béton et l'acier.
- Le béton tendu est négligé dans les calculs.
- Le béton et l'acier sont considérés comme des matériaux linéaires élastiques et il est fait abstraction du retrait et du fluage du béton.
- Le module d'élasticité longitudinal de l'acier est par convention 15 fois plus grand que celui du béton ($E_S=15E_b$; $n=15$).

-[RPA99] /version2003 (Règles Parasismiques Algériennes) :

Elles sont applicables à toutes les catégories de constructions courantes de configuration simple et régulière.

Le but de ce règlement est de prévoir les mesures à la conception et à l'exécution des constructions, il prévoit :

- Une classification selon les zones sismiques et le groupe d'usage d'une construction, les caractéristiques et les conditions du sol de fondations.
- Une conception sur la catégorie d'ouvrage pour prévoir un système convenable de contreventement.
- Des dimensionnements en vigueur des éléments structuraux.

[CBA 93] (Codes du Béton Armé)

Les codes du béton armé Algérien CBA 93 (DTR B.C.241) (Ou homologue : B.A.E.L 91) pour le dimensionnement des pièces aux états limites ultimes (E.L.U) et de service (E.L.S).

I-2-11-Présentation des réponses étudiées :

Les paramètres soumis à l'étude sont ceux liés aux réponses de la structure aux charges horizontales dynamiques (sismiques) énumérés comme suit :

- Les périodes propres de la structure.
- La participation de la masse de la structure.
- Les déplacements inter-étages et les déplacements totaux.
- La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux.
- La force sismique à la base de la structure.
- Les efforts tranchants sollicitant les poutres et poteaux.

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur La comportement de ses poteaux.

Chapitre : II

Pré dimensionnement

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur
Le comportement de ses poteaux.

II -1- Introduction :

Le pré dimensionnement a pour but “ le pré calcul “ des sections des différents éléments résistants. Il sera fait selon les règles du : **CBA 93, BAEL 91 et le RPA 99 V 2003** etc. pour arriver à déterminer une épaisseur économique afin d’éviter un sur plus d’acier et du béton. Les résultats obtenus ne sont pas définitifs, ils peuvent être augmentés après vérifications dans la phase du dimensionnement.

II-2- Pré dimensionnement des éléments :

II-2-1-Poutres :

Les poutres sont des éléments porteurs en béton avec des armatures en acier incorporé, servant de base à transmettre les charges aux poteaux.

Le pré dimensionnement des poutres est effectué selon les formules de **Thonier 4** et vérifié selon le **RPA99V2003**.

a. Les poutres principales :

Elles sont disposées perpendiculairement aux poutrelles.

Selon la conception et calcul des structures de bâtiment **Thonier 4 page 15 51**. Le pré dimensionnement des poutres se fait les conditions suivantes :

$$\frac{L_{max}}{16} \leq h \leq \frac{L_{max}}{10}$$

L : Portée maximale entre nus d’appuis.

h : hauteur de la poutre principale.

$$L_{max} = 460 \text{ cm}$$

$$L_{max} = 460 \text{ cm} \rightarrow 28.75 \text{ cm} \leq h \leq 46 \text{ cm}$$

On opter pour **h=40cm**.

$$0.3 * h \leq b \leq 0.6 * h \rightarrow 12 \leq b \leq 24$$

On opter pour **b=30 cm**.

Soit : **h=40 cm** et **b=30cm** (largeur de la poutre).

❖ Vérification d’après RPA99 version 2003 p69 :

- $b \geq 20 \text{ cm}$ Vérifié
- $h \geq 30 \text{ cm}$ Vérifié
- $h / b = 1.33 \rightarrow 1.33 \leq 4 \text{ cm}$... Vérifié

On prend :

$$\mathbf{h = 40 \text{ cm}}$$

$$\mathbf{b = 30 \text{ cm}}$$

Influence d’un contreventement externe d’un bâtiment sur la stabilité global et sur Le comportement de ses poteaux.

b- Les poutres secondaires :

Elles sont disposées perpendiculairement aux poutrelles.

Selon la conception et calcul des structures de bâtiment **Thonier 4 p1551**. Le pré dimensionnement des poutres se fait les conditions suivantes :

$$\frac{L_{max}}{16} \leq h \leq \frac{L_{max}}{10}$$

L : Portée maximale entre nus d'appuis.

h : hauteur de la poutre principale.

$$L_{max} = 400 \text{ cm}$$

$$L_{max} = 400 \text{ cm} \rightarrow 250 \text{ cm} \leq h \leq 400 \text{ cm}$$

On opter pour **h=35cm**.

$$0.3 * h \leq b \leq 0.6 * h \rightarrow 10.5 \leq b \leq 21$$

On opter pour **b=30 cm**.

Soit : **h=35 cm** et **b=30cm** (largeur de la poutre).

❖ Vérification d'après RPA99 version 2003 p69 :

- $b \geq 20 \text{ cm}$ Vérifié
- $h \geq 30 \text{ cm}$ Vérifié
- $h / b = 1.33 \rightarrow 1.33 \leq 4 \text{ cm} \dots$ Vérifié

On prend :

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$



Figure II-1 : Coffrage de Poutres.

II-2-2- Les plancher :

Ce sont les planchers les plus utilisés dans le bâtiment courant. Il permet d'avoir un plafond uniet une bonne isolation thermique et phonique, en plus d'être économique. Ce type de plancher est constitué de :

- Corps creux : dont le rôle est le remplissage, il n'a aucune fonction de résistance.
-
- Poutrelles : éléments résistants du plancher.
- Dalle de compression : c'est une dalle en béton armé, sa hauteur varie de 4 à 6 cm.
- Treillis soudés.

Condition de flèche :

Selon le **CBA93(B.6.8.4.2.4)** :

$$h_t \geq \frac{L_{max}}{22.5}$$

Avec :

L : Travée maximale entre nu d'appuis dans le sens de disposition des poutrelles.

ht : Hauteur totale du plancher.

$$h_t \geq \frac{400}{22.5} = 17.77 \text{ cm.}$$

Condition de résistance :

$$\frac{h_t}{L} = \frac{15M_0}{M_t}$$

$$M_t = \frac{1.2+0.3\alpha}{2} M_0 \dots\dots\dots (\text{Livre pratique du BAEL91 page 303}).$$

$$\alpha = \frac{Q}{G+Q} \quad ; G \ll Q \Rightarrow \alpha = 1$$

$$M_t = \frac{1.5}{2} M_0 \Rightarrow M_t = 0.75 * M_0$$

$$h_t \geq \frac{0.75L}{15} \Rightarrow h_t \geq 20 \text{ cm}$$

M_0 : Moment de la travée considéré libre

M_t : Le moment en travée de la portée considérée

Donc on adopte une épaisseur de $h_t = 20 \text{ cm}$, constituée de 16 cm corps creux et 4 cm dalle de compression.

