

VI ELEMENTS NON-STRUCTURAUX & EQUIPEMENTS

6	ELEMENTS NON-STRUCTURAUX & EQUIPEMENTS	91
6.1	Prescriptions complémentaires	
6.2	Eléments non-structuraux	
6.3	Equipements	
6.4	Eléments extérieurs	

6. ELEMENTS NON-STRUCTURAUX & EQUIPEMENTS

6.1 Prescriptions complémentaires

6.1.1 Compatibilité des déplacements

Tous les éléments d'ossature qui ne font pas partie du système de contreventement doivent être vérifiés pour supporter les charges verticales, en même temps, que les moments résultants dus à (R/Q_F) fois les déplacements engendrés par les forces latérales spécifiées. Dans ce cadre, il y a lieu de tenir compte des effets $(P-\Delta)$ éventuels accompagnant ces déplacements.

6.1.2 Diaphragmes

Les diaphragmes et les entretoisements, dans les plans horizontaux, doivent être calculés pour résister aux forces sismiques déterminées par Eqn. (6.1):

$$F_{pk} = \frac{F_t + \sum_{i=k}^n F_i}{\sum_{i=k}^n W_i} \cdot W_{pk} \quad (6.1)$$

Où :

F_i : Effort horizontal revenant au niveau i

F_t : La force concentrée au sommet de la structure

F_{pk} : Force sismique exercée sur le diaphragme au niveau k

W_{pk} : poids du diaphragme et des éléments tributaires du niveau k comprenant une fraction d'accompagnement des charges d'exploitation (cf. Tableau (4.2)) : Coefficient ψ

La force sismique exercée sur le diaphragme sera bornée comme exprimée par Eqn. (6.3) :

$$0.35 \leq \frac{F_{pk}}{(A.I.S) \cdot W_{pk}} \leq 0.70 \quad (6.2)$$

Les diaphragmes supportant des murs de béton ou de maçonnerie doivent avoir des chaînages transversaux, reliant les chaînages de rive, pour assurer la distribution des forces d'ancrage. Dans

les diaphragmes, des chaînages intermédiaires peuvent être prévus pour la formation de sous-diaphragmes afin de transmettre des forces d'ancrage aux chaînages transversaux.

6.2 Eléments non-structuraux

6.2.1 Définition

Les éléments non structuraux sont des éléments qui n'ont pas une fonction porteuse (en dehors de leur propre poids) ou de contreventement;

6.2.2 Exigences de comportement

Le calcul des éléments non-structuraux passe souvent pour secondaire, alors que leur destruction présente parfois un grand danger pour la sécurité des personnes (chute de parement de façade, chute de plafond suspendu, etc).

Lors d'un séisme d'une certaine importance, les éléments non structuraux peuvent être sollicités par l'ossature qui se déforme. Leur présence peut influencer sur le comportement de la structure en modifiant la période d'oscillation et en induisant éventuellement une torsion d'ensemble additionnelle.

Ainsi, les éléments non-structuraux deviennent provisoirement porteurs d'où le risque de subir des dommages importants s'ils ne sont pas conçus pour résister aux sollicitations sismiques. Aussi, doivent-ils supporter, sans dommages inacceptables, les déformations de la structure à laquelle ils sont fixés.

Par ailleurs, les dispositions constructives et la prise en compte des forces sismiques, agissant sur ces éléments, sont destinées à limiter le risque d'accidents corporels et les dégâts causés aux installations et équipements des établissements, qui assurent un service essentiel comme c'est le cas pour les ouvrages classés d'**importance vitale**.

Les éléments non-structuraux doivent être conçus, en fonction des exigences de l'ouvrage, et répondre aux autres objectifs, i.e.:

1. Ouvrages du groupe d'importance 1A

Les éléments non-structuraux ne doivent subir aucun dommage ou très peu ; on doit assurer la sauvegarde d'équipements coûteux, salle d'ordinateur, équipement de télécommunication, équipement dans les hôpitaux (bloc opératoire, etc).

2. Ouvrages des groupes d'importance 1B et 2

Les éléments non-structuraux peuvent subir quelques dommages, sans que ces dommages ne soient dangereux pour la sauvegarde des vies humaines, du fait, par exemple, de la chute brutale de cloisons ou de parement de façade ou murs extérieurs, la destruction des escaliers ou balcons etc.

