

# *Dynamique des Structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

E-mail: [abdellatif\\_megnounif@yahoo.fr](mailto:abdellatif_megnounif@yahoo.fr)

**Application 16B**

# **Règles Parasismiques Algériennes RPA 2024**

**Méthode Statique Equivalente**

**Exemple 16B Samedi 28.12.2024**

© **Abdellatif MEGNOUNIF FT-Tlemcen**

# Objectif

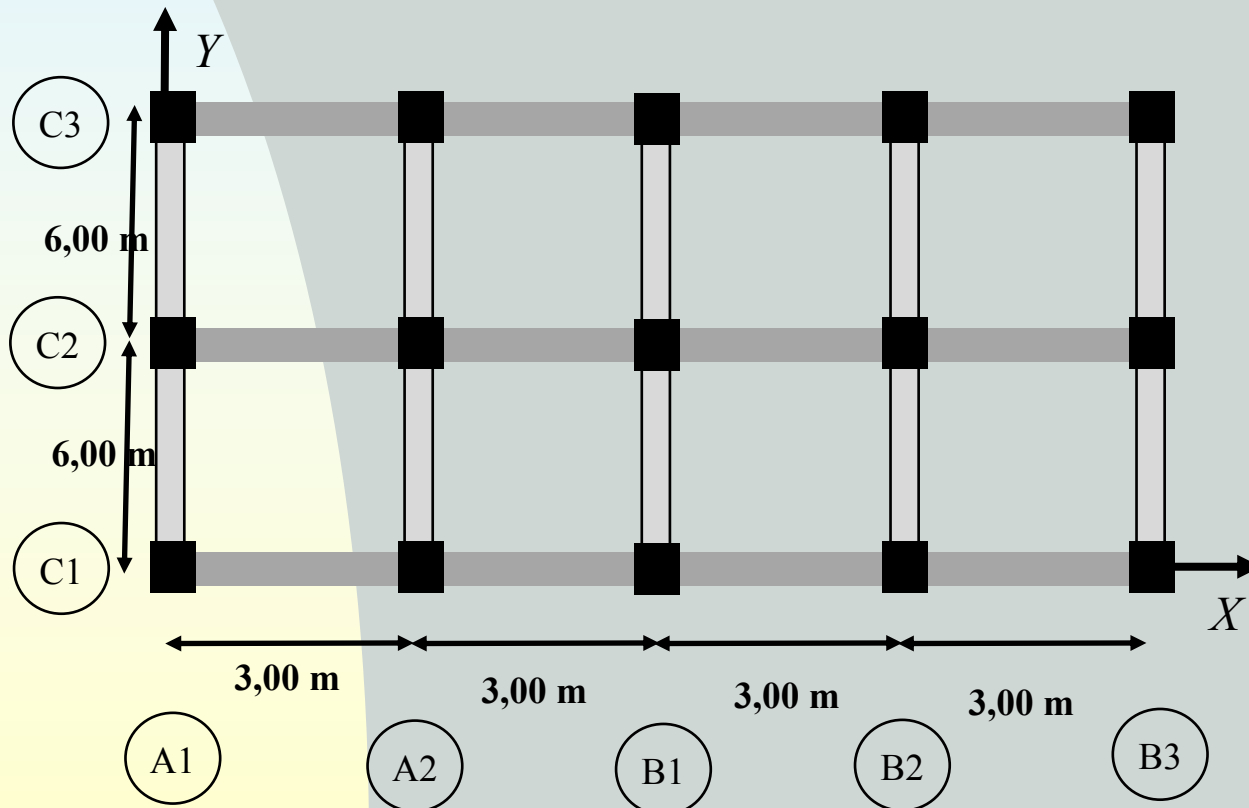
**Le but de cette application est de :**

