

Série d'exercice N°03

Exercice 01 :

Soit un bâtiment de 4 niveaux en **portiques auto stable avec remplissage en maçonnerie rigide**. Ce projet est implanté à la **wilaya de Tipaza (Zone III)**, ce bâtiment est destiné pour l'**habitation**. La construction est fondée sur un **sol meuble**.

On donne : $Q = 1.15$ (Facteur de qualité). Déterminer :

1. La force sismique à la base par la méthode statique équivalente ;
2. La distribution verticale de la force sismique.

Exercice : (Examen 2020-2021)

Soit une **clinique dentaire** de 4 niveaux contreventé par **Voiles porteurs en béton armé**. Ce projet est implanté dans une zone de sismicité élevée **Zone III**. D'après le rapport du sol, la construction est fondée sur un **sol ferme**.

On considère que :

- Le bâtiment est régulier ;
- Le contrôle de la qualité des matériaux est assuré ;
- Le contrôle de la qualité d'exécution est non assuré ;
- Les conditions minimales sur les files de contreventement sont non satisfaites ;
- La condition de la redondance en plan est non satisfaite.

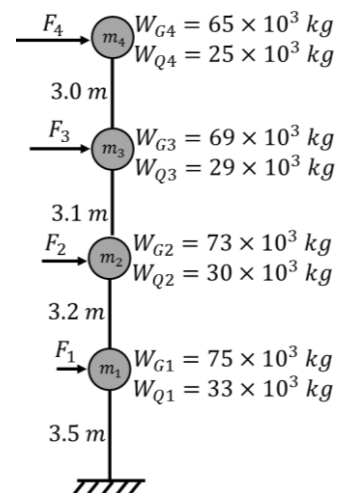
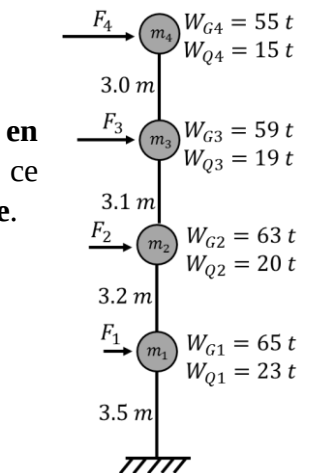
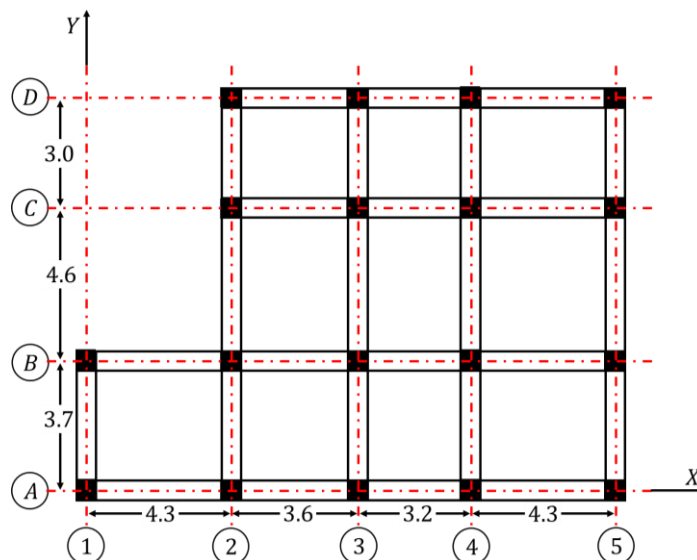
On donne : $\beta = 0.6$; $T = 0.45 \text{ sec}$ (Période fondamentale).

Déterminer dans les deux directions :

1. La force sismique à la base par la méthode statique équivalente (en kN).
2. La distribution verticale de la force sismique (en kN).
3. La distribution horizontale de la force sismique (en kN).

Exercice 02 :

Soit un bloc opératoire de 3 niveaux en **portiques auto stable sans remplissage en maçonnerie rigide**. Ce projet est implanté à la **wilaya de Bejaia (Zone IIa)**. La construction est fondée sur un **sol rocheux**. On considère que le contrôle de la qualité des matériaux et d'exécution est non assuré.



Données :

Niveau	$W_{iG} (kN)$	$W_{iQ} (kN)$	$h_i (m)$
2	2850	970	4.2
1	3420	1250	4.2
RDC	3500	1260	4.2

Déterminer :

1. La force sismique à la base par la méthode statique équivalente ;
2. La distribution verticale de la force sismique.
3. L'effort tranchant appliqué dans chaque niveau.

Formulaire à utiliser

Force sismique à la base par la méthode statique équivalente :

La force sismique totale V , appliquée à la base de la structure, doit être calculée successivement dans deux directions horizontales orthogonales selon la formule suivante :

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

– **A : coefficient d'accélération de zone**

Tableau 1. Coefficient d'accélération de zone et le groupe d'usage.

