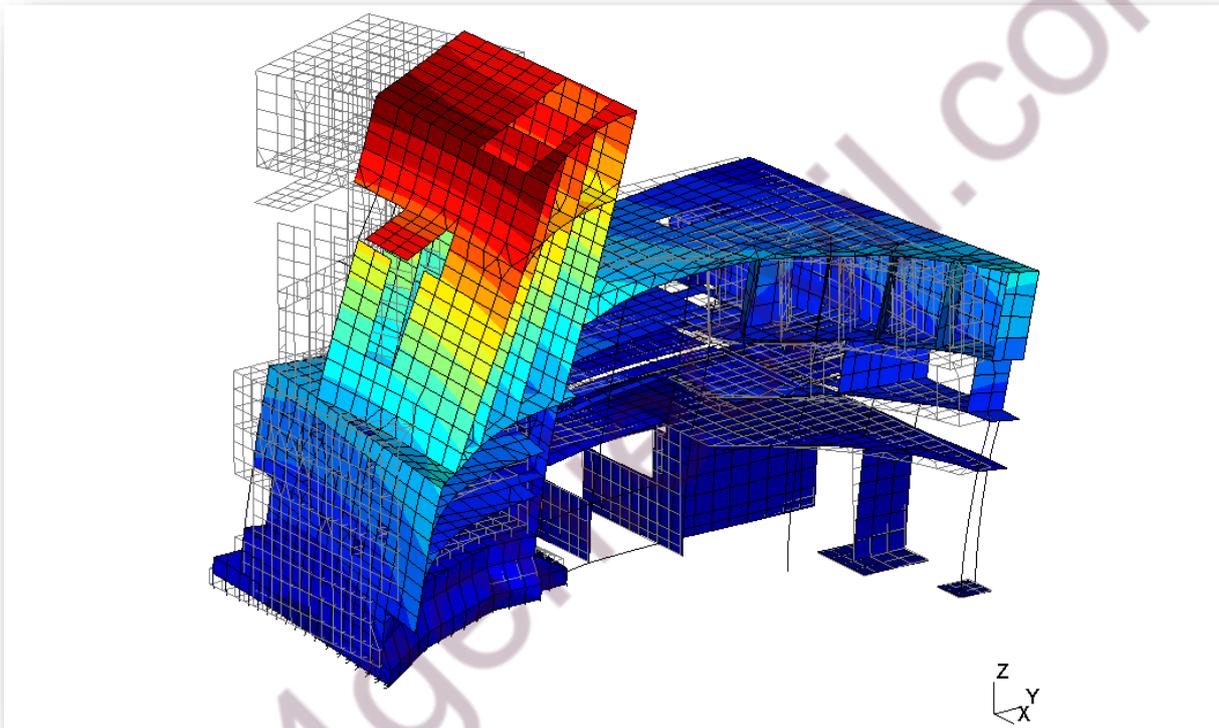


Rapport du TP : étude dynamique d'un bâtiment



Préparé par :

ELAYDI Abderrafiq

AMRANI oussama

HMDANI ismail

4^{ème} année GC ENSAM

Encadré par

Mr Y.BAHI

Année universitaire : 2015/2016

Sommaire :

Introduction :	2
Objectif de l'étude dynamique :	2
Méthode de calcul :	2
Etude théorique : Méthode statique équivalente.....	2
Principe.....	2
Données sismique :	3
Critère de la régularité du bâtiment :	3
Calcul de la répartition de la force sismique latérale :	3
La force sismique totale :	3
Répartition verticale de la force sismique :	4
Les sollicitations développantes dans chaque étage :	5
Etude pratique : modélisation de la structure sur ROBOT.....	5
Etapas de réalisation du projet sue Robot :	5
Préférences de la tâche :	5
Lignes de construction pour suivant les 3 axes (x,y,z) :	6
Saisie des sections des différents poteaux utilisés.....	6
Saisie de la dalle des différents étages :	7
Saisie des sections de différentes poutres utilisé	7
.....	8
Rendre les étages rigides:.....	8
Définition des cas de charges :	9
Le tableau des chargements :	10
Résultats :	11
Sous la charge sismique statique :	11
Sous la charge sismique dynamique :	11
Interprétation des résultats :	12
Vérification de la stabilité de la structure :	12
Stabilité au glissement :	12
Stabilité au renversement :	12
Conclusion :	13

Introduction :

Parmi les catastrophes naturelles qui affectent la surface de la terre, les secousses sismiques sont sans doute celles qui ont le plus d'effets destructeurs dans les zones urbanisées. Face à ce risque, et à l'impossibilité de le prévoir, il est nécessaire de construire des structures pouvant résister à de tels phénomènes, afin d'assurer au moins une protection acceptable des vies humaines, d'où l'apparition de la construction parasismique. Cette dernière se base généralement sur une étude dynamique des constructions agitées.

Objectif de l'étude dynamique :

L'objectif initial de l'étude dynamique d'une structure est la détermination des caractéristiques dynamiques propres de la structure lors de ses vibrations. Une telle étude pour notre structure telle qu'elle se présente, est souvent très complexe c'est pourquoi on fait souvent appel à des modélisations qui permettent de simplifier suffisamment les problèmes pour permettre l'analyse.

Méthode de calcul :

- Selon le RPS 2011 le calcul des forces sismiques peut être mené suivant trois méthodes :
- Méthode statique équivalente.
 - Méthode d'analyse dynamique par accélérogrammes.

Etude théorique : Méthode statique équivalente.