Donc on adoptera des planchers à corps creux avec une hauteur :

$$h_t = 20 \text{ cm} \left\{ \begin{array}{l} 16 \text{ cm} : \text{l'épaisseur du corps creux.} \\ 4 \text{ cm} : \text{ dalle de compression.} \end{array} \right.$$

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur Le comportement de ses poteaux.

$$0.3 * h_t \leq b_0 \leq 0.6$$

$$* h_t \Rightarrow 0.3 * 20 \leq b_0 \leq 0.6 * 20 \Rightarrow 6 \leq b_0 \leq 12$$

Pour la largeur de la nervure nous avons : **$b_0=10\text{cm}$**

La largeur de la table de compression à prendre en compte est déterminée en tenant compte des

Conditions :

$$b_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{10} \rightarrow b_1 \leq \frac{425}{10} = 42.5 \text{ cm} \\ \frac{l_n}{2} \rightarrow b_1 \leq \frac{55}{2} = 27.5 \text{ cm} \end{array} \right.$$

On prend donc : **$b_1 = 27.5\text{cm}$** .

Et on a : $b = 2 * b_1 + b_0 = 2 * 27.5 + 10 = 65\text{cm} \Rightarrow \mathbf{b = 65\text{cm}}$

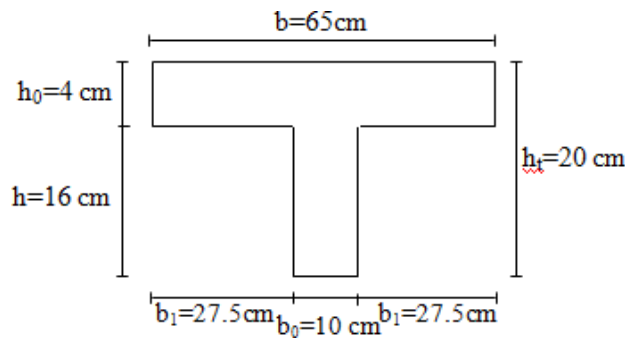


Figure II-2 : Coffrage de plancher.

II-2-3- Poteau :

Selon les prescriptions du **PRA99V2003 P65** les dimensions des poteaux doivent vérifier les conditions

$$\begin{aligned} \text{Min } (b_1, h_1) &\geq 25\text{cm} && \text{en zones I et II} \\ \text{Min } (b_1, h_1) &\geq h_e/20 \\ 1/4 < b_1/h_1 < 4 \end{aligned}$$

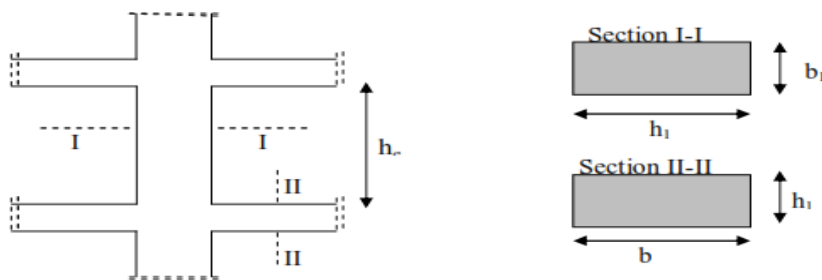


Figure II-3 : Coffrage des poteaux.

D'après **RPA99V 2003 65** nous avons pour la zone (IIa).

$$h = 45 \text{ cm} \geq 25 \text{ cm} \quad \dots\dots CV$$

$$b = 45 \text{ cm} \geq \frac{h_e}{20} = 16.25 \text{ cm} \quad \dots\dots CV$$

$$\frac{1}{4} \leq \frac{h}{b} \leq 4 \Rightarrow \frac{1}{4} \leq 1 \leq 4 \quad \dots\dots CV$$

Donc on adopte un poteau de **(45 * 45)** cm² au RDC et les différents étages.

II-2-4-Les voiles (R.P.A 99 V2003, 7.7.1 P56) :

Les voiles sont des murs réalisés en béton armés, ils auront pour rôle contreventement du bâtiment et éventuellement supporter une fraction des charges verticales.

On considère comme voiles les éléments satisfaisant à la condition $L \geq 4*a$.

L : La longueur du voile.

a : L'épaisseur du voile

Dans le cas contraire, ces éléments sont considérés comme des éléments linéaires.

Le, R.P.A 99 V2003, (7.7.1 P56), exige une épaisseur minimale de 15cm, de plus l'épaisseur R.P.A 99 V2003, doit être déterminée en fonction de la hauteur libre d'étage h_e et des conditions de rigidité aux extrémités.

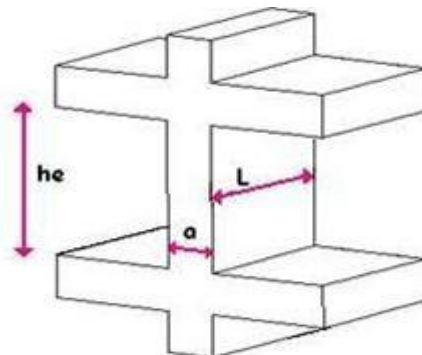


Figure II-4 : Coupe de voile en élévation

$$a \geq \max \left\{ \frac{h}{25}, \frac{h_e}{22}, \frac{h_e}{20} \right\}$$

h_e : L'épaisseur de voile On prend : $h_e = 3.23\text{m}$

Donc : $a = 20 \text{ cm}$

II-2-5-Pré dimensionnement L'acrotère :

L'acrotère est une construction complémentaire du plancher terrasse destinée essentiellement à protéger les personnels contre la chute, les dimensions d'acrotère son donnée sur la figure ci-contre :

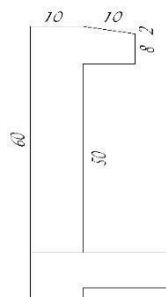


Figure II-5 : Coffrage L'acrotère.

II-2-6- d'escaliers :

Les escaliers sont coulés surplace, ils sont constitués paillasse appuyée sur les poutres de plancher et de palier intermédiaire appuyées sur les paliers situés.

Mis hauteur d'étage, de section transversale égale à celle des poutres qui lui sont parallèles.

Les marches s'appuient sur la paillasse pour une hauteur de contre marche « h » la largeur « g » appelé coron, est détermine à l'aide la formule de BLONDEL ainsi que pour $h = 17 \text{ cm}$ (valeur proposer par l'architecte).

La valeur «g» est telle que : $g = \begin{cases} 59 < g + 2 * h < 66\text{cm} \\ g + 2 * h = 64\text{cm} \end{cases}$ $H_1 = H_2 = 170 \text{ cm} ; L = 274 \text{ cm}$

Hauteur d'étage $h_e = 323 \text{ cm}$

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur Le comportement de ses poteaux.

On prend $h=19$ cm

Détermination du nombre de marches : $n = \frac{H1}{h} = \frac{170}{17} = 9$ marches.

Détermination de giron : à partir de formule de BLONDEL

$$L = g(n - 1) \Rightarrow g = \frac{L}{n-1} \Rightarrow \frac{274}{9-1} = 34.25 \text{ cm}$$

$$L_p \text{ pour R.D.C et étage courant } L = \sqrt{L^2 + (H)^2} \Rightarrow L = \sqrt{274^2 + (323)^2}$$

On doit avoir $L_p = 274$

$$\frac{L_p}{30} < e < \frac{L_p}{20} \Rightarrow 9.13 < ep < 13.7$$

Soit $ep = 15\text{cm}$.