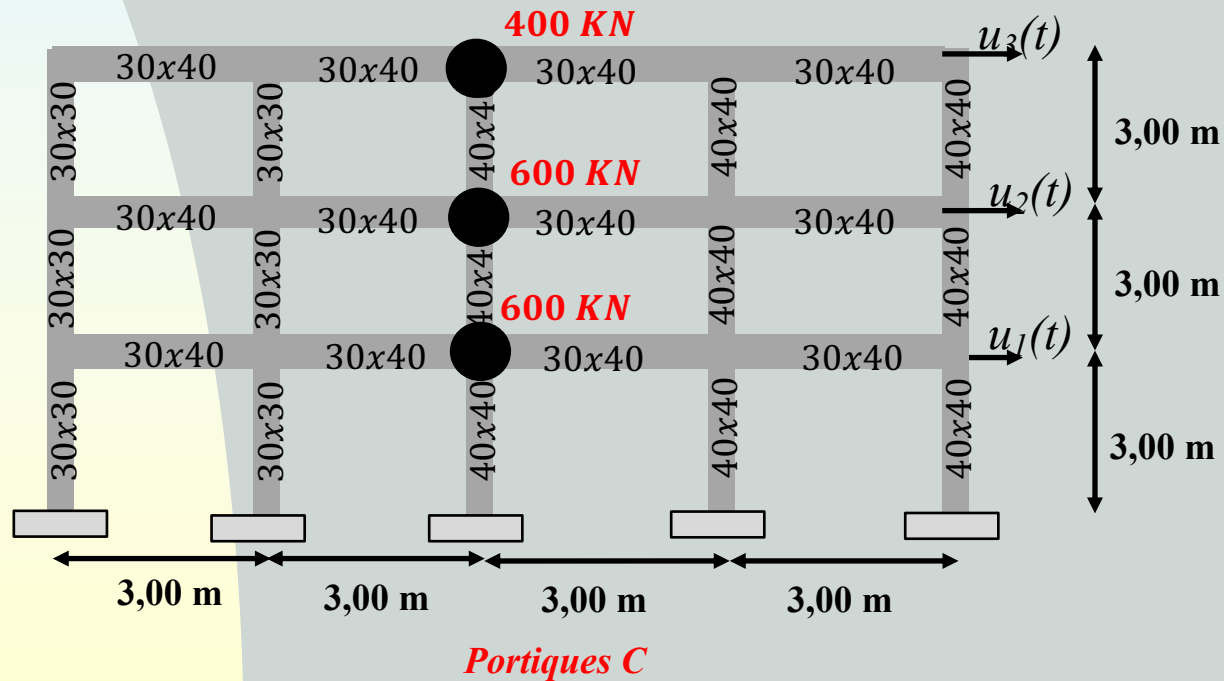
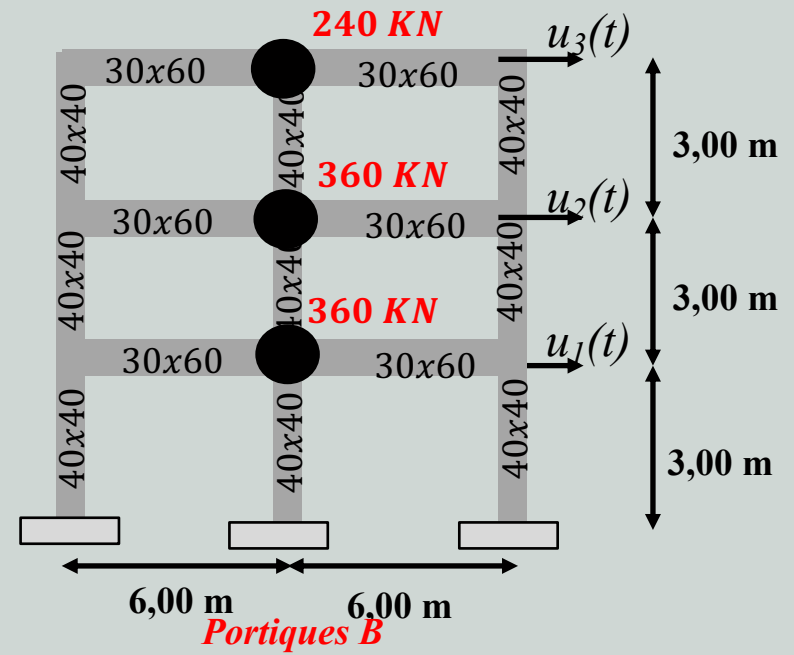
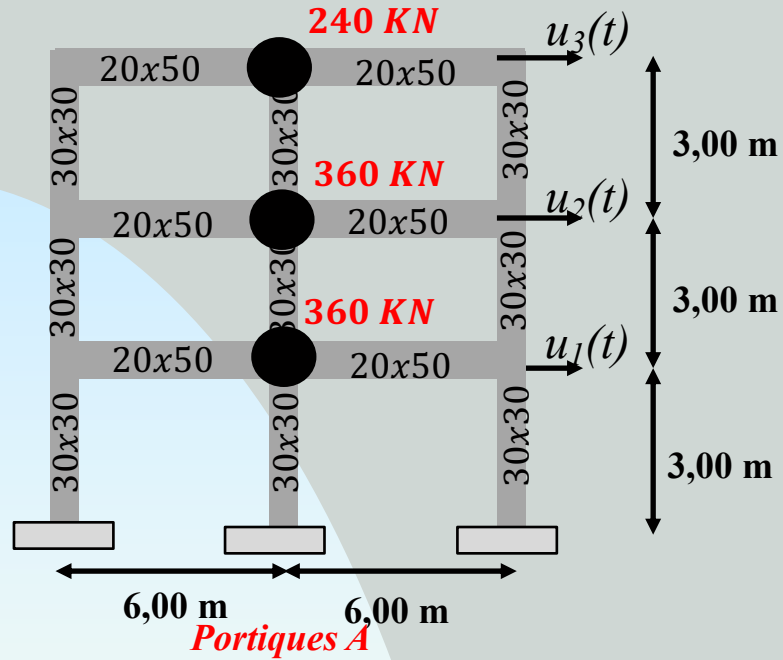
- ❖ **Calculer les efforts induits par un séisme et répartis sur tous les DDL.**
- ❖ **Utilisation de la méthode statique équivalente des règles RPA 2024.**
- ❖ **Comparaison avec les résultats RPA 2003**

