

Table des matières

Résumé.....	i
Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des symboles.....	iv
Introduction générale.....	1

Chapitre I : La méthode push over

I.1 Introduction.....	3
I.2. Définition de la méthode Push over.....	4
I.3. Objectif de la méthode Push over.....	4
I.4. Principes théoriques du calcul Push over.....	5
I.5. Formulation de l'analyse push over.....	6
I.5.1. Mise en équation.....	6
I.6. Courbe de capacité (Push over).....	10
I.7. Rotules Plastiques.....	10
I.7.1. Longueur de la rotule plastique.....	11
I.7.2. Mécanisme de ruine.....	12

Chapitre II : Méthodes de calcul des lois moment-rotation

II.1.Introduction.....	13
II.2. Lois moment- rotation.....	13
II.2.1. Méthode de Priestley.....	13
II.2.3. Méthode empirique.....	14
II.2.4. Méthode de Park et Paulay.....	15
II.2. 5. Méthode simplifiée de l'ATC40 – FEMA 356.....	16
II.2. 5. 1-Loi moment – rotation associée aux poutres.....	16

Sommaire

II.2. 5. 1.1-Plastification par flexion – rotule plastique.....	16
II.2. 5. 1.2. Plastification par cisaillement.....	19
II.2. 5. 2-Loi moment – rotation associée aux poteaux.....	21
II.2. 5. 2.1 Plastification par flexion – rotule plastique	21
II.2. 5. 2.2 Plastifications par cisaillement	24
II.3. Récapitulation des rotules plastiques Attribuées aux poutres et poteaux.....	25
Conclusion.....	25

Chapitre III : Modélisation du bâtiment à étudié

III.1 Introduction	26
III.2 Présentation du bâtiment étudié	26
III.2.1 Caractéristiques géométriques	26
III.2.2 Ossature et système constructif adopté	26
III.3 Caractéristiques géotechniques du sol.....	27
III.4 Caractéristiques des matériaux	27
III.5 Dimensions et ferrailages des poteaux et des poutres de la structure à 5 niveaux.....	28
III.6 Le bâtiment à étudier	29
III.7 Descente de charge	29
III.7.1 Plancher terrasse inaccessible	30
III.7.2 Plancher terrasse inaccessible.....	31
III.7.3 Acrotère.....	31
III.7.4 Murs de façade (extérieur)	32
III.7.5 Murs intérieur	32
III.8 Chargement de la structure.....	33
III.8.1 Changement des portiques	33
III.9 Etude dynamique	34
III.9.1 Méthode de calcul.....	34

Sommaire

III.9.2 Modélisation de la structure.....	35
III.9.3 Estimation de la période fondamentale de la structure.....	36
III.10 Poids total de la structure.....	38
III.11 Calcul de l'inertie massique	43
III.12 Résultats de l'analyse linéaire.....	44
III.13 Application de la méthode Push over sur le bâtiment étudié	44
III.13.1 Définition du comportement non linéaire des poutres et des poteaux.....	44
III.13.1.1 Définition du chargement de l'analyse push over.....	47
III.13.1.2 Définition de l'analyse sous charges gravitaires.....	47
III.13.1.2 Définition de l'analyse push over sous charges horizontales.....	48
III.14 Les niveaux de dommage	49
Conclusion.....	50

Chapitre IV : Application de la méthode Push over

Par deux approches différentes

IV.1 Introduction.....	51
IV-2 La méthode du FEMA 356.....	51
IV-2.1 Calcul de la rotation associée aux poutres	51
IV-3. La méthode de Priestley.....	60
IV-3.1. Calcul de la rotation associée aux poteaux et poutres	60
IV.3.2 Introduction des rotules plastiques.....	65
IV.3.3 Modification de la loi de comportement des rotules plastique.....	66
IV.3.4 Résultats et discussions.....	67
IV.3.4.1 Les courbes de capacité.....	67
IV-3.4.2 Apparition des rotules plastiques.....	69
Conclusion.....	79

