

Règles parasismiques pour les éléments non structuraux

Partie 5 : Exemple d'application

La résistance sismique d'un bâtiment repose principalement sur la conception parasismique de sa structure. Les éléments non structuraux ne doivent cependant pas être oubliés. Ils sont eux aussi l'objet d'une étude sismique spécifique. Cette fiche (dernière d'une série de 5) propose un exemple d'application.

Cette fiche fait suite à la [première partie](#) où sont précisés quels sont les éléments non structuraux (ENS) soumis par la réglementation française à l'obligation d'analyse sismique, une [deuxième partie](#) donnant les objectifs de comportement des ENS, une [troisième partie](#) consacrée aux calculs des forces sismiques et une [quatrième partie](#) relative à la compatibilité de déformation.

Données de l'exemple

Bâtiment et ENS

Un module de paroi vitrée est installé au dernier étage d'un bâtiment R+5 (*Figure 1*). La hauteur de ce module est de 3,4 m (égale à la hauteur entre étages du bâtiment) et sa largeur est de 1,5 m. Sa masse représente 400 kg. La hauteur totale du bâtiment est de 20,4 m.

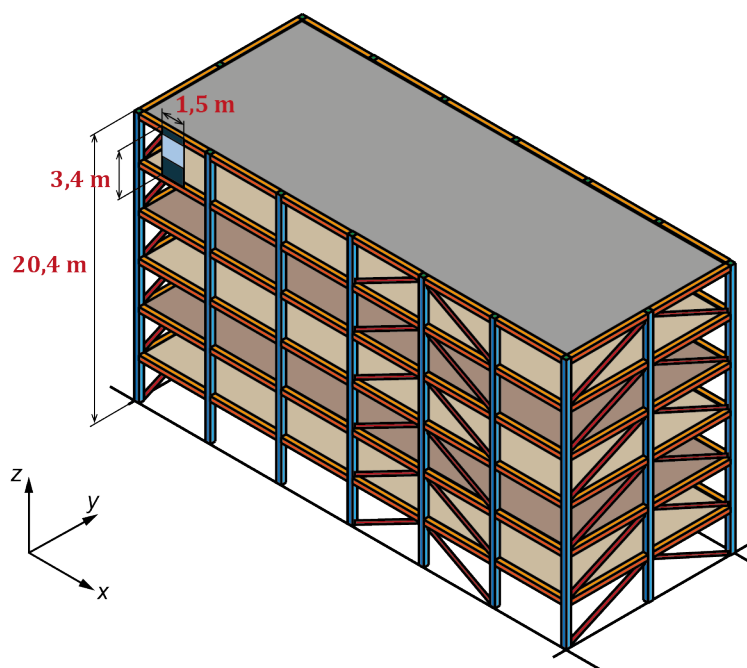


Figure 1 : Paroi d'un bâtiment multi-étagé

Données sismiques

Le bâtiment est situé en zone de sismicité 4 sur un sol de classe C. Il est conçu pour un usage de bureaux et il est classé en catégorie d'importance II.

Les [données réglementaires](#) permettant de définir le spectre de calcul sont les suivantes :

$$\text{accélération sismique} \quad a_g = 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$\text{coefficient de sol} \quad S = 1,5$$

Pour le séisme agissant dans la direction des long-pans (direction x sur la [Figure 1](#)), l'analyse modale du bâtiment donne une période propre de l'ossature égale à $T_1 = 0,61 \text{ s}$. Pour l'ENS, une période propre $T_a = 0,52 \text{ s}$ est considérée. Dans la direction perpendiculaire des pignons (direction y), les valeurs sont $T_1 = 0,65 \text{ s}$ et $T_a = 0,85 \text{ s}$.

