

CONCEPTION PARASISMIQUE

Il est possible de construire des bâtiments qui résistent au séisme: c'est le rôle de la réglementation parasismique. Il en existe pour tout type de matériaux. Même si 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, un mauvais emploi, 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 codes de dimension présentent les règles de l'art afin de rendre les constructions saines et sûres. Les respecter c'est s'assurer que tout a été mis en oeuvre afin d'atteindre cet objectif. De mauvais matériaux, des erreurs de conception, des réalisations hasardeuses rendent tous les efforts inutiles, et cela quelque soit le matériau utilisé. Les constructions en béton armé ne seront pas plus sûres si elles ne respectent pas les principes élémentaires qui doivent assurer une limitation des efforts dans les éléments porteurs, et par conséquent les dommages sismiques. Les ingénieurs et les architectes ont la connaissance et la responsabilité du dimensionnement, et ils sont en ce sens incontournables dans tous les cas.

Les observations post-sismiques montrent systématiquement les mêmes dommages ou presque: des étages écrasés, des bâtiments basculés, des bâtiments accolés plus endommagés ou encore des remplissages détruits. Respecter la conception replace aussi le bâtiment dans son environnement et apporte des éléments de réponse pour le rendre parasismique.

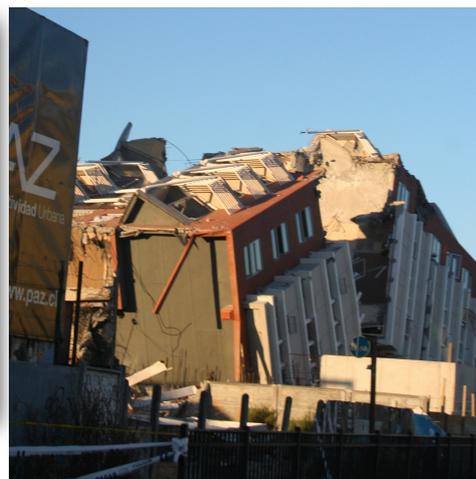
RESPECTER LA RÉGULARITÉ EN ÉLÉVATION

En élévation, la régularité des formes, la répartition homogène des masses et des rigidités sont des critères importants qui conditionnent la stabilité et la résistance des structures sous séisme.

Régularité de forme. Les formes irrégulières en élévation donnent lieu à des oscillations différentielles. Les parties de bâtiment de volume et/ou de hauteur distinctes vont osciller différemment et les éléments porteurs peuvent être soumis à des efforts de sens contraire, situation très défavorable pour la solidité de l'ouvrage.

Répartition des masses. Plus le centre de gravité est bas, plus les contraintes sur les structures verticales seront réduites en cas de séisme. De même, les constructions en forme de pendule inversé (masse importante perchée) sont particulièrement vulnérables car elles produisent des moments de renversements importants et des contraintes élevées dans les éléments verticaux et les fondations.

Niveaux transparents. L'expérience montre que les structures qui possèdent des niveaux transparents (c'est-à-dire sans suffisamment de systèmes de contreventement) sont plus vulnérables et résistent moins aux sollicitations sismiques. De nombreux exemples montrent l'effondrement de la structure provoqué par l'absence de contreventement dans les niveaux transparents. Puisqu'ils sont plus flexibles que les autres niveaux, les poteaux verticaux subissent de grandes déformations latérales et leur rupture provoque l'effondrement du bâtiment. Elle se traduit souvent par l'écrasement du niveau.



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.



Exemple de dommage dû à l'irrégularité en élévation. Variation des géométries.



Exemple de dommage dû à l'irrégularité en élévation. Etage transparent ou souple.

CONCEPTION PARASISMIQUE

RESPECTER LA RÉGULARITÉ EN PLAN

Les bâtiments de forme en plan irrégulière sont exposés à de la torsion d'axe verticale qui est à l'origine, dans de nombreux cas, de dommages importants. Elles "vibreront" autour des zones plus rigides.

Structure irrégulière de forme. Dans les angles rentrants (c'est-à-dire à la jonction de deux parties ayant des rigidités différentes dans une même direction horizontale), la différence de rigidité induit des oscillations en opposition de phase qui provoquent des concentrations de contraintes et des dommages importants.

Élancement de la structure. Une structure élancée en plan (rapport largeur sur longueur supérieure à 1/3) est le siège de déplacements différentiels d'une extrémité à l'autre. En effet, un séisme provoque des mouvements de sol différents suivant la nature du sol de fondation et qui, sur une grande distance, peuvent être considérables. Une alternative pour réduire l'élancement est de fractionner le bâtiment par des joints parasismiques.

INTÉGRER L'ENVIRONNEMENT À LA CONCEPTION

Des dommages peuvent également être dus à l'environnement de la structure, environnement anthropique comme naturel.

Environnement anthropique. 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.

Environnement naturel. Le terrain va jouer un rôle important. Selon le sol de fondation, des tassements peuvent apparaître sous la structure, du fait d'un phénomène dit de liquéfaction. La perte de portance provoque souvent le basculement de la structure, même si la structure a été parfaitement dimensionnée.

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. La conception doit permettre à la structure de dissiper de l'énergie. Principe de base du dimensionnement en capacité, elle permet à une structure une déformation de plus en plus importante sans augmenter les efforts dans les éléments porteurs. Le respect d'une certaine quantité d'acier par surface de béton ou par longueur d'élément fait partie 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 la dimension de la structure car leur chute peuvent 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.

EN SAVOIR PLUS.

Les grands ateliers - www.lesgrandsateliers.fr/

Site de l'Office Fédérale Suisse de l'Environnement (OFEV) - <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00799/index.html?lang=fr>

Conception parasismique - Cahier technique de l'AFPS - <http://www.afps-seisme.org/>



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



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



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

SEULS LES BÂTIMENTS BIEN CONÇUS RÉSISTENT. Le béton armé est un matériau qui s'adapte bien à la conception parasismique, lorsque son emploi est maîtrisé. Une structure résistera bien à une sollicitation sismique uniquement si les principes de base seront respectés. Seuls les ingénieurs et architectes formés peuvent proposer des structures résistantes et ils sont en cela incontournables