

SEMINAIRE DE FORMATION

RISQUES BATIMENTAIRES

BUILDING RISKS

SD / USAR

ECOLE D'APPLICATION DE SECURITE CIVILE
DE VALABRE
- FRANCE -

Niveau INITIAL

JOUR
1

IDENTIFICATION DES FACTEURS DE VULNERABILITE (INSTABILITÉ LATÉRALES AUX POUSSÉES)

*VULNERABILITY FACTORS READING
(UNDER HORIZONTAL THRUSTS)*

INTERVENANT: JEAN-LUC REY



REVISION RB 2019 VO

SOMMAIRE

1. Contexte général
2. Effet Poteau Court
3. Portique avec remplissage en maçonnerie rigide
4. Transparence des niveaux (ΔK)
5. Torsions d'ensemble et structurelle
6. Absence ou défaillance des contreventements
7. Irrégularités en plan et en élévation
8. Faiblesse ou absence de confinement dans les liaisons
9. Effet de Résonnance
10. Poteaux faibles – Poutre forte
11. Entrechoquement de bâtiments
12. Mauvaises qualités des matériaux et de la mise en oeuvre

13. Crédits images

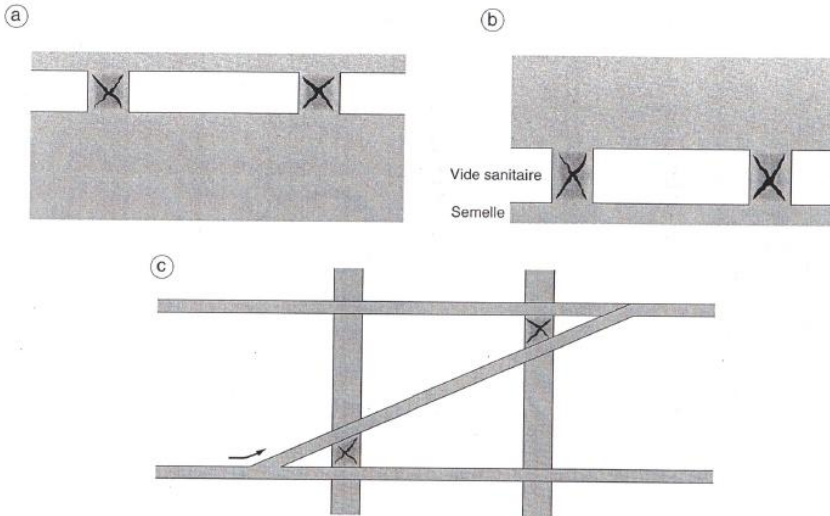
CONTEXTE GÉNÉRAL

Les facteurs de vulnérabilité présentés dans ce document sont les plus connus et sont ceux qui représentent la plus grande dangerosité pour les personnes et pour les groupements USAR.

Savoir les identifier sur le « chantier » et prendre les mesures adéquates sont déjà un pas vers la mitigation des risques, pour tout le monde.

FACTEURS DE VULNERABILITE

EFFET POTEAU COURT



On définit un effet poteau court si la condition:

Longueur libre* / dimension transversale < 4 est remplie

* Attention la Longueur libre n'est pas la Longueur totale du poteau mais la Longueur bridée.



Elancement trop faible de ce poteau / à sa section: c'est donc un poteau court Izmit, 1999 doc. NISEE, USA