Groupe	Coefficients d'accélération de zone (%)				Classification des ouvrages selon leur importance
	Zone I	Zone IIa	Zone IIb	Zone III	
1A	0.15	0.25	0.30	0.40	Ouvrages d'importance vitale : ex. Sécurité et Hopitaux
1B	0.12	0.20	0.25	0.30	Ouvrages de grande importance : ex. Scolaire et Culte
2	0.10	0.15	0.20	0.25	Ouvrages courants : ex. Habitations et Bureaux
3	0.07	0.10	0.14	0.18	Ouvrages de faible importance : ex. Hangars

– **D : Facteur d'amplification dynamique moyen**

$$D = \begin{cases} 2.5\eta & 0 \leq T \leq T_2 \\ 2.5\eta \left(\frac{T_2}{T}\right)^{2/3} & T_2 \leq T \leq 3.0s \\ 2.5\eta \left(\frac{T_2}{3}\right)^{2/3} \left(\frac{3}{T}\right)^{5/3} & T > 3.0s \end{cases} \quad \text{avec } \eta = \sqrt{\frac{7}{2+\xi}} \geq 0.7$$

η : Facteur de correction d'amortissement

ξ : pourcentage d'amortissement critique

Tableau 2. Valeurs de ξ (%).

Remplissage	Portique	Voiles ou murs
	Béton armé	Béton armé/maçonnerie
Léger	6	10
Dense	7	

T_2 : Période caractéristique, associée à la catégorie du site

Tableau 3. Valeurs de T_2 .

Site	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
T₂(sec)	0.30	0.40	0.50	0.70

T : La période fondamentale de vibration de la structure est déterminée par :

$$T = C_T h_N^{3/4}$$

Où :

h_N : Hauteur mesurée en mètres à partir de la base de la structure jusqu'au dernier niveau (N) ;

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

On peut également utiliser aussi la formule :

$$T = 0.09 h_N / \sqrt{D}$$

Où D est la dimension du bâtiment mesurée à sa base dans la direction de calcul considérée.

On retient dans chaque direction considérée la plus petite des deux valeurs données.

Tableau 4. Valeurs du coefficient C_T .

Cas N°	Système de contreventement	Valeur de C_T
1	Portiques autostables en béton armé sans remplissage en maçonnerie	0.075
2	Portiques autostables en acier sans remplissage en maçonnerie	0.085
3	Portiques autostables en béton armé ou en acier avec remplissage en maçonnerie	0.050
4	Contreventement assuré partiellement ou totalement par des voiles en béton armé, des palées triangulées et des murs en maçonnerie	0.050

– **Facteur de qualité Q :**

Le facteur de qualité de la structure est fonction de :

- La redondance et de la géométrie des éléments qui la constituent,
- La régularité en plan et en élévation,
- La qualité du contrôle de la construction.

La valeur de Q est déterminée par la formule :

$$Q = 1 + \sum_{1}^6 P_q$$

Où P_q est la pénalité à retenir selon que le critère de qualité q " est satisfait ou non". Sa valeur est donnée au Tableau V.3.

Tableau 5. Valeurs des pénalités P_q .

Critère "q"	P_q	
	Observé	N/Observé
1. Conditions minimales sur les files de contreventement	0	0.05
2. Redondance en plan	0	0.05
3. Régularité en plan	0	0.05
4. Régularité en élévation	0	0.05
5. Contrôle de la qualité des matériaux	0	0.05
6. Contrôle de la qualité de l'exécution	0	0.10

– **R : Coefficient de comportement**

Tableau 6. Valeurs du coefficient de comportement R pour la structure en béton armé.

Catégorie	Type de contreventement	R
1.a	Portiques autostables sans remplissage en maçonnerie rigide	5
1.b	Portiques autostables avec remplissage en maçonnerie rigide	3.5
2	Voiles porteurs	3.5
3	Noyau	3.5
4.a	Mixte portiques/voiles avec interaction	5
4.b	Portiques contreventés par voiles	4
5	Console verticale à masses réparties	2
6	Pendule inverse	2

– **W : Poids total de la structure**

Le poids total de la structure (W) est égal à la somme des poids W_i , calculés à chaque niveau (i) :

$$W = \sum_{i=1}^n W_i \quad \text{avec} \quad W_i = W_{Gi} + \beta W_{Qi}$$

Où :

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

W_{Qi} : Charges d'exploitation,

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

Tableau 7. Valeurs du coefficient de pondération β .

Cas N°	Type d'ouvrage	Valeur de β
1	Bâtiments d'habitation, bureaux ou assimilés	0.20
2	Bâtiments recevant du public temporairement : – Salles d'exposition, de sport, lieux de culte, salles de réunions avec places debout.	0.30
	– Salles de classes, restaurants, dortoirs, salles de réunions avec places assises	0.40
3	Entrepôts, hangars	0.50
4	Archives, bibliothèques, réservoirs et ouvrages assimilés	1.00
5	Autres locaux non visés ci-dessus	0.60

Distribution verticale de la force sismique selon la hauteur :

La résultante des forces sismiques à la base V doit être distribuée sur la hauteur de la structure :

$$F_i = \frac{(V - F_t)W_i h_i}{\sum_{j=1}^n W_j h_j}$$

Où :

F_i : Force horizontale appliquée au niveau i ,

h_i : Hauteur du niveau i où s'exerce la force F_i ,

h_j : Hauteur du niveau j ,

W_i, W_j : poids revenant aux niveaux i, j .

F_t : La force concentrée au sommet de la structure :
$$F_t = 0 \quad \text{si} \quad T \leq 0.7 \text{ sec}$$
$$F_t = 0.07 TV \quad \text{si} \quad T > 0.7 \text{ sec}$$

Distribution horizontale de la force sismique :

L'effort tranchant au niveau de l'étage i est estimé par :

$$V_i = F_t + \sum_{j=i}^n F_j$$

Où :

n : le nombre total des étages.

j : numéro des étages comprises entre le niveau i et le dernier niveau.