Principe :

Dans cette méthode RPS propose de remplacer les forces réelles dynamique engendrées par un séisme, par un système de forces statiques fictives dont les effets seront identiques et considérées appliquées séparément suivant les deux directions définies par les axes principaux de la structure

Données sismique :

Classe du bâtiment	Classe II
Site	2
Coefficient de priorité	I=1.2
Coefficient de comportement K	K =2
Zone sismique Z _v	Z _v =4
Coefficient de vitesse ϑ	ϑ =0.17
Coefficient de site	S=1.2
Période fondamentale T	T =0.65s
Facteur d'amplification dynamique D	D =1.6
Coefficient de pondération ψ	Ψ=0.2

Critère de la régularité du bâtiment :

Données : Dimension du bâtiment : L=20m, B=16m et H=18m

- ❖ La forme en plan : $a+b=0+0 \leq 0.25B = 0.25 \cdot L_x = 4 \Rightarrow$ **condition vérifiée**
- ❖ L'élancement : $\frac{L}{B} = \frac{20}{16} = 1.25 \leq 3.5 \Rightarrow$ **condition vérifiée**
- ❖ Régularité en élévation : $\frac{a}{B} = \frac{0}{16} = 0 \leq 0.25 \Rightarrow$ **condition vérifiée**
- ❖ $H=18 \leq 60m \Rightarrow$ **condition vérifiée**
- ❖ $T=0.65s \leq 2s \Rightarrow$ **condition vérifiée**

Donc notre bâtiment est bien régulier, utilisons la méthode statique équivalente

Calcul de la répartition de la force sismique latérale :

La force sismique totale :

$$F = \frac{\vartheta \cdot S \cdot D \cdot I \cdot W}{K}$$

Tous les coefficients sont définis dans le tableau précédent, il reste maintenant à calculer w le poids total de la structure :

$$W = G_{\text{terrasse}} + 0.2 \cdot Q_{\text{terrasse}} + 5 \cdot (G_{\text{courant}} + 0.2 \cdot Q_{\text{courant}})$$

Avec :

- $G_{\text{terrasse}} = 400t$
- $Q_{\text{terrasse}} = 80t$ ($250kg/m^2 \cdot 16 \cdot 20$)
- $G_{\text{courant}} = 300t$
- $Q_{\text{courant}} = 80t$

Application numérique : $W=1996 \text{ t}$

Donc $F=390.9\text{t}=3909\text{KN}$

Répartition verticale de la force sismique :

Pour calculer l'effort sismique appliqué sur chaque étage nous allons utiliser la relation suivante :

$$F_n = (F - F_t) \left(\frac{W_n \cdot h_n}{\sum (W_i \cdot h_i)} \right)$$

F_n : est la force horizontale de calcul, appliquée au niveau n .

W_n : est la charge totale au niveau n .

h_n : est la hauteur du niveau considéré à partir du sol.

T : période fondamentale de la structure

Puisque $T=0.65\text{s} < 0.7\text{s}$, donc $F_t=0$

Le tableau suivant regroupe tous les résultats :

Etage	W_n	h_n	$F_x \text{ (KN)}$	$F_y \text{ (KN)}$
6	316	18	1348.37	1348.37
5	316	15	853.54	853.54
4	316	12	682.83	682.83
3	316	9	512.12	512.12
2	316	6	341.41	341.41
1	416	3	170.70	170.70

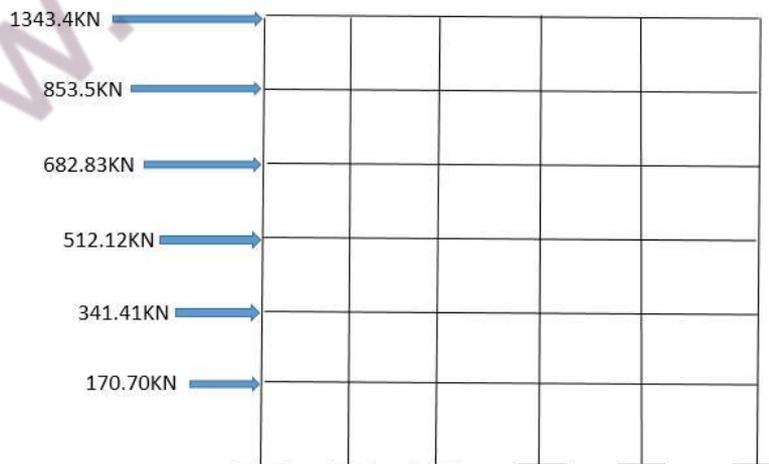


Figure 1 : répartition de la charge sismique

Les sollicitations développantes dans chaque étage :

L'effort tranchant au niveau de l'étage i selon deux directions x et y :

$$V_x(i) = F_x(i) + \sum_{j=i}^6 F_x(j) \text{ et } V_y(i) = F_y(i) + \sum_{j=i}^6 F_y(j)$$

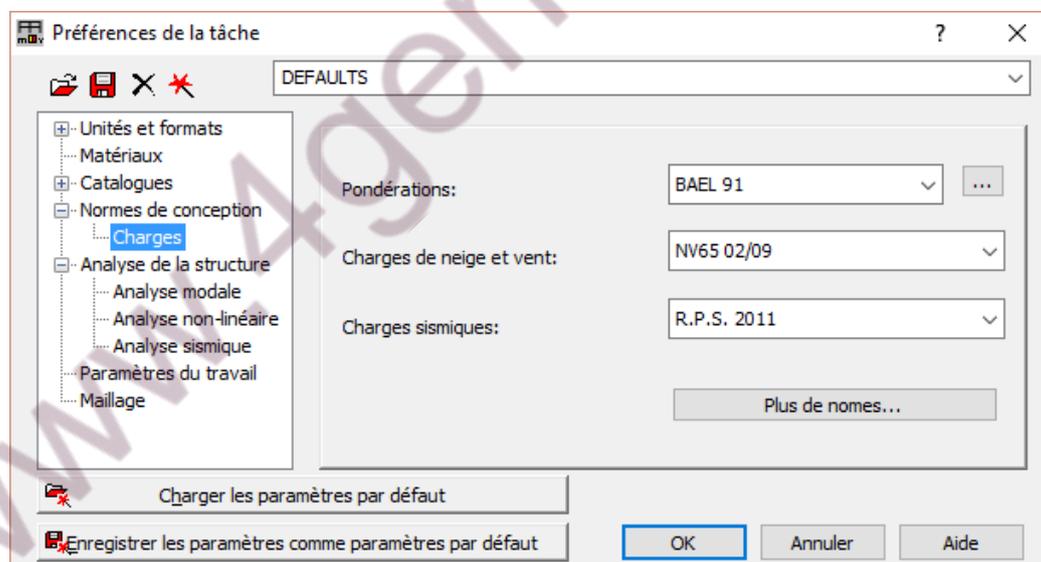
étage	V _x (i) (KN)	V _y (i) (KN)
1	3909	3909
2	3738.29	3738.29
3	3396.87	3396.87
4	2884.75	2884.75
5	2201.91	2201.91
6	1348.37	1348.37