3. Ouvrages du groupe d'importance 3

Les éléments non-structuraux peuvent subir des dommages qui n'ont aucune répercussion sur la sécurité des personnes: cas des façades légères facilement remplaçables, hangars de stockage, construction provisoire, etc.

6.2.3 Force horizontale agissant sur les éléments non-structuraux

Les forces horizontales de calcul, F_{pk} , agissant sur les éléments non-structuraux, du niveau k , sont calculées suivant Eqn. (6.3) :

$$F_{pk} = (A.I.S).C_p.(1 + \frac{3.h_z}{H}).W_p \quad (6.3)$$

avec:

- A : Coefficient d'accélération de zone (cf. Tableau (3.2))
- I : Coefficient d'importance (cf. Tableau (3.10))
- S : Coefficient de site (cf. Tableaux (3.3) & (3.4))
- C_p : Facteur de force horizontale variant entre 0.4 et 0.8 (cf. Tableau (6.1))
- W_p : Poids de l'élément considéré
- H : Hauteur totale du bâtiment à partir de la base
- h_z : Hauteur, du niveau "k", à partir de la base

La force horizontale de calcul, F_{pk} , s'applique au centre de gravité de l'élément.

La distribution de ces forces doit être faite comme pour les forces de gravité se rapportant à ces éléments. Pour les forces applicables sur le diaphragme et dans les attaches des panneaux, il convient de se référer au § 6.4.

Partie ou position dans le bâtiment	Direction de la force	Valeur de $C_p^{(*)}$
Éléments en console : a) Parapets; b) Cheminées (console)	Normale aux surfaces planes n'importe quelle direction	0.8
Tous les autres murs, cloisons et éléments similaires	Normale aux surfaces planes	0.4
Décorations extérieures et intérieures, garnitures Murs rideaux et façades ventilées	N'importe quelle direction	0.8
Quand reliés à, faisant partie de, ou logés dans un bâtiment : a) Appentis, cheminées accolées aux bâtiments b) Etagères de rangement c) Plafonds suspendus (**)	N'importe quelle direction	0.45 (***)
Attaches pour éléments de structure en préfabriqué, autres que les murs, avec force appliquée au centre de gravité de l'assemblage	N'importe quelle direction	0.45 (***)
(*) : La valeur de C_p peut être réduite à deux tiers de la valeur indiquée, pour les éléments auto stables, uniquement au niveau du sol.		
(**) : Le poids du plafond doit inclure le poids de toutes les fixations d'éclairage et autres équipements ou des cloisons fixées latéralement sur le plafond. Afin de déterminer les forces latérales, une charge surfacique, pour le poids du plafond, doit être utilisée: elle est au moins à (0.1 KN/m ²)		
(***) La force doit être reprise par un ancrage réel et non pas par frottement.		

Table 6.1: Facteur des forces horizontales, C_p , pour les éléments secondaires

6.3 Equipements

La protection des établissements classés d'importance vitale est une préoccupation majeure pour garantir la sécurité des personnes et assurer la continuité des activités critiques. Il s'agit de minimiser les risques liés aux équipements techniques en cas de séisme, en mettant, particulièrement, l'accent sur l'interaction entre les éléments de structure et les équipements, notamment en cas de séisme.

Pour atteindre cet objectif, plusieurs aspects doivent être pris en compte, tant pour les bâtiments que pour les équipements.

6.3.1 Analyse du risque

A partir de l'analyse globale des installations, il convient d'établir une hiérarchie entre des fonctions essentielles pour effectuer le classement des équipements dans les trois catégories définies (cf. § 6.3.2).

Cette analyse globale doit se fonder sur les risques associés à la défaillance des équipements, d'une part, et sur les différents scénarios d'accidents à envisager pendant et après séisme, d'autre part. Ces risques incluent l'effondrement des installations sur les occupants et la mise hors service des équipements de sécurité.

Cette répartition doit aussi tenir compte des effets d'interaction entre équipements. Un équipement susceptible, en cas de ruine, d'endommager un équipement de catégorie supérieure, doit être classé dans la même catégorie que celui-ci.

L'identification des équipements et des infrastructures techniques et logistiques prioritaires, devant rester opérationnels en cas de séisme, devra être mentionnée dans les *Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP)* relatifs à l'opération.