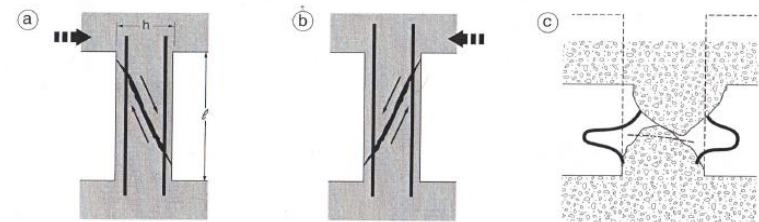
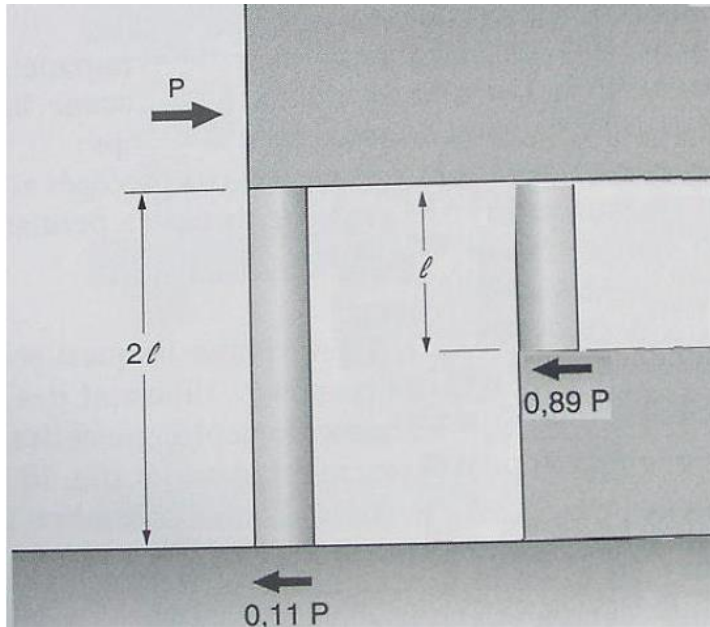


Figure 10.10 – Mécanisme de ruine des poteaux courts :
a) Fissure à 45° pour une direction du séisme ; b) Fissure à 45° pour la direction opposée du séisme ;
c) Ruine du poteau court due à l'insuffisance de l'armature transversale.

FACTEURS DE VULNERABILITE

EFFET POTEAU COURT



Répartition de l'Effort
Tranchant P entre un
poteau long ($2L$) et un
poteau court (L)

= ruine quasi immédiate
du poteau bridé par le
mur absorbant $\sim 90\%$ de
l'effort tranchant global P .



FACTEURS DE VULNERABILITE

EFFET POTEAU COURT



Rupture par effet de poteau court
[L'AQUILA, 2009]

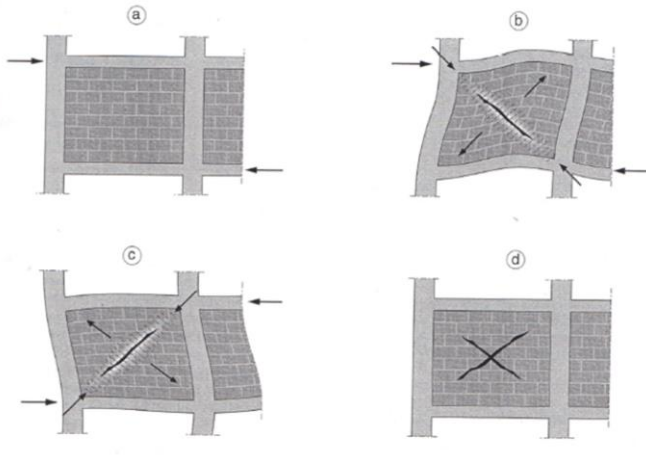


Fig. 7-14 Détail du poteau-court où on peut remarquer un
seul lit d'armature transversale

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ

PORTIQUE AVEC REMPLISSAGE EN MAÇONNERIE RIGIDE

Principe: les remplissages (pierres, parpaings, briques) ont une rigidité très élevée par rapport à la flexibilité des portiques: ils oscillent à des fréquences différentes jusqu'à l'éclatement des remplissages (formation des bielles de compression)