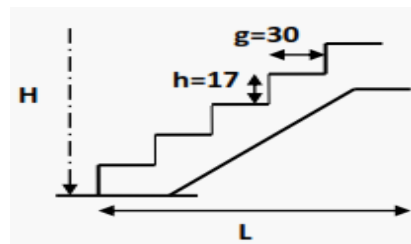
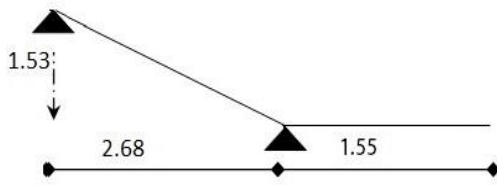


Figure II-6 : Coffrage Les escaliers.

II-3- Évaluation des charges :

L'évaluation des charges et surcharges consiste à calculer successivement pour chaque élément porteur de la structure, la charge qui lui revient à chaque plancher et ce jusqu'à la fondation. Les différents charges et surcharges existantes sont :

- Les charges permanentes (G).
- Les surcharges d'exploitation (Q).

Selon le DTR B.C.2.2

II-3-1-Les planchers :

II-3-1-1-Plancher terrasse (inaccessible) :

La terrasse est inaccessible et réalisée en plancher à corps creux surmonté de plusieurs couches de protection en forme de pente facilitant l'évacuation des eaux pluviales.

Charge permanente et charge d'exploitation :

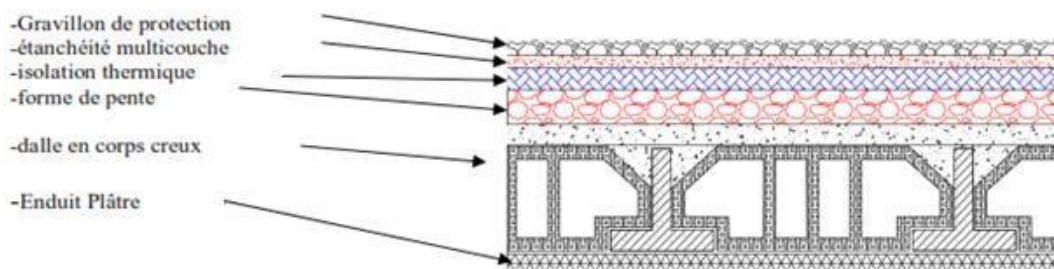


Figure II-7 : coupe plancher terrasse.

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur Le comportement de ses poteaux.

CHAPITRE 2 : PRE DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS ET DESCENTE DES CHARGES

Matériaux	Épaisseur (m)	Poids volumiques (kg/m ³)	Poids (kg/m ²)
1-Gravillon de protection	0.05	1700	85
2-Etanchéité multi couche	0.02	600	12
3-Isolation thermique	0.05	400	16
4-Forme de pente	0.10	2200	220
5- planchers à corps creux	0.20	-	280
6-Enduit de plâtre	0.02	1000	20

$$G = 633 \text{ kg/m}^2$$

$$Q = 100 \text{ kg/m}^2$$

Tableau II-01 : Évaluation des charges permanentes et d'exploitation du plancher terrasse.

II-3-1-2-Planchers étages courant + RDC : Les planchers des étages courant sont en corps creux.

Charge permanente et charge d'exploitation :

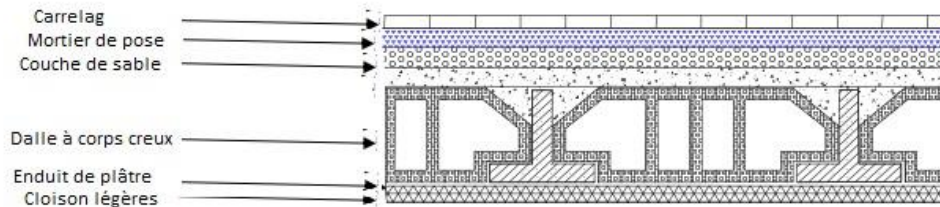


Figure II-8 : coupe plancher étages courant + RDC.

Matériaux	Épaisseur (m)	Poids volumiques (kg/m ³)	Poids (kg/m ²)
1-Carrelage	0.02	2200	44
2-Mortier de pose	0.02	2000	40
3- Couche de sable	0.02	1800	36
4- planchers à corps creux	0.20	-	280
5- Enduit de plâtre	0.02	1000	20
6- Cloison légère	0.10	1000	100

$$G = 520 \text{ kg/m}^2$$

$$Q = 150 \text{ kg/m}^2$$

Tableau II-02 : Évaluation des charges permanentes et d'exploitation du plancher courant.

II-3-2-les balcons :

Matériaux	Épaisseur (m)	Poids volumiques (kg/m ³)	Poids (kg/m ²)
1-Carrelage	0.02	2200	44
2-Mortier de pose	0.02	2000	40
3- Couche de sable	0.02	1800	36
4- Dalle en BA	0.15	2500	375
5- Enduit ciment	0.02	2000	40

$$G = 553 \text{ kg/m}^2$$

$$Q = 350 \text{ kg/m}^2$$

Tableau II-03 : Évaluation des charges permanentes et d'exploitation de dalle de balcon.

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur le comportement de ses poteaux.

II-3-3-L'acrotère:

$$S = (0.02 * 0.10) / (2) + (0.08 * 0.1) + (0.1 * 0.6) = 0,069\text{m}^2$$

$$P_{\text{propre}} = (0.069 * 2500) = 172.5 \text{ Kg/ml}$$

$$\text{Enduit en ciment : } e_p = 2 \text{ cm} \rightarrow \text{poids de l'enduit} = 0.02 * 2000 * 0.60 * 2 = 48 \text{ Kg/ml}$$

$$\text{Charge permanente : } G_{\text{total}} = 172.5 + 48 = 220.5 \text{ kg/m}^2$$

$$\mathbf{G = 220.5 \text{ kg/m}^2}$$

II-3-4-les murs :

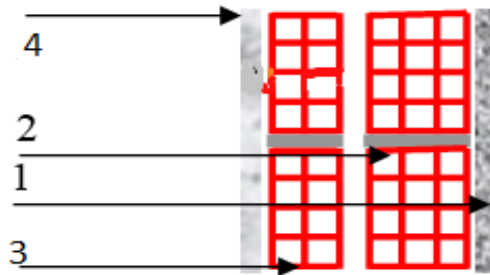


Figure II-9 : Murs extérieurs et Cloison intérieur.

II-3-4-1-Mur extérieur :

Matériaux	Épaisseur (m)	Poids volumiques (kg/m ³)	Poids (kg/m ²)
1- Enduit ciment	0.02	2000	40
2- Brique creux	0.15	900	135
3- Brique creux	0.10	900	90
5- Enduit plâtre	0.02	1400	28

$$\mathbf{G = 293 \text{ kg/m}^2}$$

Tableau II-04 : Évaluation des charges permanentes de mur extérieur.

CHAPITRE : III

ANALYSE ET PRESENTATION DES RESULTATS

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur
La comportement de ses poteaux.

