

CONCEPTION PARASISMIQUE

Il est possible de construire des bâtiments qui résistent aux séismes : c'est le rôle de la réglementation parasismique. Il en existe pour tout type de matériaux. Le béton armé est un matériau qui, alliant les propriétés du béton à celles de l'acier, présente les meilleures propriétés pour résister à un séisme. Cependant, un mauvais emploi de ce matériau, des malfaçons ou des erreurs de conception peuvent rendre une construction fragile. La conception parasismique édicte quelques règles à respecter.

QUELQUES RÈGLES DE L'ART À RESPECTER

Les observations post-sismiques révèlent presque systématiquement les mêmes dommages : des étages écrasés, des bâtiments basculés, des éléments secondaires détruits et des bâtiments plus endommagés lorsqu'ils sont accolés.

Les codes de dimensionnement permettent de rendre les constructions saines et sûres. Les respecter, c'est s'assurer que tout a été mis en œuvre pour atteindre cet objectif. Ce sont les ingénieurs et les architectes qui ont la connaissance et la responsabilité du dimensionnement. L'environnement dans lequel se trouve le bâtiment doit également être pris en compte afin de le rendre parasismique. Face aux séismes, les constructions en béton armé ne seront pas plus sûres si elles ne respectent pas les principes élémentaires qui limitent les efforts dans les éléments porteurs.



Exemple d'une construction en béton armé endommagée lors du tremblement du Chili (2010). Même en béton armé, un mauvais respect des règles de conception entraîne la destruction complète de la structure.

RESPECTER LA RÉGULARITÉ EN PLAN

Élancement de la structure

L'élancement correspond au rapport entre la longueur et la largeur du bâtiment. Lors d'un séisme, plus une structure est élancée, plus elle risque de subir des mouvements de sol différents d'une extrémité à l'autre. Selon les fondations du bâtiment et selon les mouvements et la nature du sol, les dégâts peuvent être considérables. Une alternative pour réduire l'élancement est de fractionner le bâtiment par des joints parasismiques.

Structure irrégulière de forme

Les angles rentrants sont caractérisés par la jonction de deux parties d'une structure ayant une rigidité différente. Cette différence de rigidité induit des oscillations opposées ainsi qu'une concentration des forces de contraintes, provoquant alors des dommages importants.



Exemple de dommage dû à l'irrégularité en plan.
Structure irrégulière de forme.

INTÉGRER L'ENVIRONNEMENT À LA CONCEPTION

Environnement anthropique (environnement créé ou modifié par l'homme)

Lors de secousses, il n'est pas rare de voir des bâtiments se cogner. Il est donc indispensable de respecter des distances entre bâtiments et/ou d'intégrer des joints dits parasismiques entre des blocs afin de limiter les effets d'un bâtiment sur l'autre.



Exemple de dommage dû à l'environnement. Chocs entre deux bâtiments adjacents.

Environnement naturel

Le terrain va jouer un rôle important. Selon sa nature, des tassements peuvent apparaître sous la structure, du fait d'un phénomène de liquéfaction. Le phénomène de liquéfaction est un événement qui survient pendant un séisme, lorsqu'un sol saturé en eau s'affaisse et que l'eau remonte à la surface. Ce phénomène provoque souvent le basculement de la structure, même si celle-ci a été parfaitement dimensionnée.



Exemple de dommage dû à l'environnement.
Tassement de la structure dû à la liquéfaction

RESPECTER LA RÉGULARITÉ EN ÉLÉVATION

En élévation, la régularité des formes, la répartition homogène des masses et une rigidité régulière sont des critères importants qui conditionnent la stabilité et la résistance des structures sous l'action d'un séisme.

Régularité de forme

Les formes irrégulières en élévation donnent lieu à des oscillations différentielles. Dans ce cas, les éléments porteurs peuvent être soumis à des efforts de sens contraire, situation très défavorable pour la solidité de l'ouvrage.

Répartition des masses

Le centre de gravité d'un objet (ou d'une structure) correspond au point où les forces en action sur l'objet se concentrent.

Plus le centre de gravité est bas, plus les contraintes sur les structures verticales seront réduites en cas de séisme. Il en va de même pour les constructions en forme de pendule inversé pour lesquelles une masse importante se retrouve perchée.

Niveaux transparents

Un niveau transparent correspond à un étage dont le nombre de murs ou de poteaux résistants est insuffisant, créant une discontinuité avec le reste du bâtiment. C'est par exemple le cas des parkings ou des espaces de commerce installés au rez-de-chaussée des immeubles.

Ce type de construction est plus vulnérable et résiste moins aux sollicitations sismiques. De nombreux exemples montrent que l'effondrement ou l'écrasement d'un niveau de la structure ont été provoqués par l'absence de contreventements dans les niveaux transparents. De plus, les poteaux verticaux subissent de grandes déformations latérales et leur rupture provoque l'effondrement du bâtiment.



Exemple de dommage dû à l'irrégularité en hauteur.
Étage transparent ou souple.

Source image: AIR
<https://www.air-worldwide.com/publications/air-currents/izmit-duzce-ten-years-later-istanbul-at-greater-risk-today/>

CONCEVOIR LA STRUCTURE AFIN QU'ELLE DISSIPÉ L'ÉNERGIE DE VIBRATION

C'est certainement la prescription la plus importante que l'on retrouve dans les codes parasismiques EC8. Dissiper l'énergie doit permettre à la structure d'encaisser une déformation de plus en plus importante sans augmenter les efforts dans les éléments porteurs. Des dissipateurs d'énergie permettent de dissocier les mouvements du sol de ceux du bâtiment. Le respect d'une certaine quantité d'acier par surface de béton ou par longueur d'élément fait également parti de ces principes.

S'ASSURER QUE LES ÉLÉMENTS SECONDAIRES RÉSISTENT

Les éléments non porteurs, tels que les remplissages en maçonnerie, les balcons, les parapets, les éléments de façade et les cheminées, doivent également respecter quelques principes élémentaires. Ils doivent être intégrés dans la conception et dans le dimensionnement de la structure car leur chute peut être catastrophique.

CONCEVOIR EN CAPACITÉ

La structure porteuse d'un bâtiment doit toujours être conçue de façon ductile, c'est-à-dire permettant une déformation importante dans ses éléments les plus sollicités par le séisme. La méthode de dimensionnement en capacité offre un procédé simple et efficace, en contrôlant et en localisant les plus grandes déformations aux endroits qui seront les plus renforcés.



Exemple de dispositif de renforcement parasismique.
Des dissipateurs ductiles encaissent la déformation latérale, Christchurch 2011

SEULS LES BÂTIMENTS BIEN CONÇUS RÉSISTENT. La conception doit limiter dans la mesure du possible certaines irrégularités en plan et en élévation tout en prenant en compte l'environnement. Une structure résistera bien à une sollicitation sismique uniquement si les principes de base seront respectés, avec ajouts de dispositifs spéciaux éventuellement. C'est donc en faisant appel aux ingénieurs et architectes formés que cet objectif sera atteint et ils sont en cela incontournables.