LAQUILA, Italie 2009

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ PORTIQUE AVEC REMPLISSAGE EN MAÇONNERIE RIGIDE

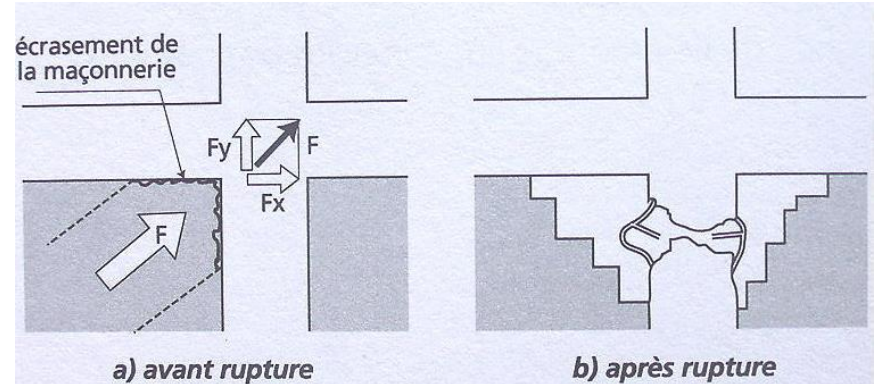


Schéma du mécanisme de ruine du remplissage et des poteaux.
Nota: les poteaux d'angles sont les + sollicités(délestage) Doc. Mila Zacek

Effondrement d'une ossature à remplissages de maçonnerie qui n'ont pas pu contribuer au contreventement effectif de l'ouvrage.
Affaissement du à la rupture des poteaux de soubassement (effets de poteaux courts)
Remarquons aussi l'effet Poutres fortes-Poteaux faibles.
Séisme d'Izmit 1999 (Doc. EERI)

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ TRANSPARENCE DES NIVEAUX (ΔK)

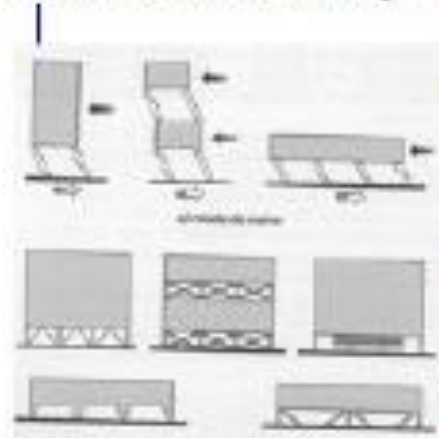


Népal, Katmandou, 2015 crédit: Cne Jpaul BOSLAND ,SDIS 74

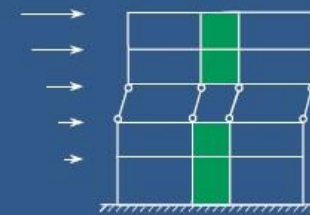
FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ TRANSPARENCE DES NIVEAUX (ΔK)

Principe: Cet effet, très courant dans les centres urbains, apparait dès lors qu'un bâtiment présente une différence de rigidité des niveaux de l'ordre de 30 % au niveau immédiatement supérieur.

Effets de niveau souple



Principes de base pour concevoir des bâtiments parasismiques



Eviter les étages flexibles!

Prof. Hugo Bachmann

ibk - EPF Zurich



FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ

TORSIONS D'ENSEMBLE ET STRUCTURELLE

Définition

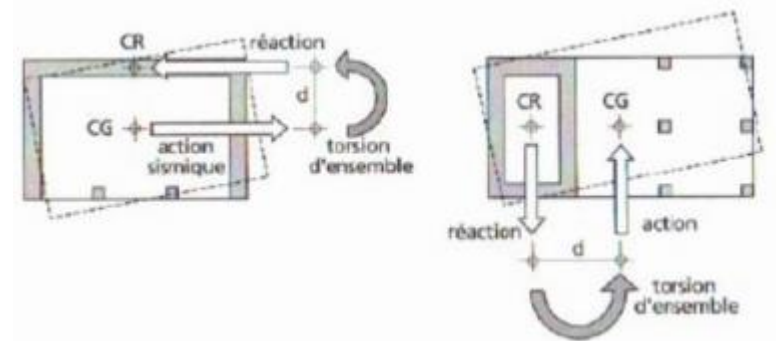
Domage dû à une différence des rigidités entre les 2 directions du bâtiment