Introduction :

Nous allons commencer ce chapitre par des généralités concernant l'analyse : Le logiciel utilisé, les cas de charges prises en considération, le type d'analyse effectuée ; ensuite nous soulèverons certains points particuliers au calcul sous charges horizontales (sismiques), et enfin nous présenterons les résultats obtenus des calculs pour toutes les variantes proposées.

III.1. Analyse de la structure :

III.1.1. Considérations générales liées à l'analyse :

Type de calcul effectué :

Une analyse linéaire en négligeant les efforts et déplacements du 2ème ordre lié à l'effet P-Delta, et une analyse non linéaire en incluant dans les calculs les efforts et déplacements du 2ème ordre dus à l'effet P-Delta.

III.1.2. Considérations générales liées aux charges horizontales :

- a. Centre de masse, centre de rigidité et torsion des structures asymétriques sous charges horizontales :

- **Centre de masse CM_j :**

Donnée par la formule :

$$\begin{cases} X_{cm} = \frac{\sum m_i \cdot X_{Gi}}{\sum m_i} \\ Y_{cm} = \frac{\sum m_i \cdot Y_{Gi}}{\sum m_i} \end{cases}$$

Avec m_i : La masse sismique de l'étage.

$\begin{cases} X_{Gi} \\ Y_{Gi} \end{cases}$: Les coordonnées de la position du centre de gravité CM_j de l'étage.

- **Centre de torsion CT_j :**

Donnée par la formule :

$$\begin{cases} X_{CT} = \frac{\sum K_{yi} \cdot x_{Ti}}{\sum K_{yi}} \\ Y_{CT} = \frac{\sum K_{xi} \cdot y_{Ti}}{\sum K_{xi}} \end{cases}$$

Avec K_{xi} : Rigidité du bâtiment selon le sens x-x.

K_{yi} : Rigidité du bâtiment selon le sens y-y.

$\begin{cases} x_{Ti} \\ y_{Ti} \end{cases}$: Les coordonnées de la position du centre de torsion CT_j de l'étage.

Rigidités des voiles K :

Donnée par la formule :
$$\begin{cases} K_{xi} = \frac{12EI}{h^3} \\ K_{yi} = \frac{12EI}{h^3} \end{cases}$$

Avec : h : La hauteur d'étage.

E : module de Young.

I : Moment d'inertie.

❖ Ou la formule :
$$\begin{cases} K_{xi} = \frac{F}{\Delta_x} \\ K_{yi} = \frac{F}{\Delta_y} \end{cases}$$

Avec : F : la force unitaire $F= 1 \text{ t}$.

Δ_x : Le déplacement selon le sens x-x.

Δ_y : Le déplacement selon le sens y-y.

b. Satisfaction des exigences parasismiques du RPA :

Le RPA exige que la charge sismique à la base calculée par la méthode dynamique doit être $\geq 80\%$ de celle calculée par la méthode statique équivalente donnée par :

$$V = \frac{ADQ}{R} W$$

Où :

A : Coefficient d'accélération de zone.

Q : Facteur de qualité.

D : Coefficient d'amplification dynamique donnée par les formules :

$$D = 1.2$$

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

Avec T est la période fondamentale de la structure donnée par :

$$T = C_T h_N^{3/4} \quad \text{ou} \quad T = 0.09 h_N / \sqrt{L}$$

W : Poids total de la structure, il est égal à la totalité du poids du au charges permanentes et une partie du poids du aux charges d'exploitation = $W_G + \beta W_Q$, pour les bâtiments $\beta = 0.2$.

R : Coefficient de comportement global de la structure.

Pour notre cas :

$$C_T = 0.050 \quad h_N = 19.38 \text{ m} \quad L_x = 21.50 \text{ m} \quad L_y = 9.23 \text{ m}$$

$$\begin{cases} T_x = \min(C_T h_N^{3/4}, 0.09 h_N / \sqrt{L_x}) = 0.402 \text{ s} \\ T_y = \min(C_T h_N^{3/4}, 0.09 h_N / \sqrt{L_y}) = 0.402 \text{ s} \end{cases}$$

$$A = 0.15 \text{ (Zone IIa)}$$

$$Q = 1.2$$

$$R = 4 \text{ (Portiques contreventés par des voiles)}$$

$$D = 1.66$$

Alors pour la structure son voile :

$$W = 1467,29 \text{ t}$$

$$\text{Alors } V_x = 117,974 \text{ T}$$

$$V_y = 103,63 \text{ T}$$

Et pour les structures contreventées :

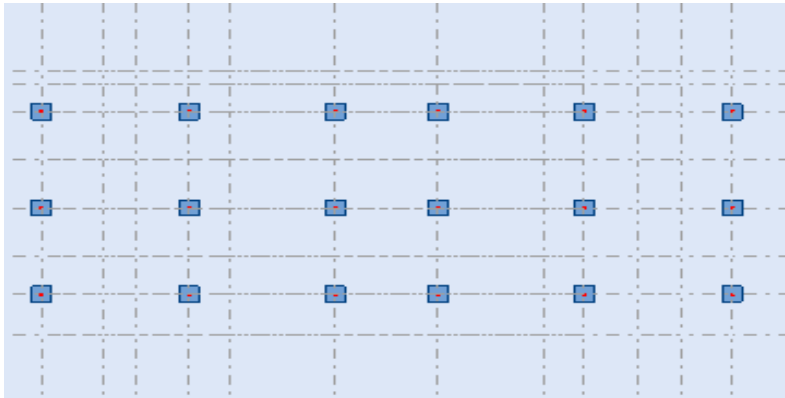
$$W = 1644,67 \text{ T}$$

$$\text{Alors } V_x = 149,23 \text{ T}$$

$$V_y = 167,73 \text{ T}$$

III.2. Présentation des résultats :

La structure sans voiles de contreventement :



a. La période fondamentale :

Mode	Période [sec]
1	1,05
2	0,88
3	0,82

Tableau III.1 : La période fondamentale de la structure sans voiles de contreventement

b. La masse modale :

Mode	asse Modale [%]		
	UX	UY	UZ
1	0,00	81,04	0
2	2,08	0,00	0
3	80,21	0,00	0

Tableau III.2 : La masse modale de la structure sans voiles de contreventement

c. Le déplacement des étages dans les deux directions x et y :

Étage	Déplacement relatif [cm]		Déplacement total [cm]	
	Δ_{rx}	Δ_{ry}	Δ_{Tx}	Δ_{Ty}
1	0,4	0,5	0,4	0,5
2	0,5	0,7	0,9	1,2
3	0,5	0,7	1,4	1,8
4	0,4	0,5	1,8	2,4
5	0,3	0,4	2,0	2,8
6	0,2	0,2	2,2	3,0

Tableau III.3 : Le déplacement des étages, structure sans voiles de contreventement

d. La répartition des charges horizontales entre voiles et portiques :

Étage	F_x sur les voiles [T]	F_x sur les poteaux [T]	F_y sur les voiles [T]	F_y sur les poteaux [T]
1	0,0	121,58	0,0	103,64
2	0,0	114,65	0,0	97,35
3	0,0	100,75	0,0	85,65
4	0,0	81,37	0,0	69,93
5	0,0	56,79	0,0	49,91
6	0,0	26,30	0,0	24,21