6.3.2 Classification des équipements

Selon leur caractéristique, leur usage, leur comportement en cas de séisme, il convient de différencier plusieurs types d'équipements :

- L'équipement Fixé à la structure du bâtiment (planchers, murs, etc) pour ne pas se débrancher (eau, assainissement, gaz, électricité, réseau informatique, etc),
- Le matériel Roulant
- Les équipements de Stockage
- Le matériel Posé

6.3.3 Mesures préventives propres à chaque classe

Chaque matériel identifié doit être affecté des lettres (F), (R), (S) ou (P) en fonction des prescriptions et des systèmes de protection à mettre en œuvre.

- a) Les équipements fixes (F) doivent être solidarisés et correctement fixés à la structure (murs, planchers, plafonds) et raccordés de façon adéquate.
- b) Les matériels roulants (R) doivent être identifiés, dès la phase conception; ils sont nombreux et d'utilisations variées :
 - Les équipements mobiles qui en cas de dysfonctionnement peuvent avoir un impact plus ou moins important sur la continuité des soins dispensés aux patients,
 - Les matériels mobiles dont le poids important représente un danger, en cas de déplacement intempestif ou de renversement ;
 - Le matériel de manutention ;
 - Les équipements peu utilisés ou rarement déplacés.
- c) Les matériels de stockage (S) (armoires, étagères, casiers, etc) doivent être fixés à la structure de la même façon que les matériels fixes. Les tablettes, bacs de rangement, tiroirs devront être équipés de rebords, ergots, systèmes de blocage, couvercles, portes suffisamment efficaces pour éviter aux produits ou objets contenus d'être éjectés ;
- d) Les matériels posés (P) sur du matériel fixe ou roulant doivent être équipés de patins ou de systèmes d'accrochage efficace.

6.3.4 Ancrages et fixations

Le terme fixation est de portée générale; le terme ancrage s'applique aux fixations des équipements dans des pièces en béton.

Les équipements liés directement au sol doivent satisfaire aux articles concernant le choix du site, la reconnaissance et les études de sol ainsi que le calcul de leurs fondations.

6.3.5 Systèmes d'ancrage

Trois types d'ancrage des équipements techniques, fréquemment utilisés, sont donnés ci-après :

- Système d'ancrage par tige scellée et plaque d'embase
- Système d'ancrage par cheville à expansion
- Système d'ancrage par tiges précontraintes traversantes.

6.3.6 Installations des supports sismiques sur un réseau de tuyauteries

Les supports sismiques, pour un système résistant, doivent être conçus avec un entraxe (b), en tenant compte de la direction des accélérations sismiques par rapport à l'axe du tube, du type de support et du poids des tubes et du système complet. Pour cette raison, on distingue trois types de supports résistant au séisme :

- **Support longitudinal** : jambe de force dans l'axe des tubes qui permet de reprendre les efforts sismiques horizontaux parallèles au tube, cf. Figure (6.1);
- **Support transversal** : jambe de force, perpendiculaire à l'axe des tubes, qui permet de reprendre les efforts sismiques horizontaux perpendiculaires aux tubes, cf. Figure (6.2);
- **Support 4-directions** : support composé de jambes de force longitudinales et transversales qui permet, donc, de reprendre toutes les actions dans le plan horizontal.

L'entraxe entre les supports sismiques doit être un multiple de l'entraxe (s) des supports non renforcés, de façon à pouvoir répartir les supports sismiques de manière homogène, cf. Figure (6.3).

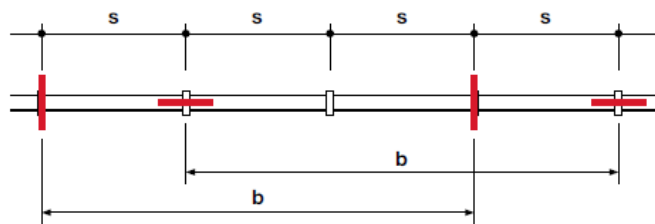


Figure 6.1: Supports sismiques selon axe du tube et axe perpendiculaire au tube avec entraxe « b »

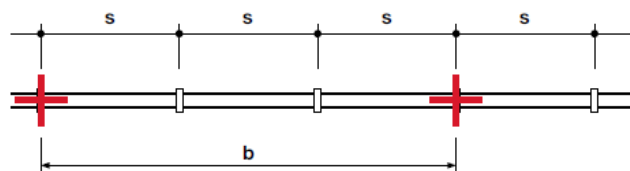


Figure 6.2: Supports 4-directions avec un entraxe « b »

Pour les installations de tubes, le principe de base est qu'il faut que le système soit conçu pour résister aux forces sismiques horizontales, en complément des forces de gravité.