# Exemple

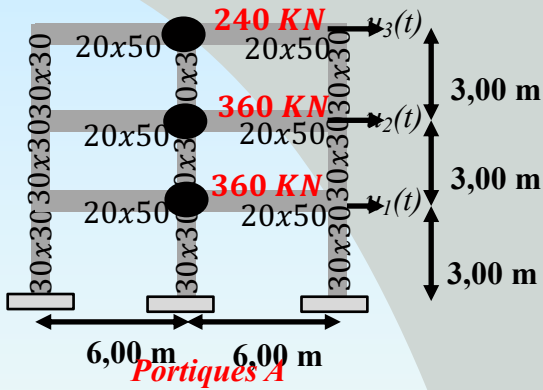
On veut étudier la structure montrée en figure avec ses coupes par la méthode statique équivalente des RPA 1999 version 2003. La structure sera construite dans une zone sismique de **moyenne sismicité**. Le bâtiment est **d'importance moyenne**. Le sol est ferme. Prendre  $\xi = 5\%$ . Pour cela, on vous demande de :

Déterminer la distribution des efforts induits par un séisme (Suivant les 02 directions), selon les recommandations des RPA 2024 et comparer les résultats avec ceux déjà calculés dans l'exemple 16.

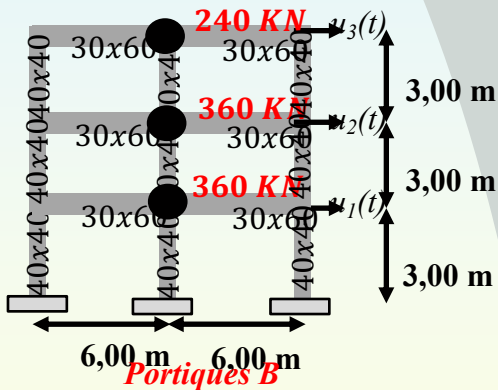
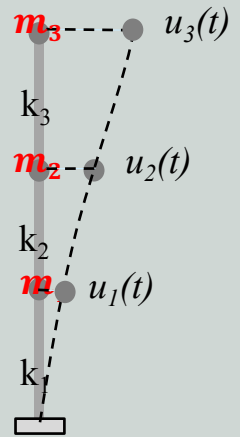




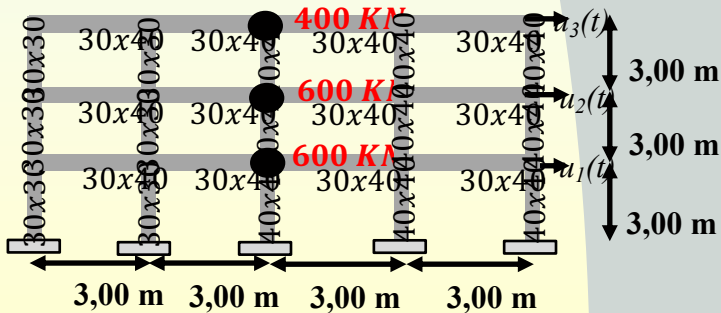
# Déjà calculés



$$[K_L]_A = 10^5 \begin{bmatrix} 0,426 & -0,228 & 0,030 \\ \text{Symétrie} & 0,379 & -0,185 \\ & & 0,157 \end{bmatrix}$$



$$[K_L]_B = 10^5 \begin{bmatrix} 1,305 & -0,699 & 0,099 \\ \text{Symétrie} & 1,142 & -0,555 \\ & & 0,466 \end{bmatrix}$$



$$[K_L]_C = 10^5 \begin{bmatrix} 1,528 & -0,809 & 0,115 \\ \text{Symétrie} & 1,313 & -0,636 \\ & & 0,531 \end{bmatrix}$$

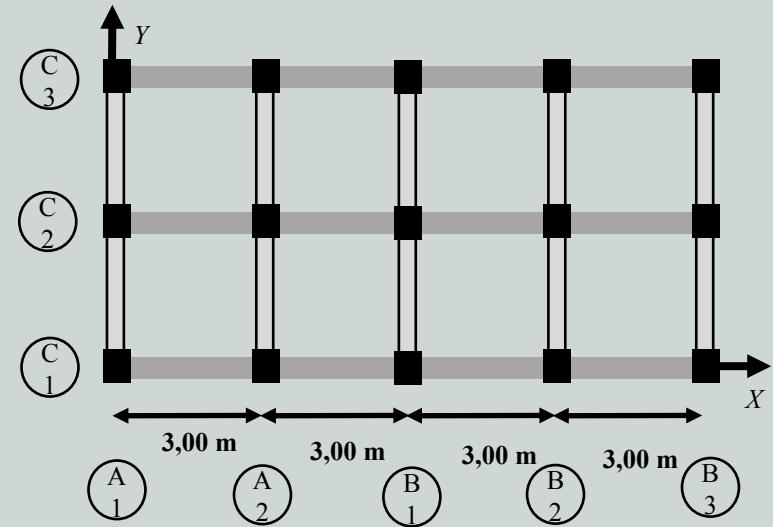
$$[K_L]_A = 10^5 \begin{bmatrix} 0,426 & -0,228 & 0,030 \\ & 0,379 & -0,185 \\ & & 0,157 \end{bmatrix} \quad [K_L]_B = 10^5 \begin{bmatrix} 1,305 & -0,699 & 0,099 \\ & 1,142 & -0,555 \\ & & 0,466 \end{bmatrix} \quad [K_L]_C = 10^5 \begin{bmatrix} 1,528 & -0,809 & 0,115 \\ & 1,313 & -0,636 \\ & & 0,531 \end{bmatrix}$$