Et cela pour chacun des niveaux:

Faiblesse ou absence de contreventement

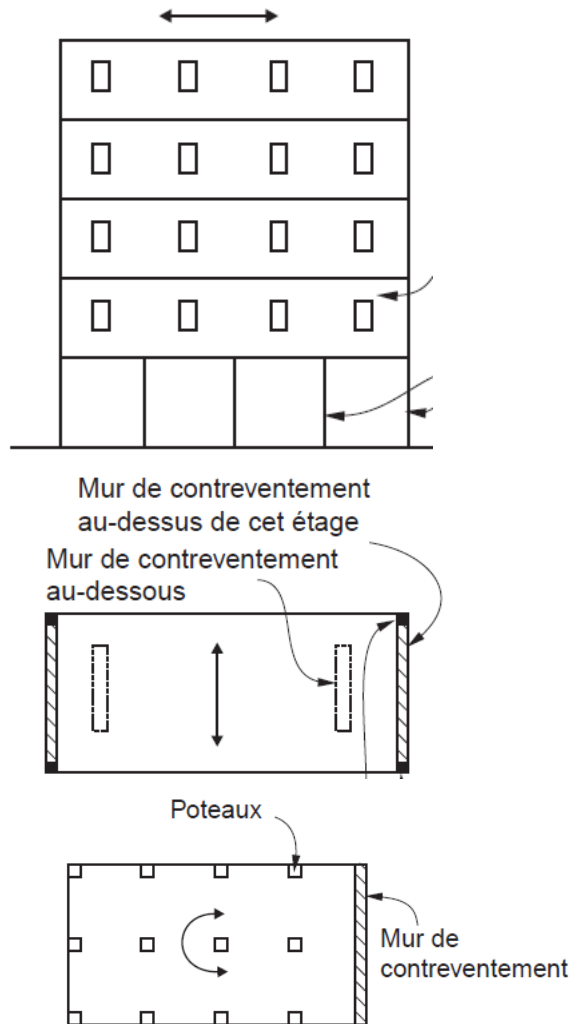
La **Torsion d'ensemble** est de nature accidentelle (séisme, tassement)

La **Torsion structurelle** correspond à une dissymétrie dans les formes géométriques du bâtiment



Népal, Katmandou, 2015 crédit: Cne Jpaul BOSLAND ,SDIS 74 – GIS74

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ TORSIONS D'ENSEMBLE ET STRUCTURELLE



**L'effet de torsion de ce bâtiment
s'est appliqué à tous les niveaux.
Seule la partie arrière, centre des
rigidités, est restée intègre.
Izmit, 1999 Doc BRGM**

**La torsion due à la différence des
contreventements (K et position)
S'applique pour tous les niveaux**

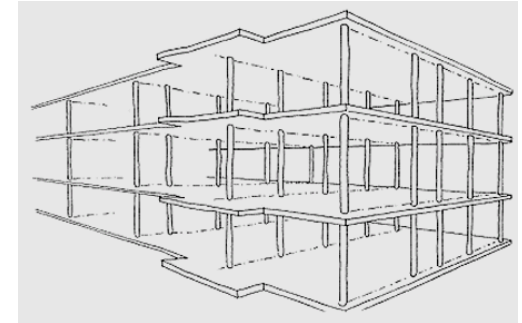
FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ TORSIONS D'ENSEMBLE ET STRUCTURELLE



