

# *Dynamique des Structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

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

## **Partie 4: Calcul d'une structure en Béton Armé.**

### **Chapitre 06A**

# **Analyse – La Méthode Statique Equivalente (MSE)**

**Cours 06A Samedi 17.01.2026**



# 1. Introduction

- ✓ L'objectif de ce chapitre est de calculer l'effort tranchant à la base dans les 02 directions pour qu'on puisse le comparer à l'effort tranchant calculé par la méthode spectrale.
- ✓ Le but principal est de faire une analyse dynamique basée sur la méthode statique équivalente afin de déterminer les réponses dynamiques de la structure.
- ✓ Pour cela la force à la base est distribuée verticalement sur chaque étage et ensuite horizontalement suivant les éléments de l'étage. Ces distributions constituent en général les forces (statiques) à appliquer sur la structure. C'est la méthode statique équivalente.
- La méthode constitue la base de calcul sismique des structures dans les règlements parasismiques moyennant la vérification de certains critères.

**Finalité : Calcul de l'effort tranchant  
à la base**



# 2. Méthodes de calcul

## 03 grandes méthodes pour la résolution des SPDDL à excitation du support

### Méthodes dynamiques

- ❖ Superposition modale.
- ❖ **Spectrale.**
- ❖ Pas à pas
- ❖ Méthodes de résolution non linéaires

Méthode qui nous intéresse dans les calculs numériques (ROBOT, SAP, ETABS...)

### Méthodes statiques

- ❖ **Méthode statique linéaire équivalente**
- ❖ Méthode statique non linéaire. (Procédures basées sur la méthode Push over)

Méthode utilisée dans les RPA

**Méthode d'analyse dynamique par accélérogrammes**  
Détaillée (Chap 3.3.4)

### 03 méthodes

- ✓ Méthode statique équivalente
- ✓ Méthode d'analyse modale spectrale
- ✓ Méthode d'analyse dynamique par accélérogrammes

MSE



- ❖ Bâtiments réguliers en plan et en élévation avec une hauteur max de 65 m en zones I, II et III et 32 m en zone IV, V et VI
- ❖ Bâtiments irréguliers de hauteur max de 65 m en zones I, II et III et 32 m en zone IV, V et VI avec, en plus :
  - ✓ Zone I et II : tous groupes. Pas de limite de niv ou hauteur
  - ✓ Zone III et IV : Gr 3; Gr 2 si  $h \leq 7$  niv et  $\leq 23$  m ; Gr 1B si  $h \leq 5$  niv et  $\leq 17$  m ; Gr 1A si  $h \leq 3$  niv et  $\leq 11$  m
  - ✓ Zones V et VI : Gr 3 et 2 si  $h \leq 5$  niv et  $\leq 17$  m ; Gr 1B si  $h \leq 3$  niv et  $\leq 11$  m ; Gr 1A si  $h \leq 2$  niv et  $\leq 8$  m.

Méthodes  
dynamiques



- ❖ Méthode d'analyse modale spectrale dans tous les cas, et en particulier dans le cas où la MSE n'est pas permise.
- ❖ Méthode d'analyse dynamique par **accélérogrammes** au cas par cas par un personnel qualifié, ayant justifié les choix des séismes de calcul et des lois de comportement utilisées ainsi que la méthode d'interprétation des résultats et les critères de sécurité à satisfaire.

Méthode d'analyse dynamique par accélérogrammes : Détaillée (Chap 3.3.4)

# 3. Méthode Statique Equivalente

MSE

- ✓ Les forces et déplacements obtenus par la MSE sont **inférieures** aux forces et déformations observées lors d'un séisme majeur.
- ✓ Ce dépassement est équilibré par le comportement **ductile** fourni par les dispositions constructives.

## Méthode statique équivalente

- Très ancienne, plus simple et la plus utilisée.
- Consiste à remplacer les forces dynamiques par des forces statiques équivalentes.
- Le **mouvement du sol** peut se faire dans une direction quelconque dans le plan horizontal.
- Les forces sismiques horizontales équivalentes seront considérées appliquées successivement suivant **02 directions orthogonales caractéristiques choisies par le projeteur ou bien** généralement les axes principaux du plan horizontal de la structure.
- Valable pour des structures **régulières moins élevée**.
- Utilise uniquement le **mode de vibration fondamental**.
- La distribution des **charges horizontales statiquement** appliquée est proche du premier mode.
- La force est de type inertie qui s'oppose à l'accélération sismique maximale du sol.

