

1. EXERCICE (DETERMINATION DES EFFORTS SISMIQUES DANS UNE STRUCTURE)

On s'intéresse à la structure suivante constituée de 2 planchers R+1 et R+2 avec une dalle en toiture.

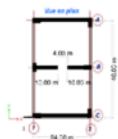
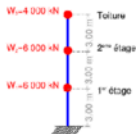


Figure 1: Schéma mécanique comportant les poids des différents étages concentrés à chaque étage

La Figure 1 représente le schéma mécanique pour l'analyse dynamique avec :

- Concentration d'une raideur équivalente pour chaque élément vertical reliant 3 niveaux successifs,
- Masses concentrées à chaque étage comportant la masse du plancher et la masse associées aux porteurs verticaux sur une $\frac{1}{2}$ hauteur en dessous et au dessus de chaque étage.

Nota : Dans cet énoncé, on fournit les poids du bâtiment concentrés à chaque étage.

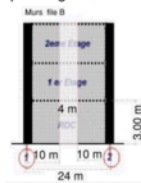
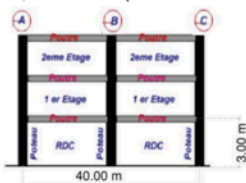
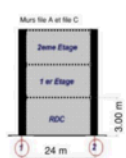


Figure 3: Elévation des murs pour chacune des files A et C

Figure 4: Elévation des portiques pour chacune des files 1 et 2

Figure 5: Elévation des murs pour la file B

Le poids total utilisé pour l'analyse sismique est $W=W_1+W_2+W_3=16\ 000\text{ kN}$ (voir Figure 1)

On fournit le spectre sismique horizontal élastique suivant :

Bâtiment en zone 4, de catégorie d'importance II et de classe de sol D. L'amortissement considéré est 5% ($\eta=1$).

Zone 4 $\rightarrow a_{gr} = 1.6\text{ m/s}^2$

Catégorie II $\rightarrow \gamma_I = 1$ donc $a_g = a_{gr} = 1.6\text{ m/s}^2$

Classe de sol D $\rightarrow S = 1.6 / T_B = 0.1\text{ s} / T_C = 0.6\text{ s} / T_D = 1.5\text{ s}$

On en déduit l'accélération à la période nulle $S_e(T=0) = a_g \times S = 1.6 \times 1.6 = 2.56\text{ m/s}^2$.

Ainsi que l'accélération au pic du spectre $S_e(\text{pic}) = 2.5 \times a_g \times S \times 1 = 2.5 \times 2.56 = 6.4\text{ m/s}^2$.

Le spectre sismique horizontal élastique est tracé plus bas :

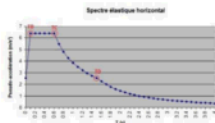


Figure 6: Spectre sismique horizontal élastique $S_e(T)$

Par la suite, on prendra le spectre de dimensionnement $S_d(T)$ pour chacune des directions sismiques

- Sens x et sens y $S_d(T) = \frac{S_g(T)}{q}$

Avec $S_g(T)$ le spectre sismique élastique représenté par la Figure 6 et q coefficient de comportement défini pour chacune des directions :

- Coefficient de comportement sens x : $q_x = 2$ (contreventement avec des murs)
- Coefficient de comportement sens y : $q_y = 3$ (contreventement avec des portiques)

Les périodes du bâtiment pour chacune des directions sont données :

- Période sens x : $T_x = 0.2$ s (contreventement avec des murs)
- Période sens y : $T_y = 0.3$ s (contreventement avec des portiques)

- Sur la base des coefficients de comportement fournis pour chacune des directions, des périodes et des poids fournis pour chacun des étages, déterminer l'effort tranchant total pour chacune des directions x et y en pied du bâtiment.

Nota : On prendra $\lambda = 1$ (bâtiment à 2 étages) dans l'application de la formule de l'effort tranchant fourni en annexe 1

- Déterminer la répartition des forces horizontales à chaque étage pour chacune des directions x et y
- En déduire le moment de renversement pour chacune des directions x et y en pied du bâtiment.
- En faisant l'hypothèse que les murs sur les files A et C sont continus sans ouvertures et que le mur file B comporte une ouverture à chaque étage de longueur 4 m (voir Figure 3 et Figure 5), déterminer l'effort tranchant dans chacun des 2 murs de longueur 10 m situés sur la file B.
- On modifie la raideur des éléments de structures et les périodes sont modifiées ainsi :
 - Sens x : $T_x = 0.1$ s (on obtient cette performance en ajoutant des murs)
 - Sens y : $T_y = 0.8$ s (on obtient cette performance en assouplissant les portiques)

Que deviennent les efforts tranchants pour chacune des directions x et y en pied du bâtiment ?

Annexe 1 : Formulaire – Extrait Eurocode 8

4.3.2.2 Effort tranchant à la base de la structure

(1P) L'effort tranchant élastique à la base, F_b , doit être déterminé, pour chaque direction principale dans laquelle le bâtiment est analysé, au moyen de l'expression suivante :

$$F_b = S_d(T_b) m \lambda \quad (4.8)$$

- où :
- $S_d(T_b)$ est l'ordonnée du spectre de calcul (voir 3.2.2.5) pour la période T_b ;
 - T_b est la période fondamentale du bâtiment ou du système pour le mouvement de translation dans la direction considérée;
 - m est la somme totale des étages, au-dessus des fondations ou du niveau d'un ancrage profondément encastré, calculée conformément à 3.2.4(2);
 - λ est le coefficient de correction, dont la valeur est égale à 1 si $\lambda \leq 0.5$ et $T_b \leq 2T_1$ et si le bâtiment a plus de deux étages, autrement $\lambda = 1.5$.

NOTE Le coefficient λ doit être tel que dans les éléments d'un même étage avec des degrés de liberté de translation dans chaque direction horizontale, la masse totale effective du premier mode (fondamentale) est supérieure ou égale à 90 % de la masse totale du bâtiment.

4.3.2.3 Distribution des forces sismiques horizontales

(1P) Lorsque le mode fondamental est considéré de manière approximative en supposant que les déplacements horizontaux croissent linéairement suivant la hauteur, les forces horizontales F_i doivent être calculées par l'expression :

$$F_i = F_b \frac{h_i}{\sum_{j=1}^n h_j} \quad (4.11)$$

où h_i est la hauteur des masses m_i ou, au-dessus du niveau d'appui de l'action sismique (fondations ou sommets d'un ancrage profondément encastré).

F_b est la force horizontale agissant au niveau 1;

F_i est l'effort tranchant à la base obtenu par la relation (4.8);