Ainsi

Dans la direction transversale

$$[K_L]_{trans} = 2[K_L]_A + 3[K_L]_B$$

$$[K_L]_{Trans} = 10^5 \begin{bmatrix} 4,767 & -2,553 & 0,357 \\ & 4,184 & -2,035 \\ & & 1,712 \end{bmatrix}$$



Dans la direction Longitudinale

$$[K_L]_{long} = 3[K_L]_C$$

$$[K_L]_{Long} = 10^5 \begin{bmatrix} 4,584 & -2,427 & 0,345 \\ & 3,939 & -1,908 \\ & & 1,593 \end{bmatrix}$$

## Matrice M ?

La matrice masse  $[M]$  est la même dans les 02 directions

Transversale

$$[M]_{trans} = 2[M]_A + 3[M]_B$$

Longitudinale

$$[M]_{long} = 3[M]_C$$

$$[M] = \frac{1}{g} [W] = \frac{10^3}{9,81} \begin{bmatrix} 1800 & 0 & 0 \\ 0 & 1800 & 0 \\ 0 & 0 & 1200 \end{bmatrix}$$

$$[M] = 10^5 \begin{bmatrix} 1,835 & 0 & 0 \\ 0 & 1,835 & 0 \\ 0 & 0 & 1,223 \end{bmatrix}$$

# Calcul des pulsations et modes propres de vibration ?

Solutions :

$$\det|K - \omega^2 M| = 0$$

## Transversale

$$\omega_1 = 14,2379 \frac{rd}{s} \quad T_1 = 0,4413 s$$

$$\omega_2 = 42,368 \frac{rd}{s} \quad T_2 = 0,1483 s$$

$$\omega_3 = 65,31377 \frac{rd}{s} \quad T_3 = 0,0962 s$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} 0,374 & 0,946 & 1,299 \\ 0,784 & 0,399 & -1,465 \\ 1,0 & -1,0 & 1,0 \end{bmatrix}$$

## Longitudinale

$$\omega_1 = 13,791 \frac{rd}{s} \quad T_1 = 0,4556 s$$

$$\omega_2 = 38,68956 \frac{rd}{s} \quad T_2 = 0,1624 s$$

$$\omega_3 = 63,72398 \frac{rd}{s} \quad T_3 = 0,0986 s$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} 0,365 & 0,925 & 1,442 \\ 0,778 & 0,424 & -1,333 \\ 1,0 & -1,0 & 1,0 \end{bmatrix}$$



**La méthode  
statique  
équivalente ?**

**RPA 2024**

# Calcul des efforts par RPA 2024 ?

Force sismique totale à la base

$$V = \lambda \cdot \frac{S_{ad}}{g} (T_0) \cdot W$$

Avec  $\frac{S_{ad}}{g} (T_0)$  ??? (correspondant à la période fondamentale «  $T_0$  »)

$$\frac{S_{ad}}{g} = \begin{cases} A I S \left( \frac{2}{3} + \frac{T}{T_1} \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} - \frac{2}{3} \right) \right) & 0 \leq T \leq T_1 \\ A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) & T_1 \leq T \leq T_2 \\ A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2}{T} \right) & T_2 \leq T \leq T_3 \\ A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2 T_3}{T^2} \right) & T_3 \leq T \leq 4.0 \text{ s} \end{cases}$$

Zone sismique = III

D'où : Spectre de type 2.

Site	S	T1(s)	T2(s)	T3(s)
S1	1,00	0,05	0,25	1,20
S2	1,30	0,05	0,30	1,20
S3	1,55	0,10	0,40	1,20
S4	1,80	0,10	0,50	1,20

Sol ferme (S2)  $\rightarrow T_1 = 0.05 \text{ s} \quad T_2 = 0.30 \text{ s} \quad T_3 = 1.20 \text{ s} \quad \text{Coef. Site } S = 1.30$

## Choix de la période fondamentale

$$T_{\text{empirique}} = CT h_N^{3/4}$$

$$T_{\text{empirique}} = 0.075 \cdot 9^{3/4}$$

$$T_{\text{empirique}} = 0.389 \text{ s}$$

### Transversale

$$1.3 T_{\text{empirique}} = 1.3 \times 0.389 = 0.5057 > T_{\text{calcul}} = 0.4413$$