Etude pratique : modélisation de la structure sur ROBOT

Etapes de réalisation du projet sue Robot :

Préférences de la tâche :

On introduit les normes avec lesquelles nous allons travailler :



Lignes de construction pour suivant les 3 axes (x,y,z) :

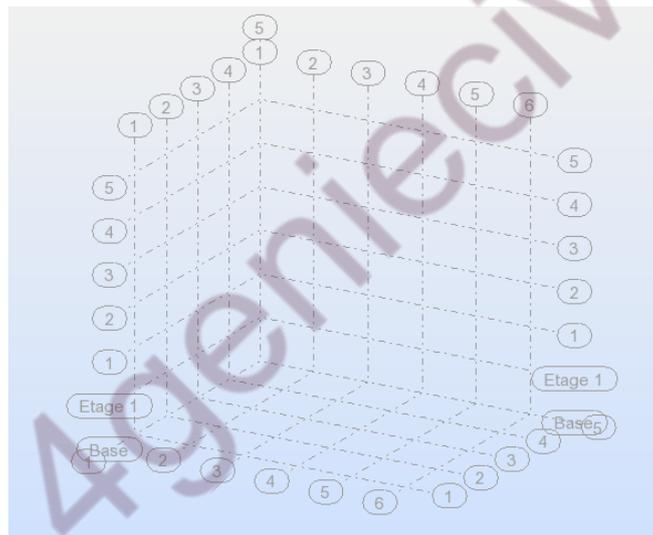
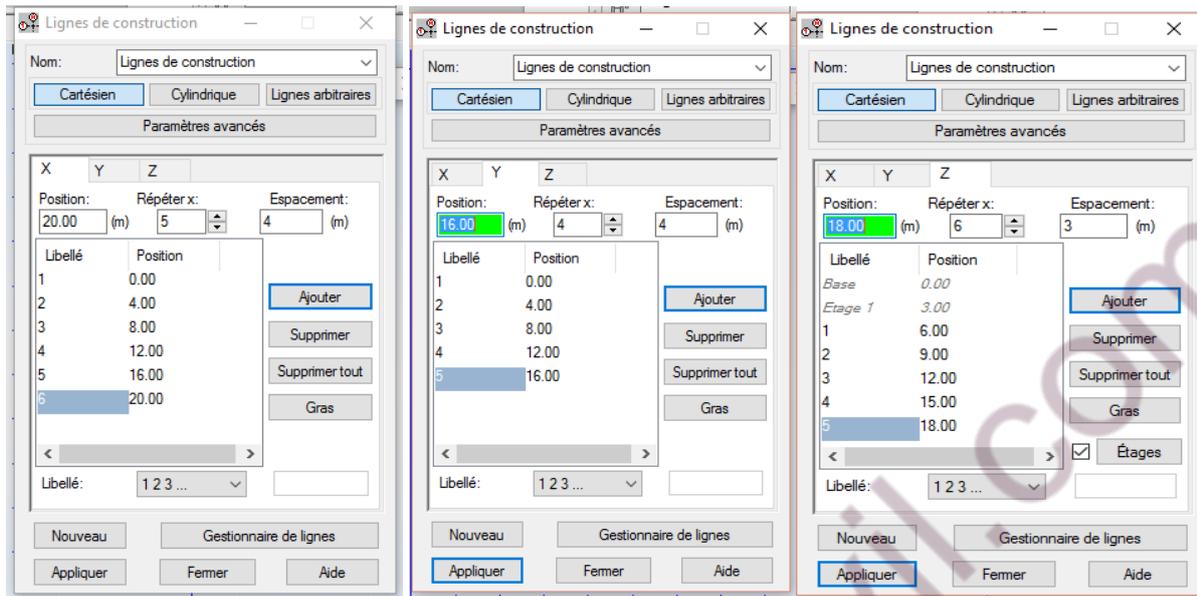
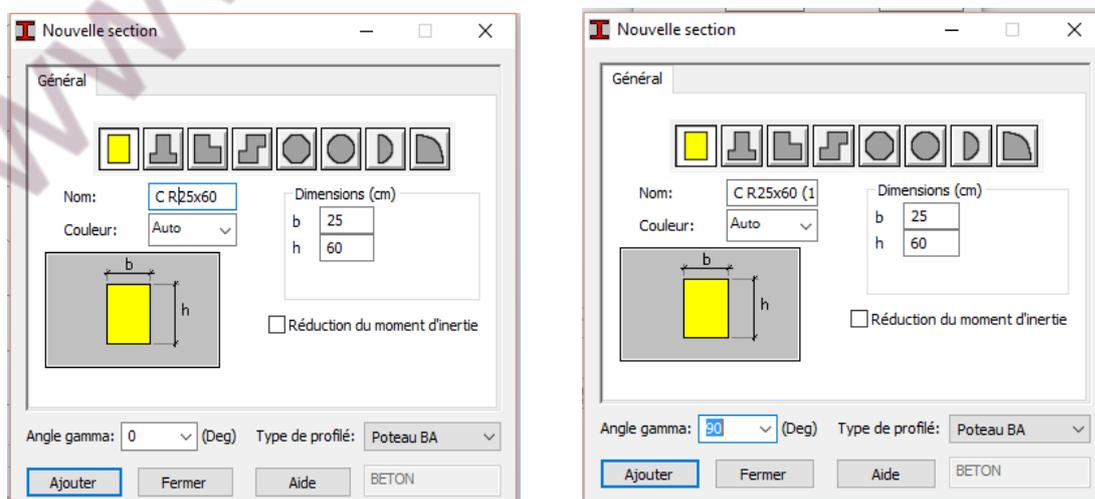


Figure 2: Espace de travail obtenu :