Tableau III.4 : La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux, structure sans voiles de contreventement

e. La force sismique à la base :

$$V_x = 117,97 \text{ T}$$

$$V_x = 103,63 \text{ T}$$

f. Vérification vis-à-vis P-Δ :

➤ Article 5.9 RPA2003

$$\theta = P_k \Delta_k / V_k \cdot h_k \leq 0.10, g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Etage	P _k [KN]	h _k [m]	Sens-X			Sens-Y		
			Δ _{rk} [cm]	V _k [KN]	θ _x	Δ _{rk} [cm]	V _k [KN]	θ _y
1	954,45	3.23	0,4	43,49	0,007	0,5	103,64	0,0142
2	785,71	3,23	0,6	20,12	0,072	0,8	97,35	0,0199
3	616,97	3,23	0,5	-24,51	-0,038	0,7	85,65	0,0156
4	448,23	3,23	0,4	-31,96	-0,01	0,6	69,93	0,0119
5	279,49	3,23	0,3	-34,77	-0,077	0,4	49,91	0,0069
6	110,75	3.23	0,2	-40,28	-0,017	0,2	24,21	0,0069

Tableau III.5 : Vérification vis-à-vis P-Δ, structure sans voiles de contreventement

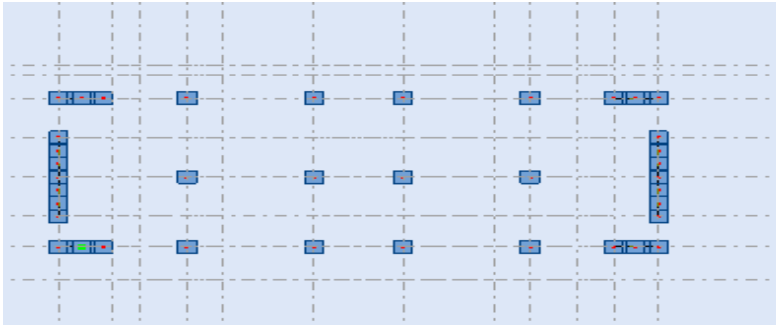
g. Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres :

Nœuds	Les barres	V _x [KN]	V _y [KN]
12	Poteau 50	26,09	6,91
	Poutre 47	0,00	0,00
	// 48	0,00	0,00
7	Poteau 65	26,09	6,91
	Poutre 16	0,00	0,00
	// 17	0,00	0,00
157	Poteau 251	14,16	6,72
	Poutre 124	0,00	0,00
	// 123	0,00	0,00

Tableau III.6 : Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres, structure sans voiles de contreventement

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur
La comportement de ses poteaux.

La structure avec voiles de contreventement :



a. La période fondamentale :

Mode	Période [sec]
1	0,60
2	0,46
3	0,32

Tableau III.7 : La période fondamentale V2

b. La masse modale :

Mode	Masse Modale [%]		
	UX	UY	UZ
1	75,37	0,00	0
2	0,00	72,63	0
3	0,04	0,00	0

Tableau III.8 : La masse modale

Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur
La comportement de ses poteaux.

c. Le déplacement des étages dans les deux directions x et y :

Etage	Déplacement relatif [cm]		Déplacement total [cm]	
	Δ_{rx}	Δ_{ry}	Δ_{Tx}	Δ_{Ty}
1	0,2	0,1	0.2	0.1
2	0,3	0,2	0.5	0.3
3	0,3	0,2	0.8	0.5
4	0,3	0,2	1.2	0.7
5	0,3	0,2	1.5	0.9
6	0,2	0,2	1.7	1.1

Tableau III.9 : Le déplacement des étages

d. La répartition des charges horizontales entre voiles et portiques :

Etage	F_x sur les voiles [%]	F_x sur les poteaux [%]	F_y sur les voiles [%]	F_y sur les poteaux [%]
1	96,77	53,28	0,01	30,45
2	70,18	74,12	0,00	37,29
3	52,55	77,06	0,01	39,91
4	37,42	69,37	0,00	37,55
5	20,64	55,41	0,01	31,95
6	11,43	51,71	0,01	31,06

Tableau III.10 : La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux

e. La force sismique à la base :

$$V_X = 157,50 \text{ T}$$

$$V_Y = 170,84 \text{ T}$$

f. Vérification vis-à-vis P-Δ :

➤ Article 5.9 RPA2003

$$\theta = P_k \cdot \Delta_k / V_k \cdot h_k \leq 0.10 \text{ g} = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Etage	P _k [T]	h _k [m]	Sens-X			Sens-Y		
			Δ _{rk} [cm]	V _k [T]	θ _x	Δ _{rk} [cm]	V _k [T]	θ _y
1	982,496	3,23	0,2	166,95	-0,00364	0,1	251,61	-0,0003
2	809,298	3,23	0,3	122,73	-0,00612	0,2	219,99	-0,0022
3	635,636	3,23	0,3	89,97	-0,00656	0,2	180,3	-0,0021
4	462,006	3,23	0,3	58,06	0,0771	0,2	131,66	0,0226
5	288,314	3,23	0,3	32,07	0,0871	0,2	67,74	0,0274
6	114,784	3,23	0,2	11,43	0,06487	0,2	15,46	0,0479

Tableau III.11 : Vérification vis-à-vis P-Δ

g. Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres :

Nœuds	Les barres	V_x [KN]	V_y [KN]
12	Poteau 50	33,64	5,20
	Poutre 48	2,28	0,08
	// 47	-1,38	-0,07
7	Poteau 65	33,92	5,20
	Poutre 17	-1,60	-0,07
	// 16	-1,38	0,08
157	Poteau 251	21,60	18,61
	Poutre 223	-0,91	0,80
	// 224	-0,92	-0,02

Tableau III.12 : Les efforts tranchants sollicitant les poteaux et les poutres

Chapitre IV

Discussion interprétation des résultats

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons d'abord récapituler les résultats obtenus pour faciliter de s'y référer, ensuite une discussion générale de l'ensemble des résultats obtenus est entretenue en commençant par la mise en évidence des apports du contreventement à la structure du bâtiment étudié, suivie d'une évaluation de l'inclusion des effets du 2ème ordre dans l'analyse, et en terminant par une comparaison entre les Système contreventement de voile et portique pour montrer celle qui sont plus parasismiques.