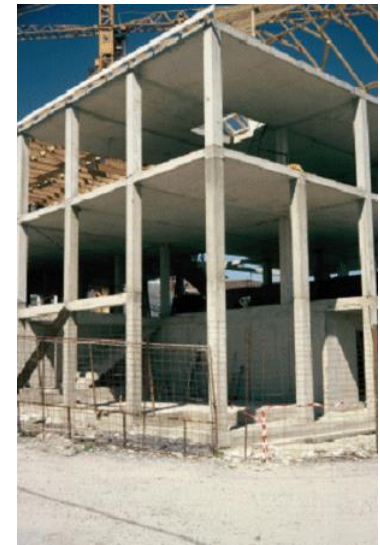
Torsion d'un bâtiment en bois due à la rupture d'un des poteaux de soubassement en bois (pourrissement dû aux infiltrations d'eau) Japon, doc. AFPS/CSTB

ABSENCE OU DÉFAILLANCE DES CONTREVENTEMENTS

CAS DES STRUCTURES EN BETON ARMES de type POTEAUX-DALLES**



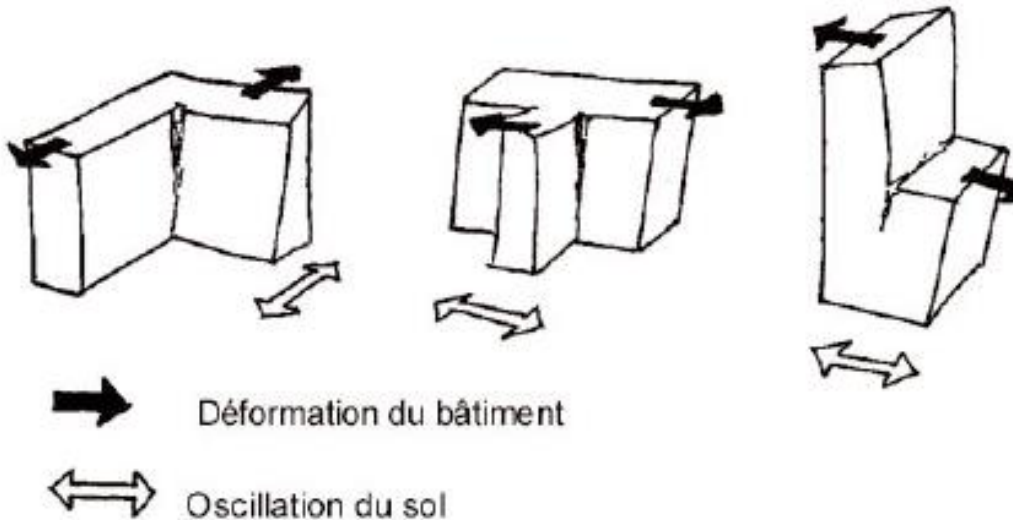
**Ruptures
systématiques par
cisaillement des
têtes de poteaux
Dans la majeure
partie des cas**



**** les RPA (Règles Parasismiques Algériennes) ont
interdit depuis 2013 ce type de construction en zone
sismique.**

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ IRRÉGULARITÉS GÉOMÉTRIQUES EN PLAN ET EN ÉLÉVATION

Principe: Effet donnant lieu à des concentrations de contrainte dues aux oscillations différentielles dans les angles rentrants et sortant du bâtiment

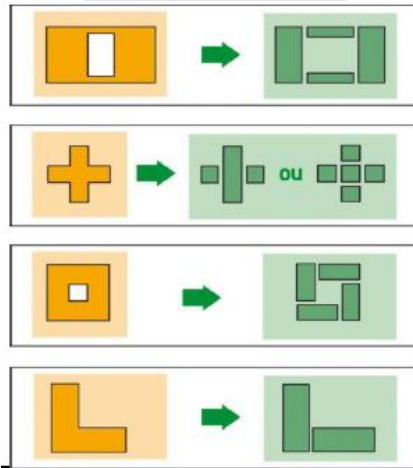


Ces sollicitations différentielles concernent particulièrement:

- les ailes
- les volumes en saillie ou en retrait

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ IRRÉGULARITÉS GÉOMÉTRIQUES EN PLAN ET EN ÉLÉVATION

EN PLAN



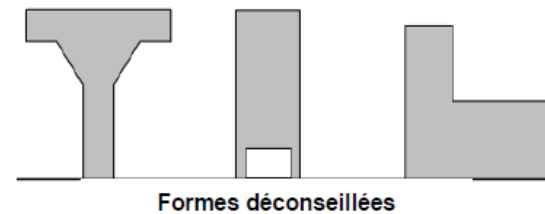
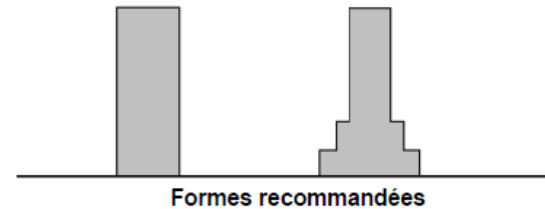
Mauvaise conception (à gauche)
Et solution de découplage (à droite)



Irrégularités en plan (angles rentrants dans les 2 cas)

EN ELEVATION

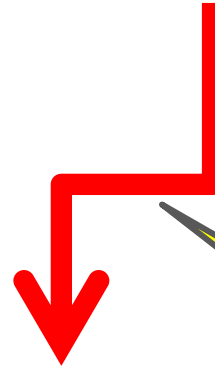
Forme en élévation



Irrégularité en élévation, japon

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ

DESCENTE DE CHARGE EN BAÏONNETTE



Formation d'un
**Moment de
Transfert**
défavorable à
la stabilité



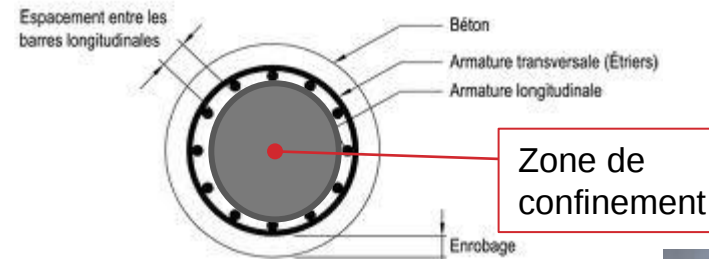
FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ

FAIBLESSE OU ABSENCE DE CONFINEMENT DANS LES LIAISONS

Principe: le confinement dans les zones critiques d'une structure permet la formation des rotules plastiques. Ces dernières, malgré les déformations plastiques permanentes, préviennent de la rupture fragile de l'élément et donc l'effondrement brutal de l'ouvrage.



Insuffisance de confinement en pied de poteau: les armatures ont flambées de par l'absence ou l'insuffisance de cadres.
Californie, 1979, doc. NISEE, USA