Saisie des sections des différents poteaux utilisés



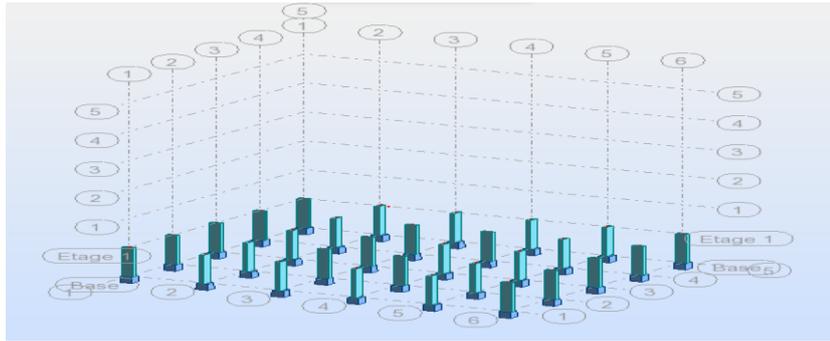


Figure 3: Schématisation des poteaux sur Robot :

Saisie de la dalle des différents étages :

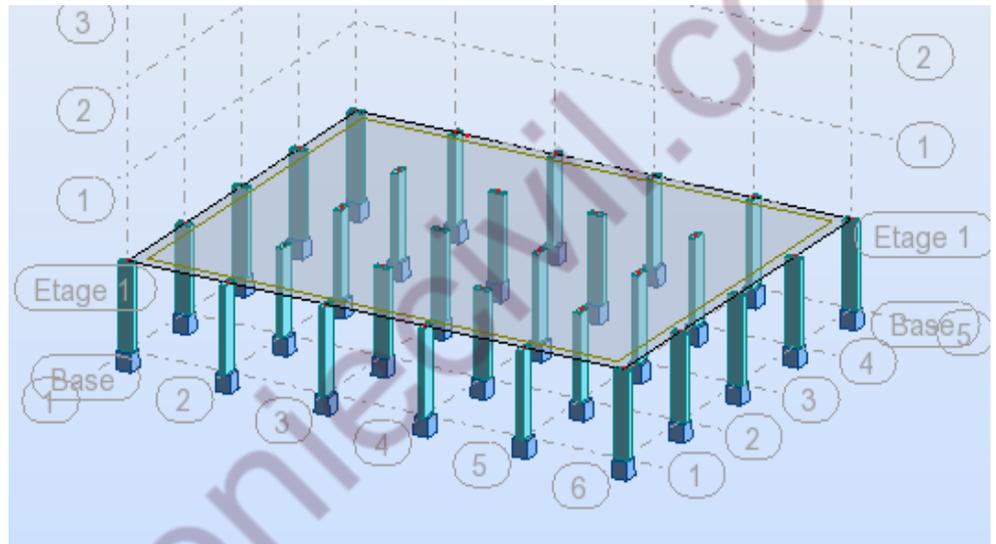
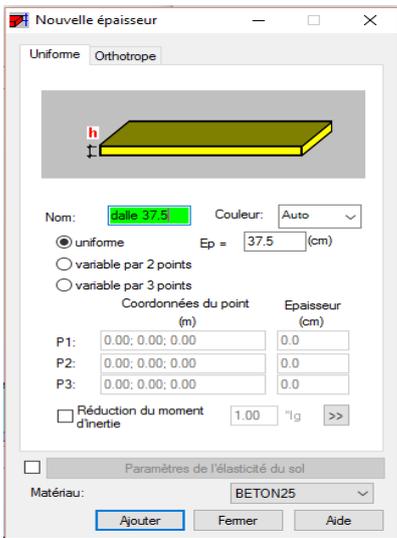
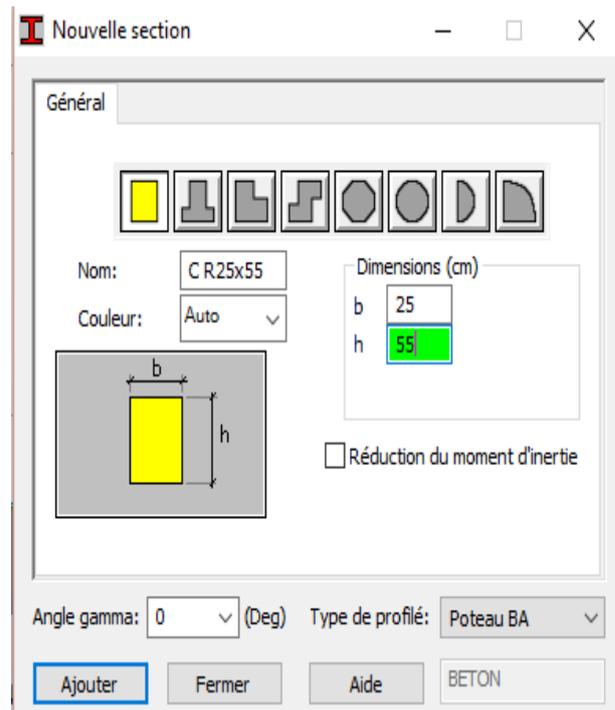
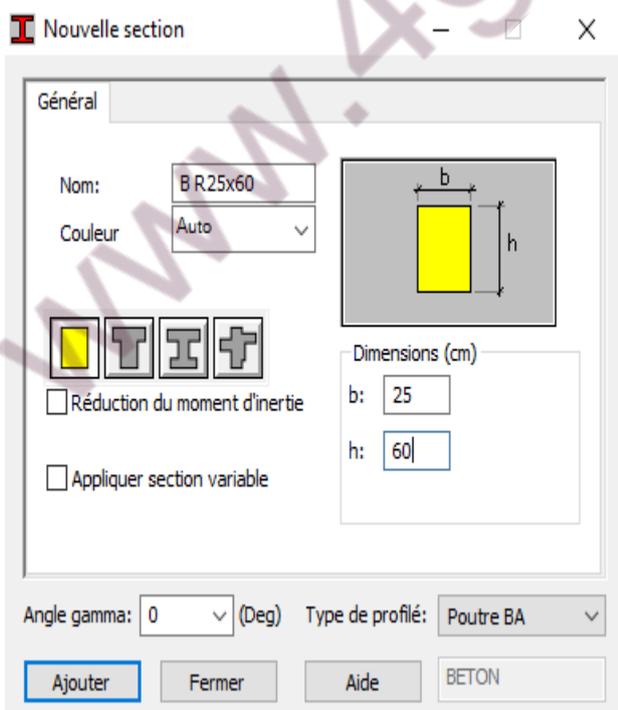


Figure 4: Schématisation des dalles sur Robot :