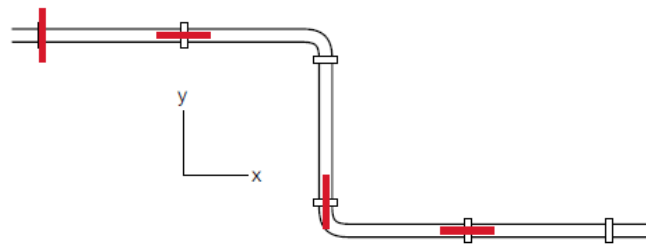


Figure 6.3: Supports sismiques longitudinaux alignés, l'un après l'autre, au niveau du coude pour reprendre les efforts sismiques, dans les deux directions

Pour reprendre des forces horizontales, le système doit être soit suffisamment rigide, soit avoir une jambe de force qui pourra transférer les forces horizontales (F_h) en compression, cf. Figure (6.4).

Il faut tenir compte des forces horizontales transverses et parallèles à l'axe des tubes, cf. Figure (6.4) & (6.5).

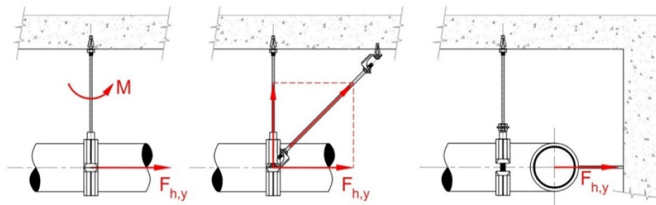


Figure 6.4: Force sismique horizontale, $F_{h,y}$, perpendiculaire à l'axe du tube

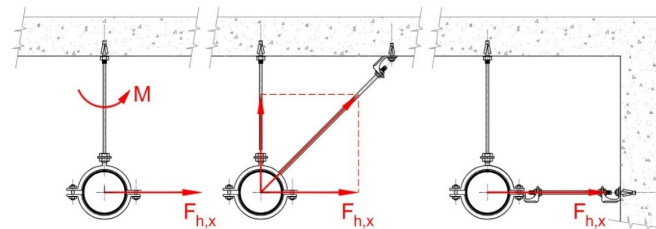


Figure 6.5: Force sismique horizontale, $F_{h,x}$, perpendiculaire à l'axe du tube

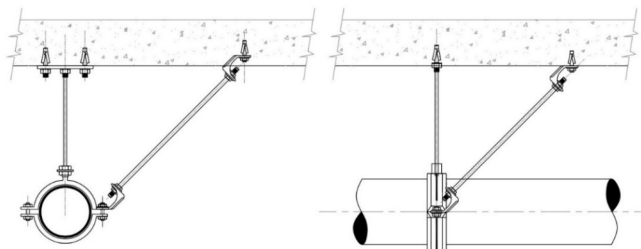


Figure 6.6: Fixation avec platine et cheville - Méthode de renforcement : jambe de force à 45° avec tige et tirant

6.3.7 Installations des supports sismiques sur les réseaux de distribution électrique, de télécommunications et d'informatique

Les chemins de câbles, tubes, etc, doivent être solidement fixés aux parois et plafonds au moyen de supports rigides résistant aux accélérations spécifiées au **Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)** relatives à l'opération, cf. Figure (6.6).

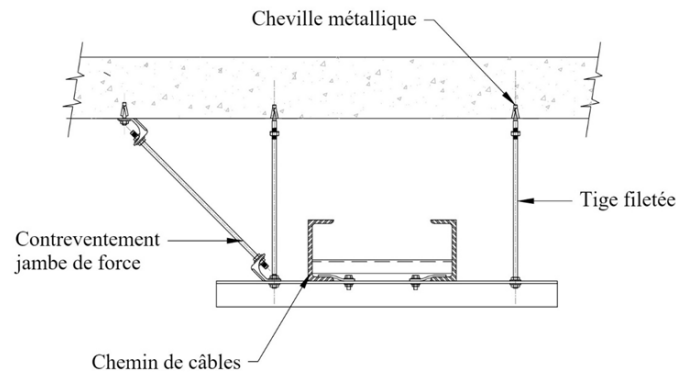


Figure 6.7: Chemin de câbles sur support contreventé

Les chemins de câbles doivent être interrompus au droit des passages des joints parasismiques du bâtiment et à chaque raccordement.