VI.1. Récapitulation des résultats :

IV.1.1. Présentations des résultant en graphs :

Les variantes		V1	V2	
Période [sec]	Mode 1	1,05	0,6	
	Mode 2	0,88	0,46	
	Mode 3	0,82	0,32	
La masse modale [%]	Mode1	UX	0.0	75.37
		UY	81.04	0.00
		UZ	0.0	0.00
	Mode2	UX	2.08	0.00
		UY	0.00	72.63
		UZ	0.00	0.00
	Mode3	UX	80.21	0.04
		UY	0.00	0.00
		UZ	0.0	0.00
n° de modes pour la masse cumulée >90%	UX	14	14	
	UY	14	14	
Déplacement relatif [cm]	E1	Δ_{rx}	0.4	0.2
		Δ_{ry}	0.5	0.1
	E2	Δ_{rx}	0.5	0.3
		Δ_{ry}	0.7	0.2
	E3	Δ_{rx}	0.5	0.3
		Δ_{ry}	0.7	0.2
	E4	Δ_{rx}	0.4	0.3
		Δ_{ry}	0.5	0.2
	E5	Δ_{rx}	0.3	0.3
		Δ_{ry}	0.4	0.2
	E6	Δ_{rx}	0.2	0.2
		Δ_{ry}	0.2	0.2

Déplacement total [cm]		UX	2.2	1.7
		UY	3.0	1.1
Répartition des charges horizontales [%]	Sens-X	Voiles	0.00	33,96
		Poteaux	100	66,03
	Sens-Y	Voiles	0.00	0.01
		Poteaux	100	99,98
Force sismique à la base V_t [T]		Sens-X	117,97	157,50
		Sens-Y	103,63	170,84
Force sismique (MSE)[T]		$V_{MSE\ x} = V_{MSE\ y}$	110.8	164.17
		80% V_{MSE}	88.64	131.336

Tableau IV.1 : Tableau récapitulatif des résultats de calcul des variantes (sans l'effet P-delta)

a. Période :

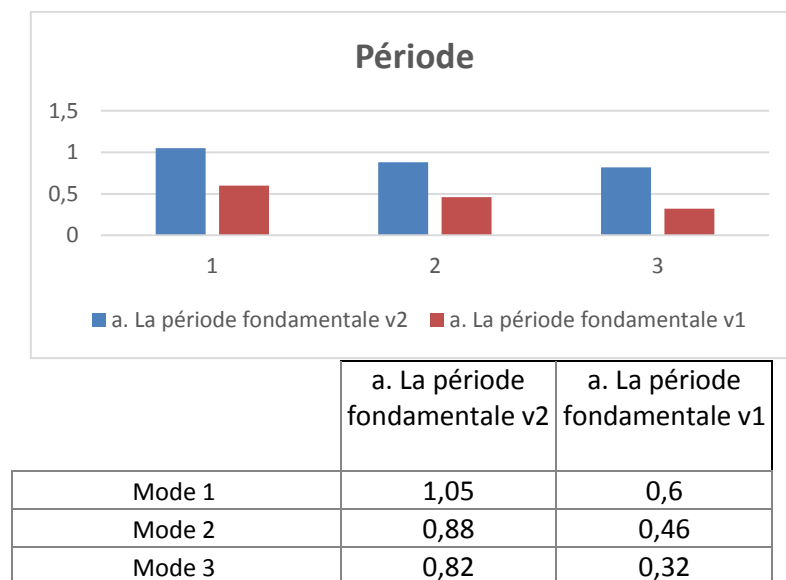
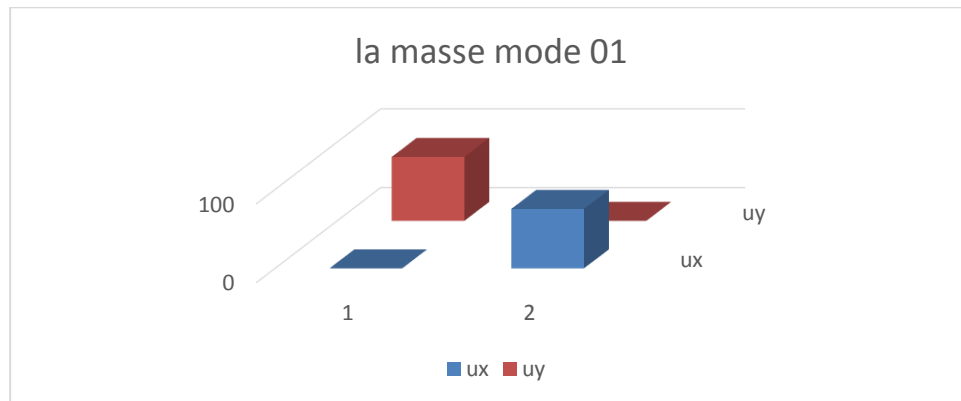


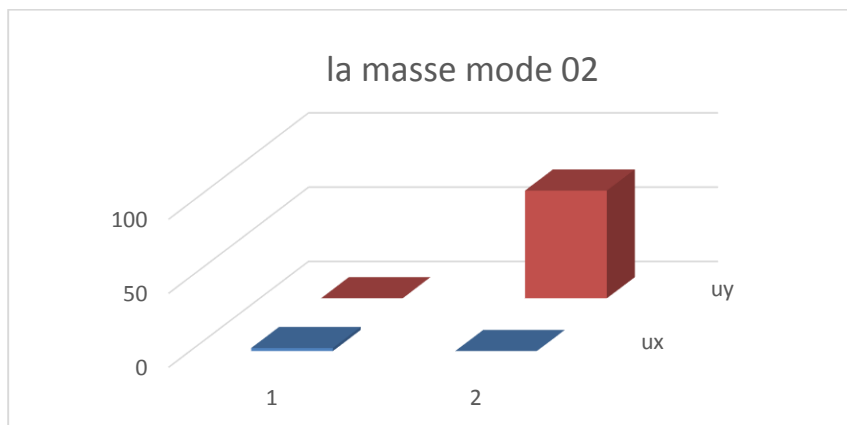
Figure IV.1 : Graphique des résultats de la période

b. La masse modale :



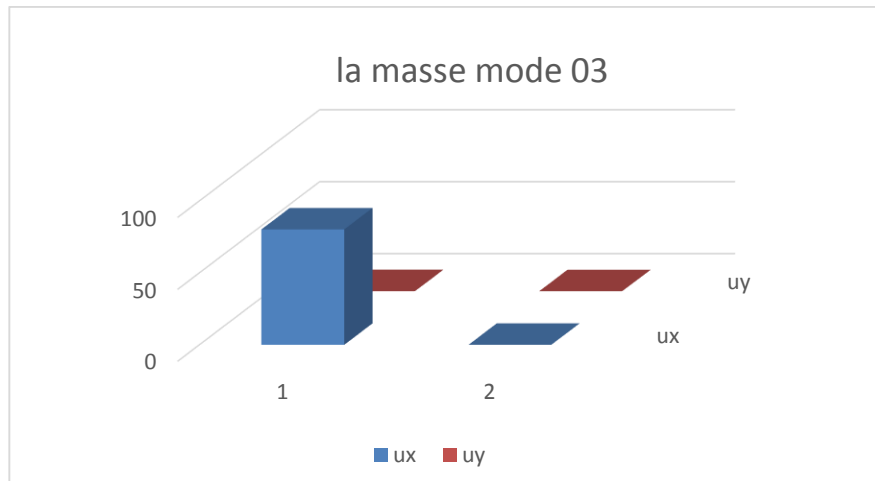
	Sans voile 1	Avec voiles 2
Ux (%)	0.0	75.37
Uy (%)	81.04	0.00