Saisie des sections de différentes poutres utilisé



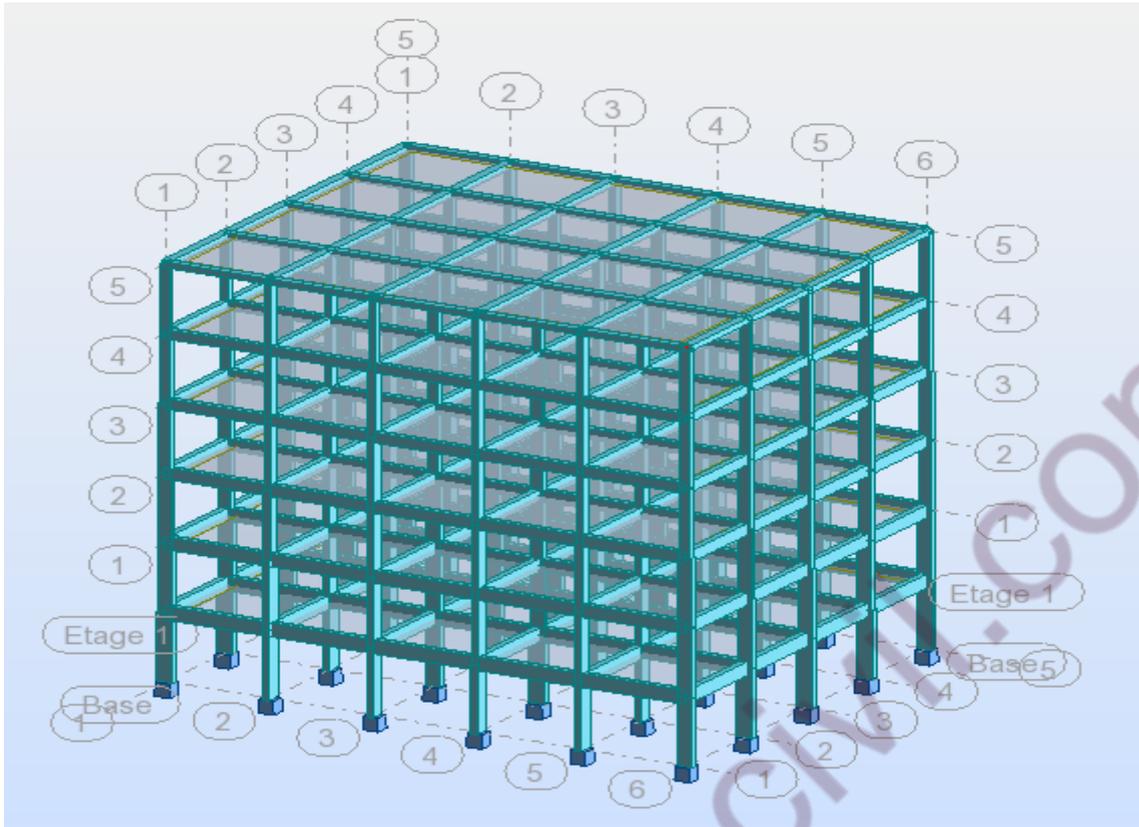