## Attention !!!

L'utilisation de la MSE ne peut être dissociées de l'application rigoureuse des **dispositions constructives** garantissant à la structure:

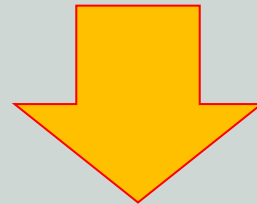
- **Une ductilité** suffisante
- La **capacité de dissiper** l'énergie vibratoire transmise à la structure par des secousses sismiques majeurs.

## Modélisation

### *Méthode statique équivalente*

- Principe du **plancher rigide**. Dans chacune des 02 directions, modèle plan à 1 seul DDL (translation horizontale) et masses concentrées au centre de gravité des planchers, sous réserve que les systèmes de contreventement dans les 02 directions puissent être découplés.
- La rigidité latérale des éléments porteurs du système de contreventement est calculée à partir des sections non fissurées pour les structures en BA ou maçonnerie.
- Seul le mode fondamental de vibration de la structure est à considérer dans le calcul de la force sismique latérale.

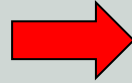
**Effort tranchant  
à la base par la  
MSE**



**Avant de faire un calcul spectral, il faut calculer l'effort tranchant à la base par la méthode statique équivalent et vérifie la condition des 80%**

# 4. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**Force sismique totale**



**Attention !!!**

Appliquée à la base, à calculer successivement dans 02 directions horizontales orthogonales

**RPA2024**

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

**Avec:**

$\frac{S_{ad}}{g} (T_0)$  : Ordonnée du spectre de calcul pour la période ( $T_0$ )

$T_0$  : Période fondamentale du bâtiment, pour le mouvement de translation dans la direction considérée

$\lambda$  : Coefficient de correction

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

$W$  : Poids sismique total du bâtiment.

## 4. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**D'où vient cette formule ?**

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

Amplification de W  
(principe de la MSE)

(17C.1)

Déjà vu (Chap 12) L'effort maximal (12.22):

$$F_{kjmax} = \Gamma_j \omega_j^2 M \phi_j q_{jmax}(t) = \omega_j^2 M \phi_j y \frac{L_j}{M_j} y_{jmax}(t) = M \phi_j \frac{L_j}{M_j} S_A(\omega_j, \xi_j)$$

L'effort tranchant à la base

$$V_{0max} = \sum_{j=1}^n \frac{L_j^2}{M_j} S_A(\omega_j, \xi_j)$$

$$L_n = \phi_n^T M \{\Delta\}$$

Pour le 1<sup>er</sup> mode, on aura  $V_{0max} = \frac{L_1^2}{M_1} S_A(\omega_1, \xi_1)$  (17.1b)  $L_1 = \phi_1^T M \{\Delta\}$

En comparant (17.1) et (17.1b), on aura

$$\frac{L_1^2}{M_1} = \frac{W}{g}$$

D'où

$$V_{0max} = \frac{W}{g} S_A(\omega_1, \xi_1) = D \cdot W$$

Avec

$$D = \frac{S_A(\omega_1, \xi_1)}{g}$$

D : accélération spectrale exprimée en « g »

W : poids total supposé être le poids effectif dans le 1<sup>er</sup> mode.

$\lambda$  : Pour tenir compte de la masse modale du 1er mode reste inférieure de 15% de la masse total (85%)

Transformation du spectre de réponse en spectre de calcul, par introduction des coefficients  $Q_f/R$

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

#### Données du problème

Cas	Paramètre	Valeur
1	Zone Sismique (faible à moyen) (§ 3.1)	II
2	Classification du site (Site ferme : Rapport géotechnique) (§ 3.2)	S2
3	Classification du bâtiment selon son importance (Importance moyenne) (§ 3.4)	2
4	Système de contreventement (Système à ossature) (§ 3.5)	1
5	Coefficient d'amortissement	6%