Forces sismiques sur l'ENS

Par application de la méthode simplifiée de la norme NF EN 1998-1 (voir [troisième partie](#)), les calculs sont détaillés pour le séisme agissant dans la direction des long-pans (direction x) comme suit :

$$\text{masse de l'ENS :} \quad W_a = m_a g = 400 \times 9,81 = 3\,924 \text{ N}$$

$$\text{coefficient d'importance :} \quad \gamma_a = 1$$

$$\text{coefficient de comportement :} \quad q_a = 1$$

(Compte tenu de la présence d'une partie en verre dans l'ENS, un comportement fragile est pris comme hypothèse)

$$\text{altitude cdg de l'ENS :} \quad z = H - 3,4 / 2 = 18,7 \text{ m}$$

$$\text{coefficient sismique :} \quad \alpha = 1,6 / 9,81 = 0,163$$

$$z / H = 18,7 / 20,4 = 0,917$$

$$T_a / T_1 = 0,52 / 0,65 = 0,800$$

$$S_a = \alpha S \left[3 \frac{1 + z/H}{1 + (1 - T_a/T_1)^2} - 0,5 \right]$$

$$S_a = 0,163 \times 1,5 \left[3 \frac{1 + 0,917}{1 + (1 - 0,80)^2} - 0,5 \right] = 1,23$$

$$S_a = 1,23 \geq \alpha S = 0,16 \times 1,5 = 0,24 \quad \text{OK}$$

$$\text{force sismique sur l'ENS :} \quad F_a = S_a W_a \frac{\gamma_a}{q_a} = 1,23 \times 3\,924 \times 1 / 1 = 4\,828 \text{ N}$$

L'ENS doit être dimensionné en considérant cette force appliquée à son centre de gravité (par exemple pour la vérification du cadre travaillant en flexion et en cisaillement).

Les ancrages et les fixations de la paroi doivent être conçus et dimensionnés pour une force sismique majorée, correspondant à un dimensionnement en capacité, égale à :
 $1,2 \times 4\,828 = 5\,793 \text{ N}$.



Pour le dimensionnement des ancrages sous charges sismiques, voir le Fascicule de Documentation de l'AFNOR FD P06-029 du 13/12/2017 « Règles de construction parasismiques - Dimensionnement des ancrages en zone sismique »

Pour le séisme agissant dans la direction des pignons (direction y), les calculs donnent les résultats suivants, non détaillés :

$$T_a / T_1 = 1,393 ;$$

$$S_a = 1,096 ;$$

$$F_a = 4\,300 \text{ N pour le dimensionnement de l'ENS ;}$$

$$F_a = 5\,160 \text{ N pour le dimensionnement de ses ancrages et fixations.}$$

En effectuant un calcul simplifié enveloppe, dans lequel $T_a / T_1 = 1$ et $z / H = 1$, on obtiendrait :

$$S_a = 1,346 ;$$

$$F_a = 5\,280 \text{ N pour le dimensionnement de l'ENS ;}$$

$$F_a = 6\,336 \text{ N pour le dimensionnement de ses ancrages et fixations.}$$

Compatibilité de déformation

En admettant que la paroi est fixée sur le nez des deux dalles, la composante du séisme la plus sensible vis-à-vis de la compatibilité de déformation est celle agissant dans le plan de la paroi, c'est-à-dire la direction x sur la *Figure 1*. La paroi est considérée comme un ENS de type a), se déformant avec la structure et composés de matériaux fragiles (voir [quatrième partie](#)).

La hauteur entre niveaux est de 3,4 m, ce qui donne la déformabilité minimale δ_a de la paroi pour être compatible avec n'importe quel bâtiment en zone sismique :

$$\delta_a \geq \frac{h_r}{80} = \frac{340}{80} = 4,25 \text{ cm}$$

Si cette déformabilité n'est pas atteinte, il faut vérifier :

$$\delta_a \geq d_r$$

où d_r est le déplacement relatif entre les deux niveaux (ici le 5^e étage et la toiture) sur lequel est fixé l'ENS sous l'effet de l'action sismique.

La vérification de la déformabilité de la paroi nécessite de démontrer que la partie vitrée ne chute pas. Par contre, il n'est pas nécessaire de démontrer le non-endommagement de cette partie.