Exemple de bon confinement sur une pied de pile de viaduc, Kobé 1995

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ

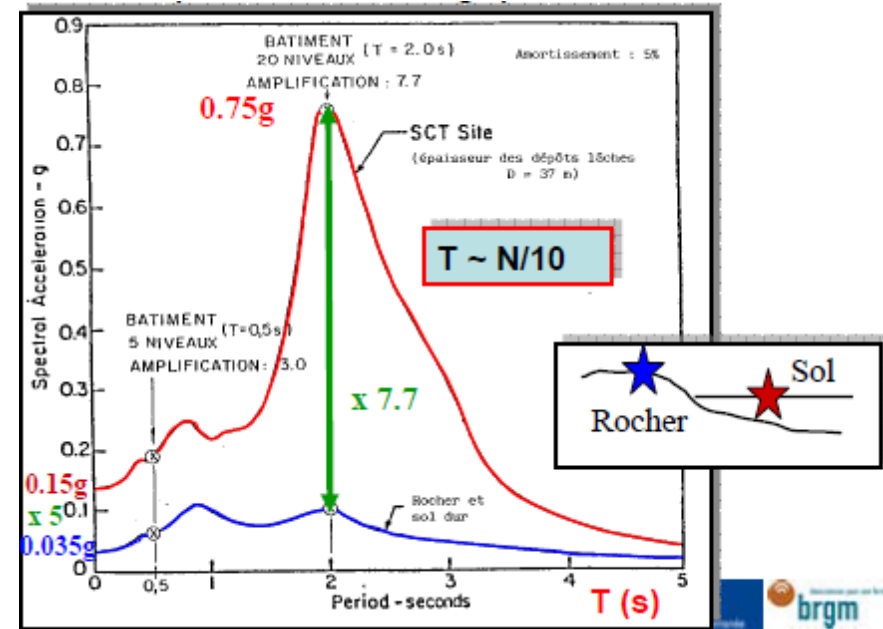
EFFET DE RÉSONANCE

Principe: $T_{\text{sol}} = T_{\text{bat}}$ lors du séisme

= destruction sélective des bâtiments fondés sur ce site



Mexico 1985
Bâtiment de 10 niveaux donc flexible, fondé sur le sol « mou » (vase) du site: entièrement détruit par effet de résonance Doc.BRGM



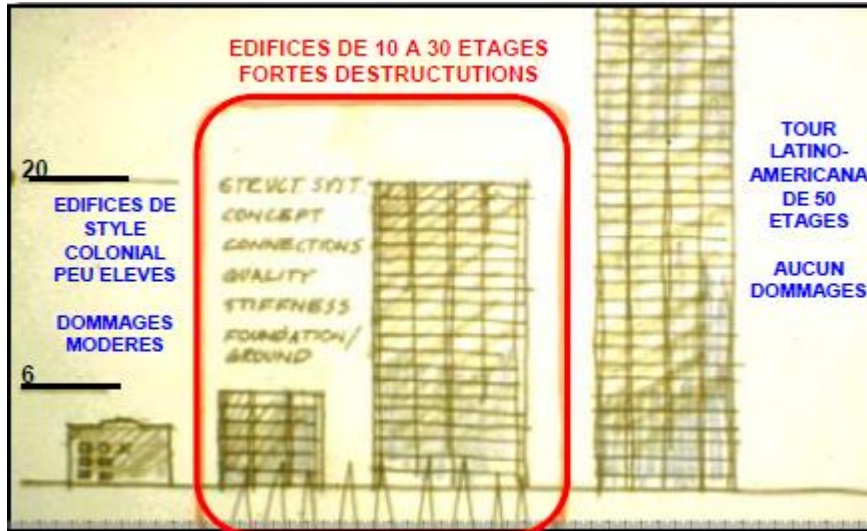
Mexico 1985, Effet de site de type lithologique, 50 m de vase, provoque la résonance des bâtiments fondés dessus. Doc.BRGM

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ

EFFET DE RÉSONANCE

Principe: $T_{sol} = T_{bat}$ lors du séisme

= destruction sélective des bâtiments fondés sur ce site



Dommages caractérisés par l'effet coup de fouet sollicitant le bâtiment du haut vers le bas
Mexico, 1985



Sélectivité des dommages:
Sur ce site Goldzuck,
Turquie, 1999

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ

POTEAUX FAIBLES - POUTRE FORTE

Principe: les rotules ne se feront pas dans les poutres mais dans les zones critiques des poteaux: la résistance globale des poteaux doit être d'environ 30 % plus élevée que celle de la poutre.