Figure IV.2 : Graphique des résultats de la masse modale, Mode 1



	Sans voile 1	Avec voiles 2
Ux (%)	2.08	0.00
Uy (%)	0.00	72.63

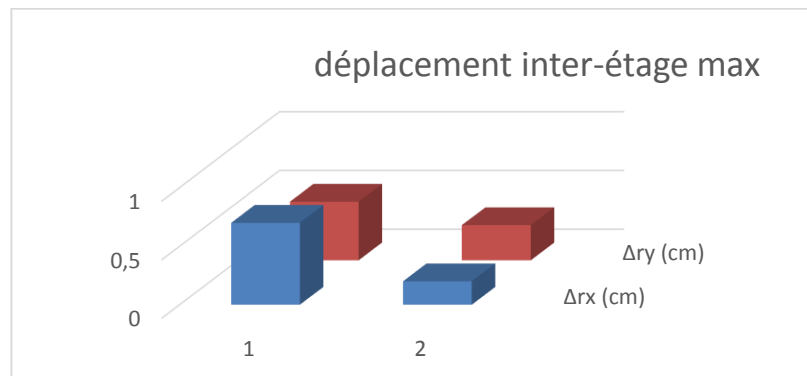
Figure IV.3 : Graphique des résultats de la masse modale, Mode 2



	Sans voile 1	Avec voiles 2
Ux (%)	80.21	0.04
Uy (%)	0.00	0.00

Figure IV.4 : Graphique des résultats de la masse modale, Mode 3

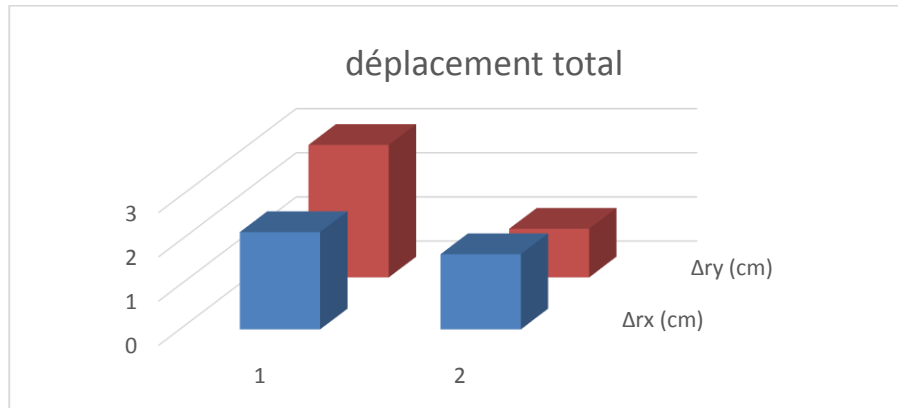
c. Déplacement inter-étages max :



	Sans voile 1	Avec voiles 2
Δx (cm)	0.7	0.2
Δy (cm)	0.5	0.3

Figure IV.5 : Graphique des résultats de déplacement inter-étages max

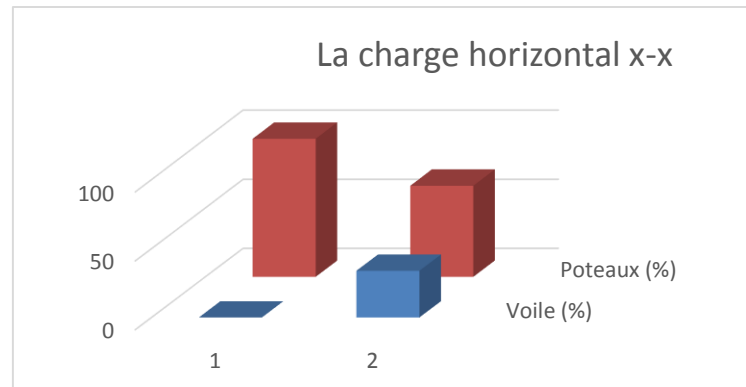
d. Déplacement total :



	Sens voile 1	Avec voile 2
Δr_x (cm)	2,2	1.7
Δr_y (cm)	3,0	1.1

Figure IV.6 : Graphique des résultats de déplacement total

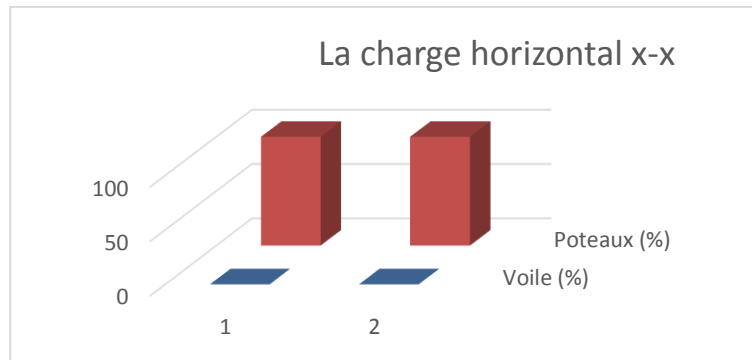
e. La répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux :



	Sens Voiles 1	Avec voiles 2
Voile (%)	0.00	33,96
Poteaux (%)	100	66,03

Figure IV.7 : Graphique des résultats de la répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux, sens X-X

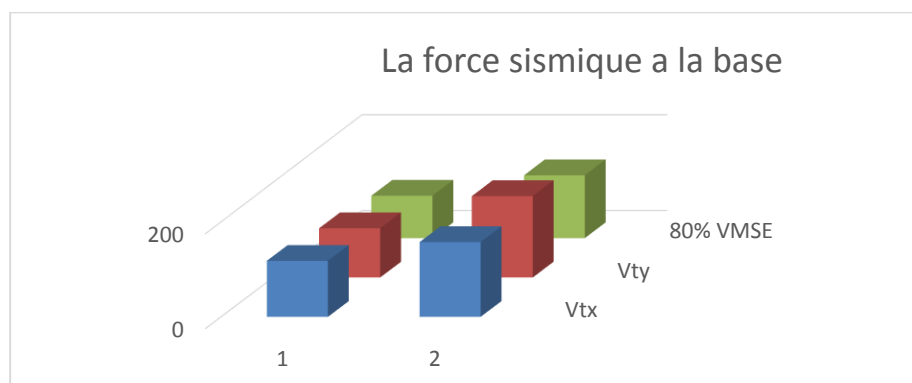
Influence d'un contreventement externe d'un bâtiment sur la stabilité global et sur Le comportement de ses poteaux.



	Sens Voiles 1	Avec voiles 2
Voile (%)	0.00	0.01
Poteaux (%)	100	99.98

Figure IV.8 : Graphique des résultats de la répartition des charges horizontales entre voiles et poteaux, sens Y-Y

f. La force sismique à la base :



	Sans voile 1	Avec voile 2
Vtx	117,97	157,50
Vty	103,63	170,84
80% VMSE	88.64	131.336

Figure IV.9 : Graphique des résultats de la force sismique à la base

IV.2. Discussion concernant les réponses étudiées :

IV.2.1. Période :

Variantes	Sens voile	Avec voiles
T fond [sec]	1,05	0,60

Tableau IV.3 : Les périodes fondamentales

La période dans laquelle la structure a la plus grande rigidité est T=0.6, où elle est dans le cas de la présence de voiles et complètement opposée en l'absence de voiles est moins rigide dans la période T=1.05.