#### A déterminer

1. Coefficient de zone A  
(Table 3.2)

$A = 0,10$

Valeur choisie

Zone de sismicité	Niveau de sismicité	A
0	Très faible	-
I	Faible	0,07
II	Faible à moyenne	0,10
III	Moyenne	0,15
IV	Moyenne à élevée	0,20
V	Elevée	0,25
VI	Elevée	0,30

2. Coefficient d'importance  
(Table 3.10)

$I = 1,0$

Coefficient d'importance, I	Groupe d'importance			
	1A	1B	2	3
I	1.40	1.20	1	0.80

Table 3.10: Valeurs des coefficients d'importance

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

#### 3. Type de spectre (§ 3.3.1)

**Type 2**

#### 4. Coefficient de comportement (Table 3.17)

**$R = 5,5 (a)$**

Le spectre, selon la zone sismique, est de:

- Type 1 : appliqué aux zones sismiques IV, V et VI
- **Type 2** : appliqué aux zones sismiques I, II et III.

3.6 Coefficient de comportement global de la structure

69

Cat	Description du système de contreventement	Valeur de R
<b>A) Structures en béton armé</b>		
1	Système à ossature	<b>5,5 (a)</b>
2	Système à contreventement mixte, équivalent à une ossature	5,5 (a)
3	Système à ossature ou mixte équivalent à ossature avec remplissage en maçonnerie rigide	3,5 (a)
4	Système à contreventement mixte, équivalent à des voiles	4,5 (b)
5	Système de contreventement constitué par des voiles	4,5 (b)

#### 5. S, T1, T2 et T3 (table 3.4)

**$S = 1,3; T1 = 0,05 s; T2 = 0,30 s$  et  $T3 = 1,20 s$**

Spectre	Type 2	S	T <sub>1</sub> (s)	T <sub>2</sub> (s)	T <sub>3</sub> (s)
(Zones I, II et III)					
site: S <sub>1</sub>		1,00	0,05	0,25	1,20
site: S <sub>2</sub>		<b>1,30</b>	0,05	0,30	1,20
site: S <sub>3</sub>		1,55	0,10	0,40	1,20
site: S <sub>4</sub>		1,80	0,10	0,50	1,20

Table 3.4: Valeurs des paramètres décrivant les spectres de réponse élastique de type 2 (Zones I, II et III)



### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**Estimation de la période fondamentale de la structure**

### 6. Calcul de la période $T_0$ (§ 4.2.4)

**Empirique**

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

- ✓  $h_N$  : Hauteur mesurée en (m) à partir de la base de la structure jusqu'au dernier niveau (N)
- ✓  $C_T$  : Coefficient, fonction du système de contreventement, du type de remplissage donné par le tableau

Cas	Système de contreventement	$C_T$
1	Ossatures spatiales en béton armé sans remplissage en maçonnerie	0.075
2	Portiques spatiaux en acier sans remplissage en maçonnerie	0.085
3	Ossature en portiques en béton armé ou en acier avec remplissage en maçonnerie	0.050
4	Autres types de structures	0.050

Table 4.3: Valeurs du coefficient  $C_T$

**Avec:**

$$h_N = 12,24 \text{ m et } C_T = 0,050$$

$$T_{\text{empirique}} = 0,327 \text{ s}$$

**A comparer avec**

$$T_{\text{Robot}} (x \text{ et } y)$$

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

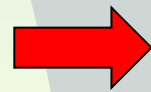
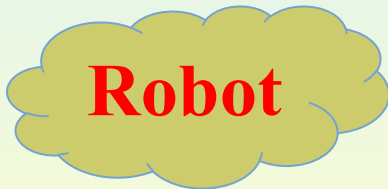
**Estimation de la période fondamentale de la structure**

$$T_{\text{calcul}} \text{ (Rayleigh ou numérique)} < 1.30 T_{\text{empirique}}$$

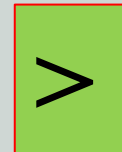
D'où :