Sommaire

Liste des figures

Figure I.1 : Signification physique de la courbe de capacité.....	4
Figure I.2 : Calcul Push over et courbe de capacité.....	5
Figure I.3 : Caractéristique du système équivalent à un seul degré de liberté.....	6
Figure I.4 : Caractéristiques force-déplacement de l'oscillateur multiple et de l'oscillateur simple	8
Figure I.5 : courbe de capacité	10
Fig. I.6 : Exemple de formation des rotules plastiques.....	11
Figure II.1 : diagramme (moment – courbure) et (moment – rotation)	13
Figure II.2 : diagramme moment - rotation associée à la plastification des poutres par flexion.....	16
Figure II.3 : Poutre à rotule plastique.....	17
Figure II.4 : section doublement armé à sont état élastique limite.....	18
Figure II.5 : diagramme effort tranchant – rotation associe à la plastification des poutres par cisaillement.....	20
Figure II.6 : diagramme moment – rotation associe à la plastification des poteaux par flexion	22
Figure II.7 : Poteau à rotule plastique.....	22
Figure II.8 : rotules plastiques attribuées aux poutres et poteaux.....	25
Figure III.1: Dimension des sections de béton des poutres et des poteaux des portiques étudiés.....	28
Figure III.5 : Vue en plan de la Variante.....	29
Figure III.6: Vue en 3D de la Variante.....	29
Figure III.2 : Plancher terrasse inaccessible.....	30
Figure III.3 : Plancher étage courant.....	31
Figure III.4 : Section transversale de l'acrotère.....	32
Figure.III.8. Forme de spectre de réponse.....	38
Figure III.9: Introduction des rotules plastiques des poutres.....	45

Sommaire

Figure III.10: Introduction des rotules plastiques des poteaux.....	45
Figure III.11: Loi de comportement de rotules de flexion.....	46
Figure III.12 : Loi de comportement des rotules de flexion composée.....	47
Figure III.13 : Définition de la charge gravitaire dans l'analyse push over.....	48
Figure III.14 : Définition du chargement de l'analyse Push Over (Sens xx)	48
Figure III.15 : Définition du chargement de l'analyse Push Over (Sens yy)	49
Figure III.16: Loi de comportement (force-déformation) et niveaux de dommages.....	49
Figure IV.1 : Diagramme moment - rotation associée à la plastification des poutres par flexion.....	51
Figure IV.2 : les pourcentages des armatures longitudinales tendues et comprimées (ρ ; ρ')	52
Figure IV.3 : Loi moment-rotation associée aux poutres principales.....	55
Figure IV.4 : les pourcentages des armatures longitudinales tendues et comprimées (ρ ; ρ')	55
Figure IV.6 : Loi moment-rotation associée aux poutres secondaires.....	57
Figure IV.7 : Loi moment-rotation associée aux poteaux.....	60
Figure IV.8 : Loi moment-courbure.....	61
Figure IV.9: simplification d'une loi moment-courbure (poutres principales)	62
Figure IV.10 : Simplification d'une loi moment-courbure (poutres secondaires)	63
Figure IV.11 : Simplification d'une loi moment-courbure (poteaux)	64
Figure IV.12 : Introduction des rotules plastiques.....	66
Figure IV.13 : Loi de comportement proposée par le FEMA356.....	66
Figure IV.14 : Loi de comportement proposée par Priestley.....	67
Figure IV.15 : comparaison entre les Courbes de capacité (sens x-x)	67
Figure IV.16 : Comparaison entre les Courbes de capacité (sens y-y)	68

Sommaire

Figure IV.17 : Vue d'élévation – 5 déformée (push x-Step1)	70
Figure IV.18 : Vue d'élévation – 5 déformée (push x-Step7)	70
Figure IV.19 : Vue d'élévation – 5 déformée (push x-Step1)	71
Figure IV.20 : Vue d'élévation – 5 déformée (push x-Step9)	71
Figure IV.21 : Vue d'élévation – 5 déformée (push x-Step1)	72
Figure IV.22 : Vue d'élévation – 5 déformée (push x-Step30)	72
Figure IV.23 : Vue d'élévation – E déformée (pushyy-Step1)	74
Figure IV.24 : Vue d'élévation – E déformée (pushyy-Step22)	74
Figure IV.25 : Vue d'élévation – E déformée (push yy-Step1)	75
Figure IV.26 : Vue d'élévation – E déformée (push yy-Step18)	75
Figure IV.27 : Vue d'élévation – E déformée (push yy-Step2)	76
Figure IV.28 : Vue d'élévation – E déformée (push yy-Step22)	76