IV.2.2. Les masses modales :

Les cas	Mode 1			Mode 2			Mode 3		
	UX	UY	UZ	UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
Sens voiles	0.0	81.04	0.00	2.08	0.00	0.00	80.21	0.00	0.00
Avec voiles	75.37	0.00	0.00	0.00	72.63	0.00	0.04	0.00	0.00

Tableau IV.4 : Les masses modales

En l'absence de voiles, la structure est plus sujette à la rotation et est complètement opposée en présence de voiles qui sont indiquées dans les trois mode.

IV.2.3. Les déplacements inter-étages :

Variantes	Sens voiles	avec voiles
Δ_{rx} max [cm]	0,5	0.3
Δ_{ry} max [cm]	0,7	0.2

Tableau IV.5 : Les déplacements inter-étages

Dans les sens x, dans le cas sans voile donne un déplacement relatif max de 0.7 cm

qui est plus élevé que contreventement de voile.

Dans les sens y, dans le cas sans voile donne un déplacement relatif max de 0.5 cm qui est plus élevé que contreventement de voile.

En général, le déplacement le plus acceptable est en présence de voiles.

IV.2.4. Les déplacements totaux :

Variante	Sens voiles	avec voiles
ΔT_x max [cm]	2.2	1.7
ΔT_y max [cm]	3.0	1.1

Tableau IV.6 : Les déplacements totaux

Dans les sens x, dans le cas avec voile donne un déplacement total de 1.7 cm plus petit que cas sans voile.

Dans les sens y, dans le cas avec voile donne un déplacement total plus petit que cas sans voile, on peut conclure que dans le cas avec voile est plus parasismique que cas sans voile.

IV.2.5. La répartition des charges horizontales entre voiles et portiques :

Les cas	F_x sur les voiles [%]	F_x sur les poteaux [%]	F_y sur les voiles [%]	F_y sur les poteaux [%]
Sens voiles	0.00	100	0.00	100
Avec voiles	33.96	66.03	0.01	99.98

Tableau IV.7 : La répartition des charges horizontales entre voiles et portiques

La conversion des charges sur les murs est moindre en présence de voiles, de sorte que le rapport x en présence de voiles est au niveau de 66,03 et en l'absence de voiles il est de 100%, donc les voiles ont un pourcentage important en portant les charges. Donc du point de vue de la répartition des charges sismiques entre voiles et portiques, le cas sans voiles est le moins parasismique puisque les poteaux sont plus chargés ce qui nécessite des mesures à prendre pour éviter la rupture des nœuds.

IV.2.6. La force sismique à la base :

Les variantes	La force sismique à la base [T]	
	V_{tx}	V_{ty}
Sens voiles	117,97	103,63
Avec voiles	157,50	170,84

Tableau IV.8 : La force sismique à la base

Dans le sens x et dans le sens y, en présence de voile, la force sismique est moindre. Mais vu que la condition ($V_{dyn} \geq 80\% \text{ de } V_{MSE}$) est vérifiée pour le cas avec voile, de ce qui précède on peut conclure, pour le bâtiment étudié, que le cas avec voile est le moins parasismique que le cas sans voile puisqu'elle présente de torsions importantes aux modes suivies par le cas sans voile dans laquelle les poteaux sont plus chargés par les charges horizontales. Le comportement des poteaux est avec les influences et peut-être très rigide et résistant aux séismes en présence de voiles, et c'est exactement le contraire en l'absence de voiles.

IV.3. Conclusion :

L'analyse comparative des résultats a révélé que la présence de voiles augmentait significativement la rigidité et la stabilité de la structure.

D'autre part, il a été constaté que l'effet de P-delta n'était pas significativement consommé sur les résultats, car la condition souhaitée n'était pas significativement remplie sur les résultats, où la condition souhaitée était remplie. En conclusion, on peut dire qu'en présence de voiles.

Conclusion

Conclusion général

L'étude de ce projet nous a permis de mieux cerner une synthèse assez objective de toutes les connaissances acquises tout le long de notre formation en génie civil qui reste un domaine très vaste.

Suite à cela, ce modeste travail nous a permis d'appliquer les différents règlements à savoir : « BAEL91 », « RPA99/version2003 » ainsi que les divers documents techniques.

Les difficultés rencontrées lors des calculs nous ont permis de mieux comprendre le comportement de notre structure, ainsi qu'à travailler en parallèle avec d'autres personnes dans le domaine qui ont suffisamment d'expérience, de longues discussions ont apportées un bagage favorable en plus pour nous.

Nous avons constaté que l'élaboration d'un projet ne se base pas uniquement sur le calcul, mais plutôt sur la pratique et la réalisation sur chantier, qui induit à des problèmes qu'il faudra gérer sur place, donc avoir les bons réflexes pour pouvoir réagir en toutes situations d'urgence.

En fin nous souhaitons que ce modeste travail sera un support et un apport pour les promotions à venir.

- " « Daïffallah, N., & Ramdani, F. Z. (2020). L'influence de la position des voiles de contreventement sur la résistance et la stabilité des structures de bâtiment (Doctoral dissertation, Univ M'sila).
- " « DAïFFALLAH, Nadjaia; RAMDANI, Fatma Zohra. L'influence de la position des voiles de contreventement sur la résistance et la stabilité des structures de bâtiment. 2020. PhD Thesis. Univ M'sila.
- " « Ghaitaoui, Abdelaali, and Ayyoub Hamdi. L'influence de la disposition des voiles de contreventement sur le comportement sismique d'une structure en béton armé. Diss. Université Ahmed Draïa-Adrar, 2019.
- " « Ghaitaoui, A., & Hamdi, A. (2019). L'influence de la disposition des voiles de contreventement sur le comportement sismique d'une structure en béton armé (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draïa-Adrar).
- " « GHAITAOUI, Abdelaali, et al. L'influence de la disposition des voiles de contreventement sur le comportement sismique d'une structure en béton armé. 2019. PhD Thesis. Université Ahmed Draïa-Adrar.
- " **MARIUS DIVER**
Calcul pratique des tours en béton armé - Edition (Paris 1972)
- " **FRANÇOIS FREY.**
Analyse des structures et milieux continus- Statique appliquée
- " **ARAM SAMIKIAN.**
Analyse et calcul des structures
- ✂ **ANDRÉ PICARD**
Analyse des structures
- ✂ **JEAN PERCHAT, JEAN ROUX**
Pratiques du BAEL 91, cours et exercices corrigés
- " **GEORGE LYSENSONE**
Technologie professionnelle de construction (Les éditions FOUCHER, PARIS)
- ✂ BAEL 91 règles techniques de conception et de calcul des ouvrages de construction en béton armé suivant la méthode des états limites.
- ✂ **LOUIS CARLAUS (PARIS 1998)**
Constructions avec charpentes
- ✂ **Victor DAVIDOVICHI**
Formulaire du béton armé
- " **R. BARRES (Édition DUNOD)**

BIBLIOGRAPHIE

"

Tables pour le calcul des parois

✂ Règles parasismiques Algériennes (RPA 99 Version 2003).

" Tables de Pigeaud.

" DTR BC 22 charges permanentes et charges d'exploitation.

" Cour et TD des années de spécialité.

" Mémoires de fin d'étude des promotions précédentes.