Cas	Valeur $T_0$ à utiliser
$T_{\text{calcul}} < 1.3 T_{\text{empirique}}$	$T_0 = T_{\text{calcul}}$
$T_{\text{calcul}} \geq 1.3 T_{\text{empirique}}$	$T_0 = 1.3 T_{\text{empirique}}$



$$T_x = 0,66 \text{ s}$$
$$T_y = 0,55 \text{ s}$$



$$1,3 T_{\text{empirique}}$$
$$= 0,425 \text{ s}$$

On prend :  $T_0 = 1.3 T_{\text{empirique}}$

$$T_0 = 0,425 \text{ s}$$

Dans les 02 directions

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

#### 7. Coefficient de correction (§ 4.2.3)

D'où :

$$\lambda = \begin{cases} 0,85, & \text{si } T_0 \leq (2.T_2) \text{ et si le bâtiment a plus de 2 niveaux} \\ 1, & \text{autrement} \end{cases}$$

Avec:

$$T_0 = 0,425 \text{ s et } T_2 = 0,30 \text{ s}$$

$$T_0 = 0,425 \text{ s} < 2 T_2 = 0,60 \text{ s}$$

Et Bâtiment a 04 niveaux

$$\lambda = 0,85$$

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

### 8. Facteur de qualité (§ 3.8)

$$Q_F = 1 + \sum_{1}^{5} P_q$$

Dépend de :

- ✓ La redondance et de la géométrie des éléments qui la constituent
- ✓ La régularité en plan et en élévation

Catégorie	Critère, q	$P_q$	
		Observé	N/observé
(a)	1. Régularité en plan	0	0.05
	2. Régularité en élévation	0	0.20
	3. Conditions minimales sur le nombre étage	0	0.20
	4. Conditions minimales sur les travées	0	0.10
(b)	1. Régularité en plan	0	0.05
	2. Régularité en élévation	0	0.20
	3. Redondance en plan	0	0.05

Table 3.18: Valeurs des Pondérations  $P_q$

**Régularité en plan**  
(§ 3.7.1.a) (a1; a2;  
a3 et a4)

**a1**: Configuration sensiblement symétrique vis-à-vis de 02 directions orthogonale (Rigidités et masses)

**a1** : Condition vérifiée



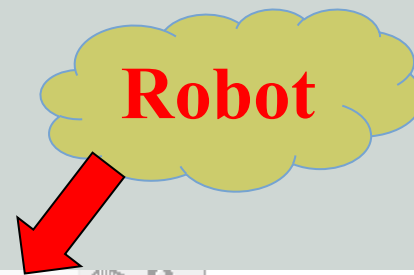
### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**8. Facteur de qualité (§ 3.8)**

**Régularité en plan (§ 3.7.1.a)**

**a2:** A chaque niveau et pour chaque direction de calcul, la distance entre le centre des masses et le centre des rigidités ne doit pas dépasser 15% de la dimension du bâtiment, mesurée perpendiculaire à la direction de l'action sismique considérée.



s/Etage	Nom	Masse [kg]	G (x,y,z) [m]	R (x,y,z) [m]	Ix [kgm <sup>2</sup> ]	Iy [kgm <sup>2</sup> ]	Iz [kgm <sup>2</sup> ]	ex0 [m]	ey0 [m]	ex2 [m]	ey2 [m]
1/ 1	Etage 1	285816,08	9,30 5,10 2,77	9,28 3,53 2,50	4448315,42	9872847,70	13800683,51	0,02	1,57	0,0	0,0
1/ 2	Etage 2	285724,63	9,30 5,10 5,82	9,28 3,84 5,52	4456840,65	9881819,51	13799943,99	0,02	1,27	0,0	0,0
1/ 3	Etage 3	285724,63	9,30 5,10 8,88	9,28 3,83 8,58	4456815,39	9881875,61	13799724,80	0,02	1,27	0,0	0,0
1/ 4	Etage 4	294089,95	9,30 5,11 12,01	9,30 5,30 11,72	4343043,19	9647827,00	13410653,63	0,00	0,19	0,0	0,0

**Avec:**

$L_x = 19,0 \text{ m}$  et  $L_y = 13,05 \text{ m}$

**Sens X** ✓

**Sens Y** ✓

Etage	G(x)	R(x)	R(x) - G(x)	15% $L_y$	Condition
1	9,30	9,28	0,02	1,96	Vérifiée
2	9,30	9,28	0,02	1,96	Vérifiée
3	9,30	9,28	0,02	1,96	Vérifiée
4	9,30	9,30	0,0	1,96	Vérifiée