On prend :

$$T_{0T} = T_{\text{calcul}} = 0.4413 \text{ s}$$

### Longitudinale

$$1.3 T_{\text{empirique}} = 1.3 \times 0.389 = 0.5057 > T_{\text{calcul}} = 0.4556$$

On prend :

$$T_{0L} = T_{\text{calcul}} = 0.4556 \text{ s}$$

$$V = \lambda \cdot \frac{S_{ad}}{g} (T_0) \cdot W$$

$$V = \lambda \cdot \frac{S_{ad}}{g} (T_0) \cdot W$$

$\lambda$  : Coefficient de correction

$$\lambda = \begin{cases} 0.85 & \text{si } T_0 \leq (2 \cdot T_2) \text{ et si le bâtiment a plus de 02 niv} \\ 1 & \text{Autrement} \end{cases}$$

$$T_1 = 0.05 \text{ s} \quad T_2 = 0.30 \text{ s} \quad T_3 = 1.20 \text{ s} \quad \text{Coef. Site } S = 1.30$$

Transversale

$$T_{0T} = 0.4413 < (2 \cdot T_2) = 0.60 \quad \text{et} \quad > 02 \text{ niv}$$

$$\lambda = 0.85$$

Longitudinale

$$T_{0L} = 0.4556 < (2 \cdot T_2) = 0.60 \quad \text{et} \quad > 02 \text{ niv}$$

$$\lambda = 0.85$$

$$\frac{S_{ad}}{g} (T_0) \quad ???$$

Transversale

$$T_2 \leq T_{0T} \leq T_3$$

car

$$0.30 \leq 0.4413 \leq 1.20$$

D'où

$$\frac{S_{ad}}{g} = A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2}{T} \right)$$

$$\frac{S_{ad}}{g} = \begin{cases} A I S \left( \frac{2}{3} + \frac{T}{T_1} \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} - \frac{2}{3} \right) \right) & 0 \leq T \leq T_1 \\ A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) & T_1 \leq T \leq T_2 \\ A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2}{T} \right) & T_2 \leq T \leq T_3 \\ A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2 T_3}{T^2} \right) & T_3 \leq T \leq 4.0 \text{ s} \end{cases}$$

Longitudinale

$$T_2 \leq T_{0L} \leq T_3 \quad \text{car} \quad 0.30 \leq 0.4556 \leq 1.20$$

D'où

$$\frac{S_{ad}}{g} = A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2}{T} \right)$$

## Calcul des efforts par RPA2024 ?

### Récapitulatif

Données	Transversale	Longitudinale
A (Zone III)	0,15	0,15
R (à ossature)	5,5 <sup>(a)</sup>	5,5 <sup>(a)</sup>
I (Gr 2)	1,0	1,0
S (zone III, S2)	1,30	1,30
Q <sub>F</sub> (Cat. (a))	1,0	1,0
T <sub>2</sub>	0,30	0,30
T <sub>retenue</sub>	0,4413	0,4556
$\frac{S_{ad}}{g} = A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2}{T} \right)$	0,06025	0,05836
$C = \lambda \cdot \frac{S_{ad}}{g} (T_0)$	0,0512	0,0496
W (KN)	4800	4800
V = C W (KN)	245,76	238,08

## Récapitulatif

	V(KN) Longitudinale	V(KN) Transversale
MSE (RPA 2003)	404,612	396,093
MSE (RPA 2024)	245,76	238,08
RPA 2024/2003	<b>- 39,26 %</b>	<b>- 39,89 %</b>

**Comparaison**

- MSE : 01 seul mode (1<sup>er</sup> mode contribue à 85%)
- MSE RPA2024. > MSERPA2003 (**Une diminution d'environ 40 %** dans l'effort à la base, dans les 02 directions)
- Conclusion valable pour cet exemple. A généraliser par d'autres exemples plus réaliste.

**Merci. Fin de l'Application 16B**