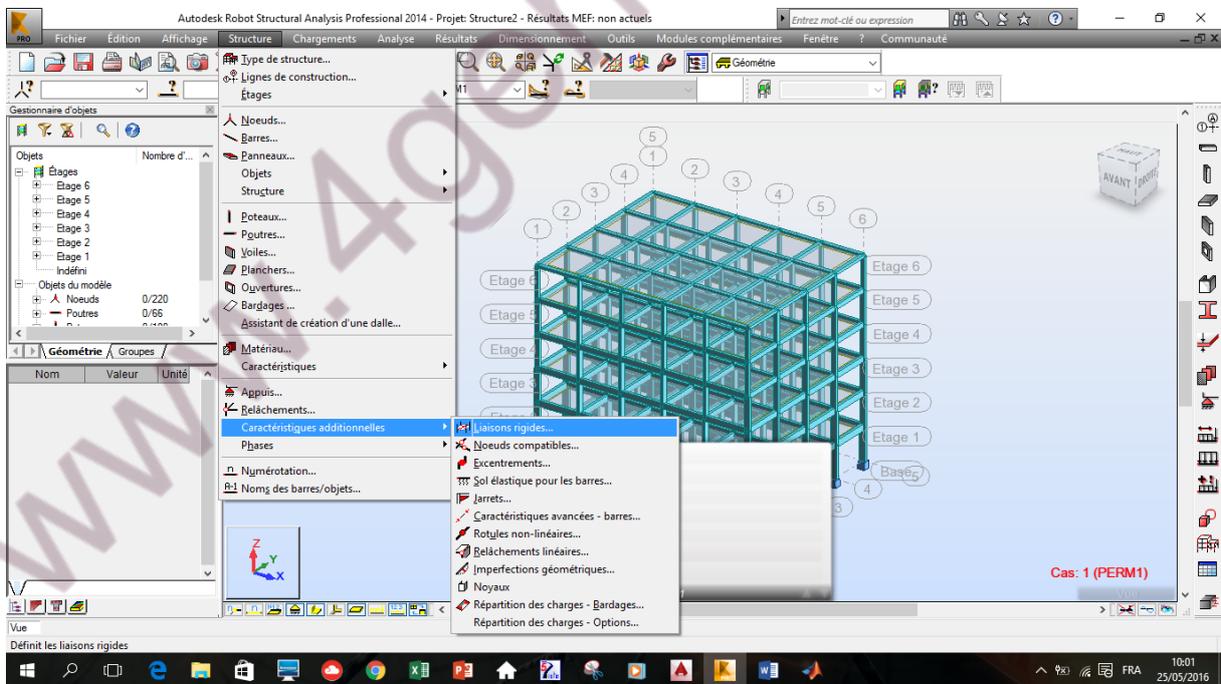
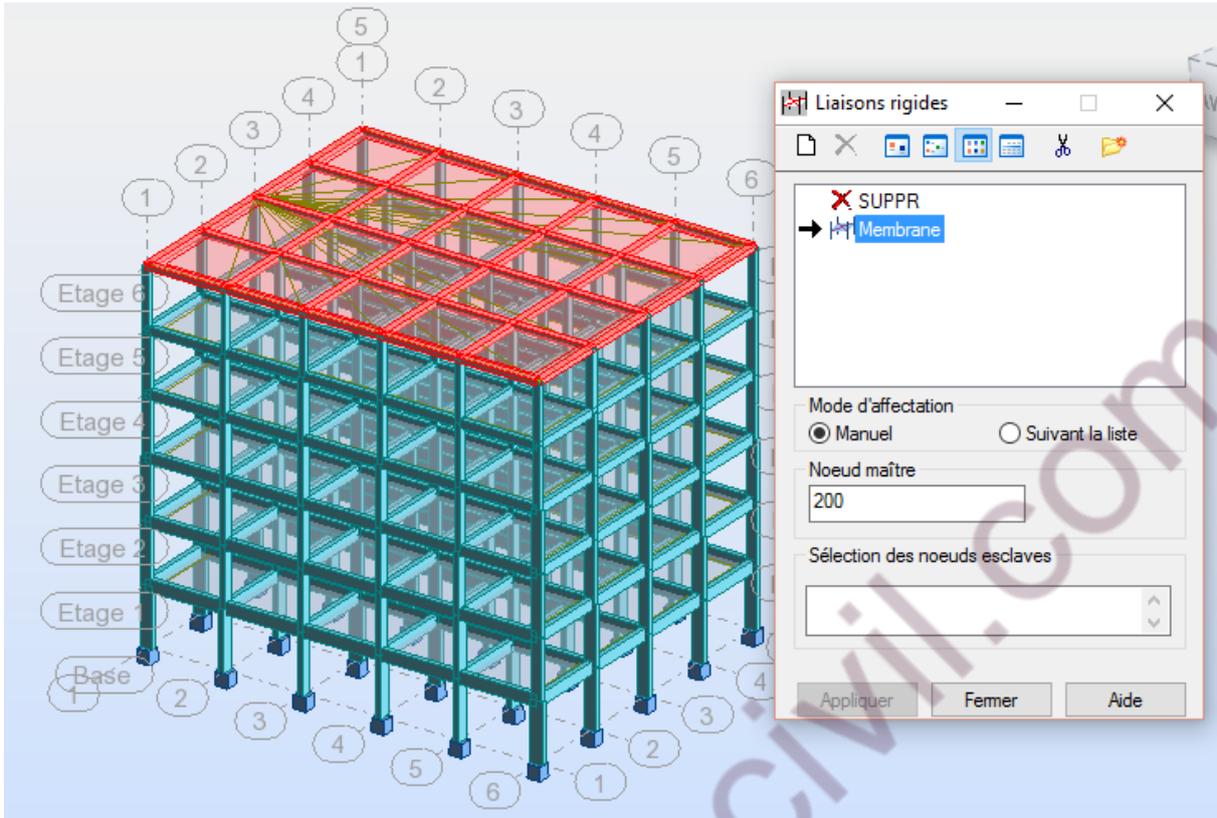