Etage	G(y)	R(y)	R(y) - G(y)	15% $L_x$	Condition
1	5,10	3,53	1,57	2,85	Vérifiée
2	5,10	3,84	1,26	2,85	Vérifiée
3	5,10	3,83	1,27	2,85	Vérifiée
4	5,11	5,30	0,19	2,85	Vérifiée

**a2 : Condition vérifiée**

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**8. Facteur de qualité (§ 3.8)**

**Régularité en plan (§ 3.7.1.a)**

**a3:** La forme du bâtiment doit être compacte avec un rapport longueur/largeur du plancher inférieur ou égal 4 (Figure 3.8). La somme des dimensions des parties rentrantes ou saillantes dans une direction donnée ne doit pas excéder 25% de la dimension totale des bâtiments dans cette direction.

**Avec:**  $L_x = 19,0$  m et  $L_y = 13,05$  m

$$0,25 < \frac{L_x}{L_y} = \frac{19}{13,05} = 1,456 < 4 \quad \checkmark$$

$$\frac{l_1 + l_2}{L_y} = \frac{2,65}{13,05} = 0,203 < 0,25 \quad \checkmark$$

**a3 : Condition vérifiée**

**a4:** Les planchers doivent présenter une rigidité suffisante vis-à-vis de celle des contreventements verticaux pour être considérée comme indéformable dans leur plan. Dans ce cadre, la surface totale des ouvertures de plancher doit rester inférieure à 15% de celle de ce dernier

**Avec:**

$Surface_{ouverture} = 17,16$  m<sup>2</sup>

$Surface_{totale} = 230,55$  m<sup>2</sup>

$$17,16 < 0,15 \times 230,55 = 34,58 \text{ m}^2$$

**a4 : Condition vérifiée** 

**a1, a2, a3 et a4 vérifiés**

**Régularité en plan : C.V**

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**8. Facteur de qualité (§ 3.8)**

**Régularité en élévation (§ 3.7.1.b)**

**b1:** le système de contreventement ne doit pas comporter d'élément porteur vertical discontinu, dont la charge ne se transmet pas directement à la fondation.



**b1 : Condition vérifiée**

**b2:** Aussi bien la raideur que la masse des différents niveaux restent constantes ou diminuer progressivement et sans changements brusque de la base au sommet du bâtiment.



**b2 : Condition vérifiée**

**Robot**

**Masse/Etage**

Cas/Etage	Nom	Masse [kg]	G (x,y,z) [m]	R (x,y,z) [m]	Ix [kgm <sup>2</sup> ]	Iy [kgm <sup>2</sup> ]	Iz [kgm <sup>2</sup> ]
1/ 1	Etage 1	285816,08	9,30 5,10 2,77	9,28 3,53 2,50	4448315,42	9872847,70	13800683,51
1/ 2	Etage 2	285724,63	9,30 5,10 5,82	9,28 3,84 5,52	4456840,65	9881819,51	13799943,99
1/ 3	Etage 3	285724,63	9,30 5,10 8,88	9,28 3,83 8,58	4456815,39	9881875,61	13799724,80
1/ 4	Etage 4	294089,95	9,30 5,11 12,01	9,30 5,30 11,72	4343043,19	9647827,00	13410653,63

**Pour les masses**

**Constantes**

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**8. Facteur de qualité (§ 3.8)**

**Régularité en élévation (§ 3.7.1.b)**

**b2:** Aussi bien la raideur que la masse des différents niveaux restent constantes ou diminuer progressivement et sans changements brusque de la base au sommet du bâtiment.



**b2 : Condition vérifiée**

**Pour les rigidités**

?

**Rigidité = Force/déplacement**

**Rigidité/Etage**

Du aux chargements latéraux les plus défavorables (suivant X et Y), on tire les efforts au niveau des étages «  $V_x$  » et «  $V_y$  » et les déplacements inter-étages (relatifs) «  $dr_{U_x}$  » et «  $dr_{U_y}$  ».