Liste des tableaux

Tableau II.1: critère de rotation et niveaux de performance pour les poutres selon le FEMA 356.....	19
Tableau II.2: Les paramètres de modélisation et les critères d'acceptation pour les procédures non- linéaires (poutres en béton armé)	21
Tableau II.3: critère de rotation et niveaux de performance pour les poteaux selon le FEMA 356.....	24
Tableau II.4: Les paramètres de modélisation et les critères d'acceptation pour les procédures non- linéaires (poteaux en béton armé)	24
Tableau III.1 : Dimensions (coffrage et ferrailage) des poteaux et des poutres.....	28
Tableau III.2: charge permanente de plancher terrasse inaccessible.....	30
Tableau III.3 : charge permanente de plancher terrasse inaccessible.....	31
Tableau III.4 : charge permanente due aux murs.....	32
Tableau III.5 : charge permanente due aux murs.....	32
Tableau III.6 : Chargement du portique -terrasse.....	33

Sommaire

Tableau III.7: Charge du portique étage courant.....	34
Tableau III.8 : Poids des planchers.....	42
Tableau III.9 : Masses et inerties massiques de chaque niveau.....	44
Tableau III 11: Période et effort tranchant à la base.....	44
Tableau IV.I : Rotation élastique associée aux poutres principales.....	53
Tableau IV.2 : Moments et rotations associées aux poutres principales.....	54
Tableau IV.3 : Rotation élastique associée aux poutres secondaires.....	54
Tableau IV.5 : Rotation élastique associée aux poteaux.....	58
Tableau IV.6 : moments et rotations associées aux poteaux.....	59
Tableau IV.7: Dimensions et ferraillements des poteaux et poutres de la structure.....	61
Tableau IV.8: Moments et rotations élastiques et ultimes (poutres principales)	62
Tableau IV.9 : Moments et rotations élastiques et ultimes (poutres secondaires)	63
Tableau IV.10 : Moments et rotations élastiques et ultimes (poteaux)	64
Tableau IV.11 : Moments et rotations élastiques et ultimes (poteaux)	65
Tableau IV.12: Résultats de l'analyse Push over de la structure initiale par sens x-x	68
Tableau IV.13: Résultats de l'analyse Push over de la structure initiale par sens y-y.....	69
Tableau IV.14: Séquences de formation des rotules plastiques	
dans le sens xx (1 ^{er} et dernier pas)	73
Tableau IV.15: Séquences de formation des rotules plastiques	
dans le sens yy (1 ^{er} et dernier pas)	77

Liste des symboles :

ρ : pourcentage des armatures.

P : effort normal.

F_e : limite d'élasticité des armatures.

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

f_{t28} : Résistance à la traction

E_s : module d'élasticité de l'acier.

Sommaire

E_b : module d'élasticité du béton.

G : Les charges permanentes.

Q : Les charges d'exploitation.

A : Coefficient d'accélération de zone.

D : Facteur d'amplification dynamique moyen.

T_2 : période caractéristique.

η : Facteur de correction d'amortissement donné par la formule.

ξ : est le pourcentage d'amortissement critique fonction du matériau constitutif.

C_T : Coefficient, fonction du système de contreventement.

R : Coefficient de comportement global de la structure.

Q : Facteur de qualité.

W : Poids total de la structure.

β : Coefficient de pondération.

k : est le facteur de la hauteur de l'axe neutre correspondant à état élastique limite.

K_{eff} : la rigidité initiale.

I_g : Moment d'inertie de la section.

M_y : Le moment élastique limité de section de béton armé

M_p : moment plastique.

φ_u et φ_y : Les courbures ultimes et de début de plastification.

L_p : Longueur de rotule plastique.

θ_y : Rotation élastique limite de section en béton armé.

θ_p : Rotation Plastique.