Figure 5: structure finale après modélisation

Rendre les étages rigides:





Définition des cas de charges :

Cas de charge sismique :

Définition d'un nouveau cas

Nom:

Type d'analyse

- Modale
- Modale avec définition automatique des cas sismiques
- Sismique (méthode de force latérale équivalente)
- Sismique R.P.S. 2011
- Spectrale
- Harmonique
- Temporelle
- Push over
- Analyse harmonique dans le domaine fréquence (FRF)
- Excitation dynamique par mouvement piéton (Footfall)

Options de calcul

Types d'analyse | Modèle de structure | **Masses** | Signe de la combinaison | Résultats - Fil

Paramètres de la conversion

Convertir les cas: Dir. de la masse: X Y Z

Dir. de la conversion: Ajouter la masse à:

Coefficient:

Cas convertis	Dir. - conversion	Coefficient	Dir. - masses	Cas n°
1	Z -	1.00	XYZ	Masse globale
2	Z -	0.20	XYZ	Masse globale

Générer le modèle

Paramètres de la norme R.P.S. 2011

Cas:

Cas auxiliaire

Classe de structure: I II III | Site: S1 S2 S3 S4 S5

Zv: v:

Za:

K:

Direction: Horizontal Vertical

Mode résiduel

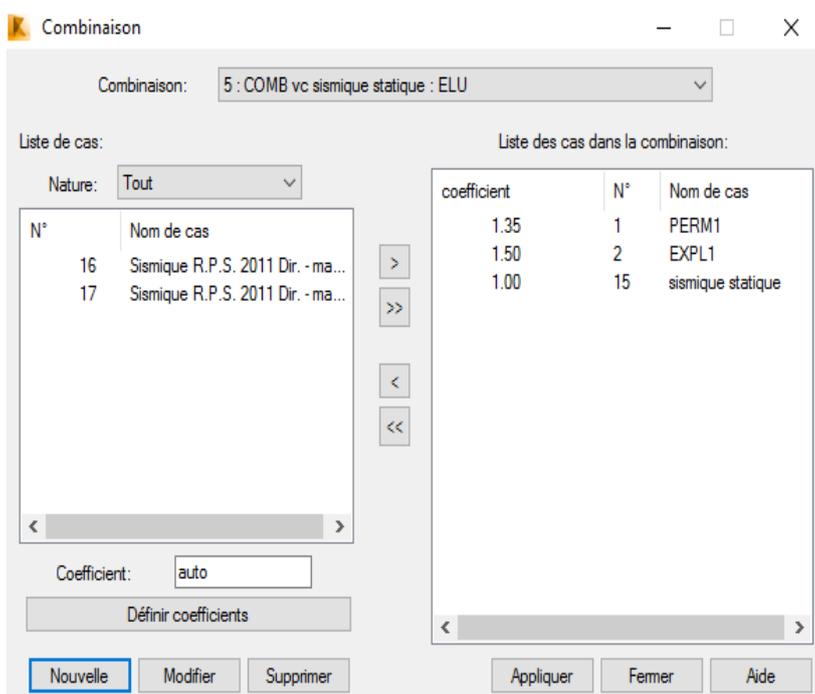


Figure 7: combinaison de charges

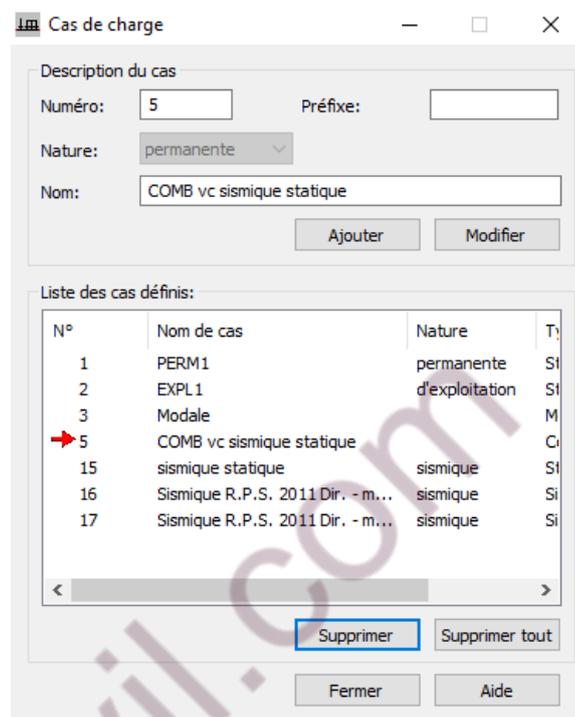


Figure 6: les différents cas de charges

Le tableau des chargements :

	Cas	Type de charge	Liste			
	1:PERM1	poids propre	7 9A17 19A3	Structure enti	-Z	Coef=1.00
	2:EXPL1	(EF) surfacique uniforme	615	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-2.50
	2:EXPL1	(EF) surfacique uniforme	616A620	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-2.50
	15:sismique s	force nodale	34	FX=1349.00	FY=0.0	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	33	FX=854.00	FY=0.0	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	32	FX=683.00	FY=0.0	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	31	FX=513.00	FY=0.0	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	30	FX=342.00	FY=0.0	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	29	FX=171.00	FY=0.0	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	2313	FX=0.0	FY=1349.00	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	1956	FX=0.0	FY=854.00	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	1599	FX=0.0	FY=683.00	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	1242	FX=0.0	FY=513.00	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	885	FX=0.0	FY=342.00	FZ=0.0
	15:sismique s	force nodale	528	FX=0.0	FY=171.00	FZ=0.0
	*					

Résultats :

Sous la charge sismique statique :

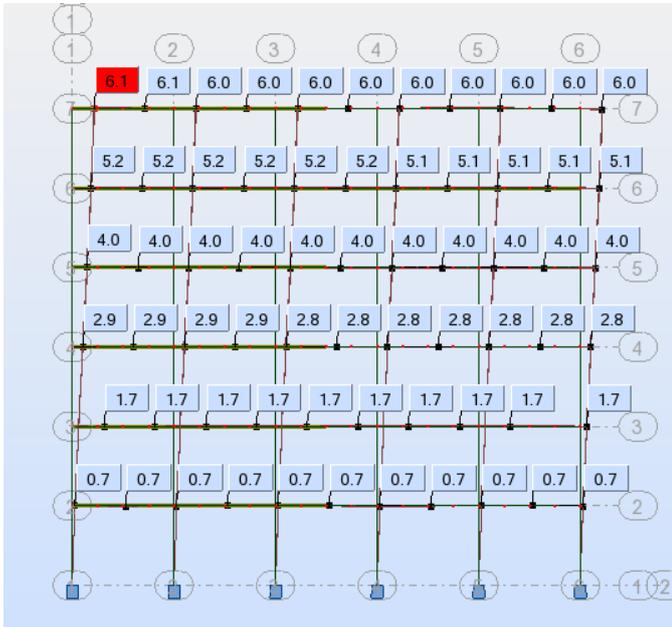


Figure 9 : déplacement suivant l'axe x

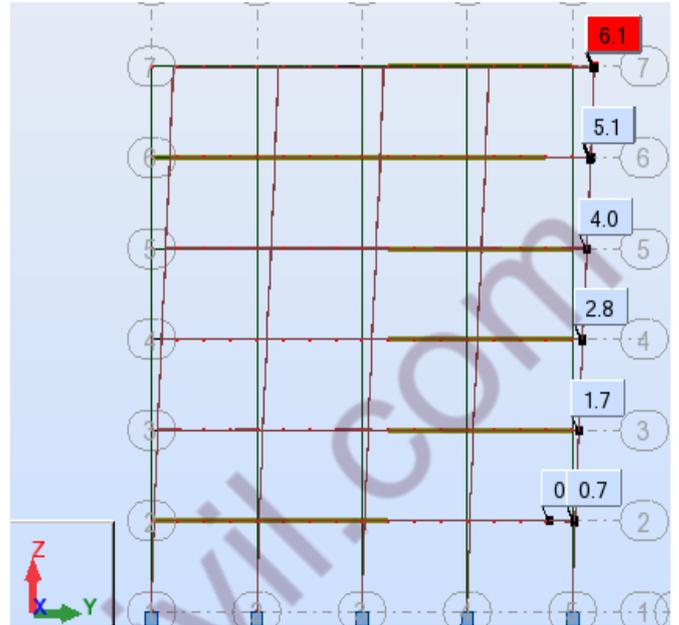


Figure 8: déplacement suivant l'axe y

Sous la charge sismique dynamique :