Etage	$V_x$ (KN)	$V_y$ (KN)	$dr_{U_x}$ (cm)	$dr_{U_y}$ (cm)	$K_x$ (KN/m)	$K_y$ (KN/m)
1	267,22	303,64	0,0955	0,1087	279811,518	279337,626
2	233,14	250,09	0,1484	0,1431	157102,426	174765,898
3	185,77	193,43	0,1283	0,1178	144793,453	164202,037
4	125,25	144,39	0,0913	0,0939	137185,104	153769,968

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**8. Facteur de qualité (§ 3.8)**

**Régularité en élévation (§ 3.7.1.b)**

**b3:** Le rapport de masse, sur rigidité de deux niveaux successifs, ne doit pas varier de plus de 25% dans chaque direction de calcul (**non applicable pour buanderie, salle d'ascenseur, etc.**).

**Il faut**

$$\frac{M_i / K_{xi}}{M_{i-1} / K_{xi-1}} \geq 0,75$$

$$\frac{M_i / K_{yi}}{M_{i-1} / K_{yi-1}} \geq 0,75$$

**Sens X**



**Sens Y**



Etage	M	Kx	M/Kx	Dif	Condition
1	285816,08	279811,518	1,0215	1,0	Vérifiée
2	285724,63	157102,426	1,8187	1,78	Vérifiée
3	285724,63	144793,453	1,9733	1,085	Vérifiée
4	294089,95	137185,104	2,1437	1,086	Vérifiée

Etage	M	Ky	M/Ky	Dif	Condition
1	285816,08	279337,626	1,0231	1,0	Vérifiée
2	285724,63	174765,898	1,6349	1,59	Vérifiée
3	285724,63	164202,037	1,74	1,064	Vérifiée
4	294089,95	153769,968	1,9125	1,099	Vérifiée

**b3 : Condition vérifiée**

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**8. Facteur de qualité (§ 3.8)**

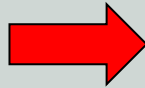
**Régularité en élévation (§ 3.7.1.b)**

**b4:** dans le cas de décrochement en élévation, la variation des dimensions, en plan du bâtiment entre deux niveaux successifs, ne dépasse pas 20% dans les deux directions de calcul et ne s'effectue que dans le sens d'une diminution avec la hauteur. La plus grande dimension latérale du bâtiment n'excède pas 1,5 fois sa plus petite dimension (**non applicable pour buanderie, salle d'ascenseur, etc.**).

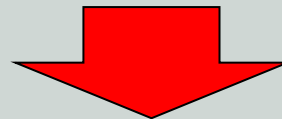


**b4 : Condition vérifiée**

**b1, b2, b3 et b4 vérifiés**



**Régularité en élévation : C.V**



**Condition minimale sur le nombre d'étages**  
**Condition minimale sur le nombre de travées**

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

### 8. Facteur de qualité (§ 3.8)

Condition minimale sur le nombre d'étage (§ 3.8.a)

La structure doit comporter au minimum deux niveaux.



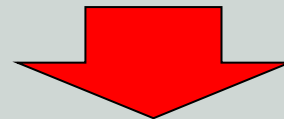
Condition vérifiée

Condition minimale sur les travées (§ 3.8.a)

La structure doit présenter, à chaque niveau, au minimum trois travées



Condition non vérifiée



On revient au facteur de qualité

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

### 8. Facteur de qualité (§ 3.8)

$$Q_F = 1 + \sum_1^5 P_q$$

Catégorie	Critère, q	$P_q$	
		Observé	N/observé
(a)	1. Régularité en plan	0	0.05
	2. Régularité en élévation	0	0.20
	3. Conditions minimales sur le nombre étage	0	0.20
	4. Conditions minimales sur les travées	0	0.10
(b)	1. Régularité en plan	0	0.05
	2. Régularité en élévation	0	0.20
	3. Redondance en plan	0	0.05

Table 3.18: Valeurs des Pondérations  $P_q$

$$Q_F = 1,10$$

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

**8. Ordonnée du spectre de calcul**  
(§ 3.3.3)

$\frac{S_{ad}}{g}(T_0)$  : Ordonnée du spectre de calcul pour la période ( $T_0$ )

$$\frac{S_{ad}}{g}(T) = \begin{cases} A I S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_1} \cdot \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} - \frac{2}{3} \right) \right] & \text{si : } 0 \leq T < T_1 \\ A I S \cdot \left[ 2.5 \frac{Q_F}{R} \right] & \text{si : } T_1 \leq T < T_2 \\ A I S \cdot \left[ 2.5 \frac{Q_F}{R} \right] \cdot \left[ \frac{T_2}{T} \right] & \text{si : } T_2 \leq T < T_3 \\ A I S \cdot \left[ 2.5 \frac{Q_F}{R} \right] \cdot \left[ \frac{T_2 \cdot T_3}{T^2} \right] & \text{si : } T_3 \leq T < 4s \end{cases}$$