Dommages caractérisés en têtes des poteaux.
Les fractures dans les poutres sont dues aux contraintes de flexion (charges verticales)
Haiti, 2010, doc. V Davidovici



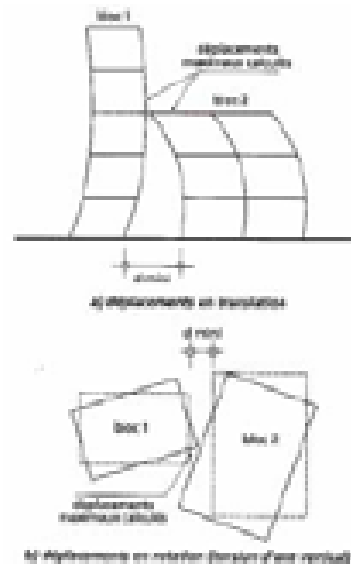
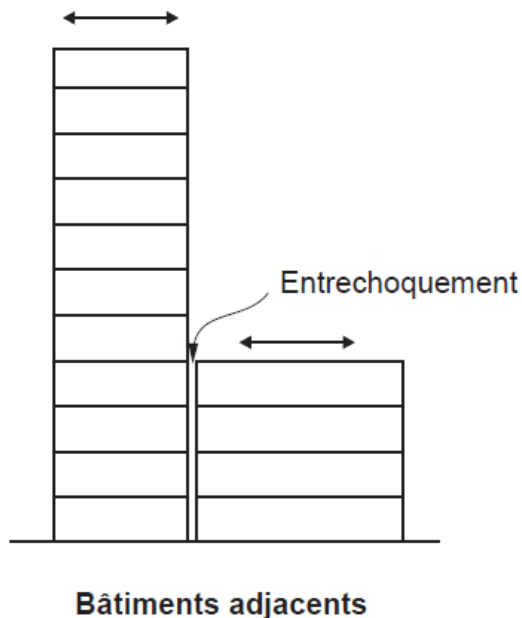
European Precast Concrete Project Eurocode 8

Essai grandeur nature en poussée (sur la poutre car masse supérieure) sur un portique poteau forte-poteaux faibles

FACTEURS DE VULNERABILITE

ENTRECHOQUEMENT DE BATIMENTS

Principe: l'absence de joint PS (4 à 6 cm) entre 2 blocs de bâtiments induit des désordres causés par l'entrechoquement de ces derniers.



FACTEURS DE VULNERABILITE MAUVAISES QUALITÉS DES MATÉRIAUX ET DE LA MISE EN OEUVRE



Ce n'est pas du béton armé!!
Les armatures ne sont pas
enrobées et sont donc
corrodées



Fers à béton lisses et béton
pas du tout cohérent
Granulométrie excessive des
gravats Haïti 2010



Pas de confinement
Haïti 2010



Béton non vibré: Absence
d'enrobage; zone critique qui
présentera une amorce de
rupture en cas de séisme



Armatures longitudinales mal
adaptées à la section du
poteau (enrobage très réduit)
San Fernando, 1979, doc NISE
USA



FACTEURS DE VULNERABILITE

MAUVAISES QUALITÉS DES MATÉRIAUX ET DE LA MISE EN OEUVRE

Béton de très mauvaise qualité (faible qtée de ciment) car la rupture est de compression (descente de charge): Le plan de rupture est resté dans l'axe du poteau
De plus les armatures sont lisses
Séisme de Ceyhan, 1998, doc P. Balandier



Gaines électriques dans chainage
1998, doc P. Balandier



Gouttières encastrées dans remplissage et poutre
2010, HAÏTI doc V. Davidovici

CREDITS

Crédits images, photos et illustrations

- Patricia BALANDIER, DDE Martinique
- Milan ZACEK, Construire parasismique, Edition Parenthèses
- NISEE BERKELEY USA
- EQUIS,USA
- BRGM
- AFPS-CSTB
- Victor DAVIDOVICI
- Cne Jean Paul BOSLAND, SDIS 74 – GIS74
- Lcl Bernard DIGONNET & Cdt Denis STINTZY - SDIS 74 et 73