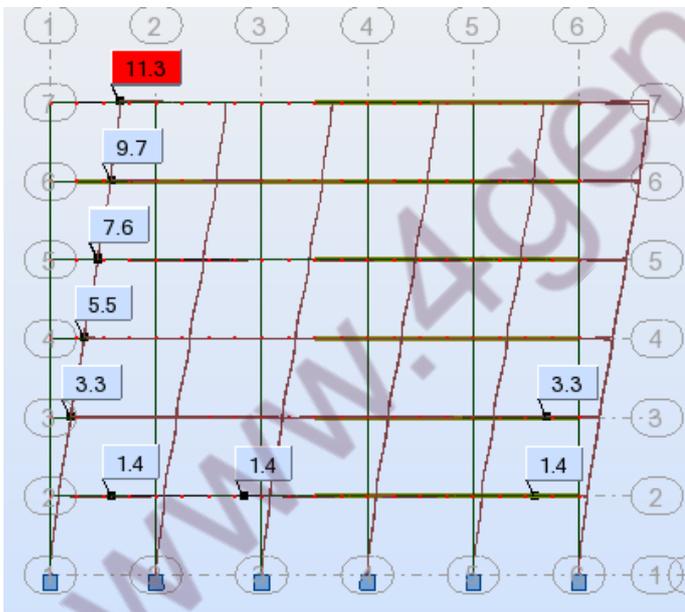


Figure 11: déplacement suivant l'axe x

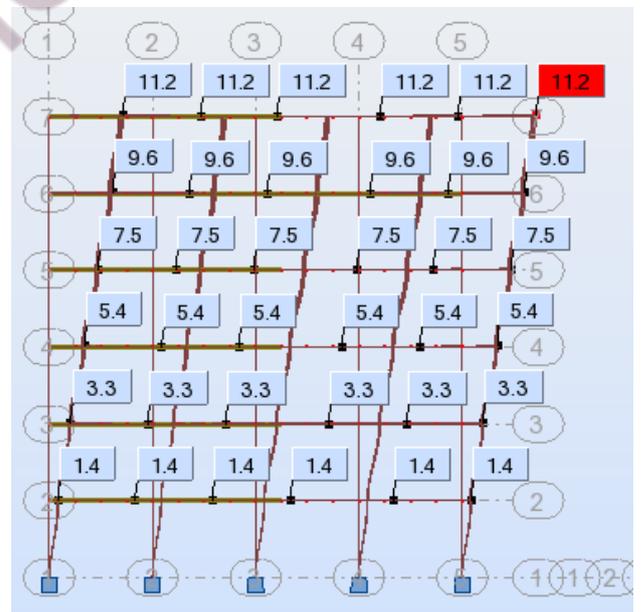


Figure 10: déplacement suivant l'axe y

Interprétation des résultats :

On observe une différence entre les déplacements obtenus par la méthode statique équivalente et la méthode dynamique.

Les déplacements pour la méthode dynamique sont très importants par rapport aux déplacements dans le cas de la méthode statique et on peut justifier ces écarts par les raisons suivantes :

- ❖ On n'a pas pris en considération les masses des poteaux et poutres lors du calcul par la méthode statique équivalente.
- ❖ La méthode statique équivalente ne représente pas l'effet des caractéristiques dynamiques des éléments structuraux sur la répartition horizontales de l'effort tranchant de chaque étage.
- ❖ pour la méthode statique équivalente : on fait confiance à leur effort tranchant à la base mais pas à leur répartition verticale et horizontale de cet effort tranchant.
- ❖ La méthode modale spectrale représente mieux la répartition verticale et horizontale des forces sismique mais on ne peut pas faire confiance à son effort tranchant à la base.

Vérification de la stabilité de la structure :

Stabilité au glissement :

Notre structure est considérée sur une surface plane donc pas de risque de glissement.

Stabilité au renversement :

La stabilité est considérée satisfaite si : $\Theta = \frac{KW\Delta el}{Vh} \leq 0.1$

Etage	V (l'effort tranchant calculé dans la partie théorique en KN)	Déplacement horizontal (suivant x et y) Pour la méthode dynamique	Δel	Θ	Déplacement horizontal (suivant x et y) Pour la méthode statique	Δel	Θ
1	3909	11.3	1.6	0.52	6.1	0.9	0.29
2	3738.29	9.7	2.1	0.30	5.2	1.2	0.17
3	3396.87	7.6	2.1	0.18	4	1.1	0.09
4	2884.75	5.5	2.2	0.13	2.9	1.2	0.07
5	2201.91	3.3	1.9	0.08	1.7	1	0.04
6	1348.37	1.4	1.4	0.05	0.7	0.7	0.02

--- : structure instable --- : structure stable

Après la comparaison des valeurs de Θ données par la méthode dynamique et celles données par la méthode statique équivalent, nous pouvons dire que cette dernière sous-estime le nombre d'étages qui sont instables, et cela peut être justifier par le faite que la méthode statique équivalente ne prend pas en considération l'influence de beaucoup de paramètres dont nous avons mentionnés auparavant.

Conclusion :

La conception et le choix de la structure porteuse d'un bâtiment (parois, poteaux, dalles) et des éléments non-porteurs (cloisons intérieures, éléments de façade) jouent un rôle déterminant dans la tenue des bâtiments (comportement avant la rupture) et leur vulnérabilité face aux séismes.

En effet, aussi poussés soient-ils, les calculs d'ingénieur et le dimensionnement ne sont pas à même de compenser à posteriori les erreurs ou les défauts de conception au plan parasismique. Il est en outre impératif de concevoir les bâtiments selon les règles parasismiques si l'on entend les doter d'une bonne tenue aux tremblements de terre sans occasionner de surcoûts notables.

La présente étude est menée sur la distribution de la charge sismique d'un bâtiment à six étages. La distribution a été effectuée en utilisant la méthode dynamique et la méthode statique équivalente. Les principales conclusions tirées de cette étude sont les suivantes:

- L'application de la méthode statique équivalente nécessite certaines vérifications ce qui limite son utilisation surtout lorsque la structure présente beaucoup des irrégularités.

- La méthode approchée qui utilise les forces statiques équivalentes passant par les centres de rigidité des planchers possède deux inconvénients. Elle est incapable de simuler la contribution des forces d'inertie des moments de torsion engendrées par les modes de vibration. La méthode statique est tout à fait adéquate pour évaluer l'effort tranchant à la base, mais par contre, elle est considérée comme insuffisante pour estimer de manière exacte la distribution des efforts dans chaque étage.

- Cependant L'expérience a aussi prouvé que les structures régulières dimensionnée avec l'approche statique équivalente ont bien comporté sous chargement sismique.

- La méthode modale spectrale représente mieux la répartition verticale et horizontale des forces sismique mais on ne peut pas faire confiance à son effort tranchant à la base.

C'est pour cela qu'il faut vérifier la condition qui dit que l'effort tranchant à la base de la méthode dynamique doit être supérieur à 80% de l'effort tranchant à la base de la méthode statique si cette condition n'est pas satisfaite il faut augmenter les paramètres de la réponse par un coefficient de pondération. Tout ça pour essayer à la fois de concevoir une structure résistante et avec un surcout minimal.