**Avec:**

$$T_0 = 0,425 \text{ s}$$

$$T_1 = 0,05 \text{ s} ; T_2 = 0,30 \text{ s} ; T_3 = 1,20 \text{ s}$$

$$A = 0,1 ; I = 1,0 ; S = 1,30 ; Q_f = 1,10 \text{ et } R = 5,50$$

$$\frac{S_{ad}}{g} = A I S \left( 2.5 \frac{Q_F}{R} \right) \left( \frac{T_2}{T} \right) = 0,04588$$

$$\frac{S_{ad}}{g} = 0,04588$$

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**A déterminer**

### 9. W : Poids total de la structure

$$W_i = W_{Gi} + \psi W_{Qi}$$

- ✓  $W_{Gi}$  : Poids dus aux charges permanentes et à celles des équipements fixes éventuels, solidaires de la structure
- ✓  $W_{Qi}$  : Charges d'exploitation
- ✓  $\psi$  : Coefficient d'accompagnement, fonction de la nature et de la durée de la charge d'exploitation donné par le tableau (4.2)

Cas	Type d'ouvrage	Valeur choisie	$\psi$
1	Bâtiments d'habitation, bureaux ou assimilés		0.20
2	Bâtiments recevant du public temporairement :		
2a	- Salles d'exposition, de sport, lieux de culte, salles de réunions avec places debout		0.30

**Robot**

**Masse Totales**

En Kg, à multiplier par « g=9,81 »

Cas/Mode	Période [sec]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Tot.mas.UX [kg]	Tot.mas.UY [kg]
5/ 1	0,66	68,76	0,00	68,76	0,00	871681,46	871681,46
5/ 2	0,55	0,01	82,16	68,77	82,16	871681,46	871681,46
5/ 3	0,55	11,02	0,08	79,80	82,24	871681,46	871681,46
5/ 4	0,21	11,55	0,00	91,35	82,24	871681,46	871681,46
5/ 5	0,18	0,00	11,06	91,35	93,30	871681,46	871681,46
5/ 6	0,18	0,53	0,02	91,87	93,32	871681,46	871681,46
5/ 7	0,11	4,74	0,00	96,62	93,32	871681,46	871681,46
5/ 8	0,10	0,00	4,25	96,62	97,58	871681,46	871681,46
5/ 9	0,10	0,42	0,01	97,04	97,59	871681,46	871681,46
5/ 10	0,07	1,41	0,00	98,45	97,59	871681,46	871681,46

**Ainsi**

$$W = 8551195,12 \text{ N}$$

$$W \approx 8551,20 \text{ KN}$$

### 3. Calcul de l'effort tranchant à la base par la MSE

**Force sismique totale**

**RPA2024**

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

**Avec:**

$$\frac{S_{ad}}{g} (T_0) = 0,04588$$

$$\lambda = 0,85$$

$$W = 8551,20 \text{ KN}$$

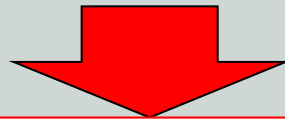
$$V_{MSE} = \lambda \cdot \frac{S_{ad}}{g} (T_0) \cdot W = 333,48 \text{ KN}$$

Valeur à comparer avec celle qu'on va calculer par la méthode spectrale

**Prochaine  
étape**

On calcule l'effort tranchant à la base par la méthode spectrale (ROBOT) et on le compare avec celui calculé par la MSE pour le critère des 80%

**Effort tranchant  
à la base par la  
méthode  
spectrale**



**C'est l'objet du prochain chapitre  
(Chapitre 6B)**

**Merci. Fin du Chapitre 06A**

***[www.abdellatif-megnounif.com/?action=cours](http://www.abdellatif-megnounif.com/?action=cours)***



# *Dynamique des structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

**Prochain Cours**

**Chap. 06B**

**Analyse – La méthode Spectrale**