Lors de la mise en œuvre, les câbles devront comporter, suivant leur section, une boucle ou une lyre pouvant absorber la déformation engendrée par les secousses.

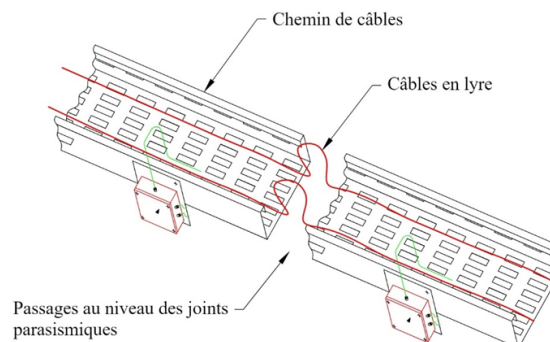


Figure 6.8: Passage des chemins de câbles au droit des joints parasismiques

6.3.8 Calcul des fixations

Les fixations sont calculées en imposant, au centre de gravité des masses de l'équipement considéré, une force statique, F_S , pour laquelle on envisage, successivement, les six possibilités suivantes pour le sens de son application :

- Dans une direction horizontale (choisie généralement pour être parallèle à un plan de symétrie de l'équipement, s'il en existe un), soit vers la droite, soit vers la gauche ;
- Dans la direction horizontale perpendiculaire à la précédente, soit vers l'avant, soit vers l'arrière ;
- Dans la direction verticale, soit vers le haut, soit vers le bas.

L'équipement est fixé sur un élément de bâtiment qui peut être un plancher ou un mur ; dans ce dernier cas, l'équipement constitue un porte-à-faux.

Pour le dimensionnement des fixations, les forces horizontales (F_{sh}), et verticales (F_{sv}) sont calculées selon Eqn. (6.4) :

$$F_{sh} = (A.I.S).C_p.(1 + \frac{3h_z}{H}).W_p \quad (6.4)$$

$$F_{sv} = (A_v.I).C_{av}.W_p \quad (6.5)$$

où : C_{av} est le coefficient d'amplification du spectre de plancher, dépendant en particulier de l'amortissement du sous-système composé par l'équipement et ses fixations. Pour les équipements appartenant au cadre bâti, on adopte la valeur $C_{av} = 3$.

Commentaire: La prise en compte de la force verticale, F_{sv} , sur les équipements est obligatoire dès que la valeur du produit $(A_v.I.g)$ dépasse 0.25g.

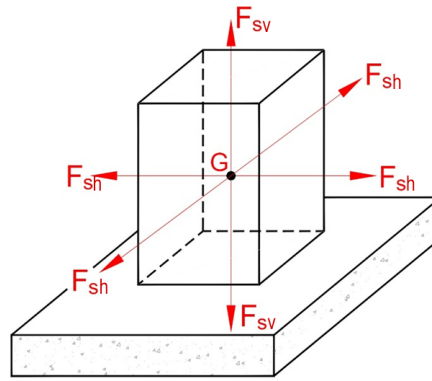


Figure 6.9: Sollicitations sismiques d'un équipement selon trois directions

6.4 Eléments extérieurs

Les habillages extérieurs en maçonnerie des éléments structuraux sont interdits en zones III à VI, sauf dispositions particulières.

Les panneaux en béton et les éléments de façade (bardages, murs rideaux, façades ventilées, etc) ou autres éléments similaires, qui sont attachés ou qui ferment la structure au moyen d'assemblages et liaisons par systèmes d'attaches, devront respecter les règles suivantes :

- être calculés pour résister aux forces déterminées à partir de Eqn. (6.3) et s'accommoder des mouvements de la structure, provoqués par des forces latérales ou des changements de température.
- autoriser le plus grand des mouvements engendrés par un déplacement relatif des étages au moins égal à $(\frac{R}{Q_F})$ fois le déplacement causé par les forces sismiques de calcul. le mouvement relatif à considérer n'étant pas inférieur à 2 cm.
- Les assemblages qui permettent les mouvements, dans le plan des panneaux dus aux déplacements relatifs d'étage, devront être des assemblages permettant le mouvement par flexion des pièces métalliques.