



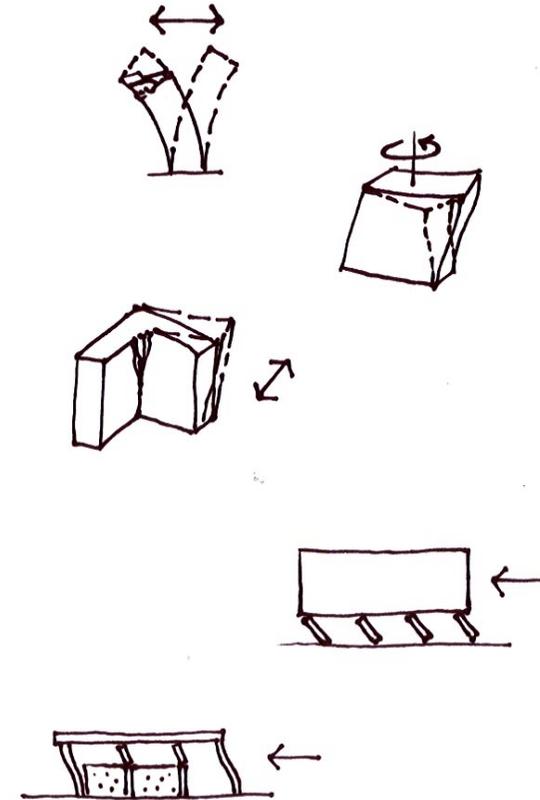
Risques sismiques et construction parasismique

La vulnérabilité des constructions face aux séismes

G. DESIRE et P CONIL à partir de présentations élaborées par **Guy Jacquet**,
Ghislaine Verrhiest (CETE Méditerranée), **Thierry Winter** (BRGM) et **Milan
ZACEK** (Ecole Archi Marseille)

Le comportement des constructions sous séisme

- 1 Origine des dégradations
- 2 Oscillations
- 3 Effet de niveau souple
- 4 Effet de poteau court
- 5 Éléments non structuraux
- 6 Autres équipements
- 7 Constructions en maçonnerie
- 8 constructions en bois



1/ origine des dégradations

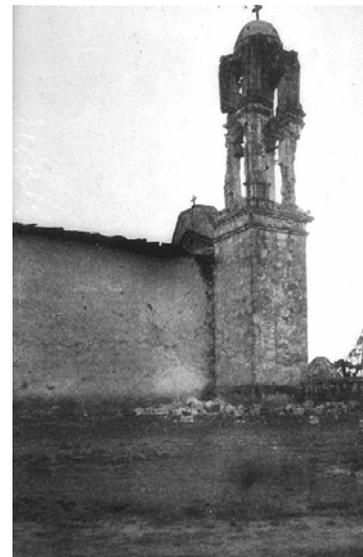
Un ensemble de vibrations du sol

Effets aggravés par la **résonance** du bâtiment avec le sol

Résonance = « réponse » amplifiée par l'interaction sol-structure

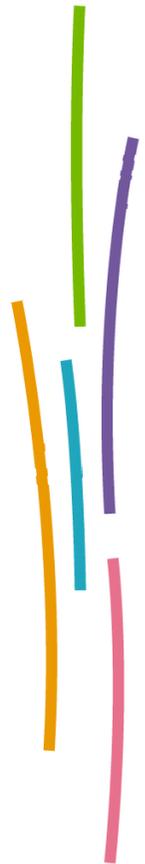


Eglise sur rocher



Eglise sur sol mou

Situation de résonance : $T_{\text{bâtiment}} = T_{\text{sol}}$



Dommmages sismiques dus à la résonance du bâtiment avec le sol

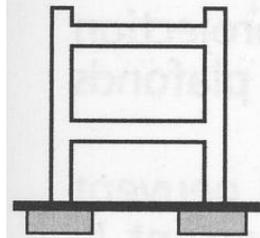


Séisme du Mexique, Mexico 1985

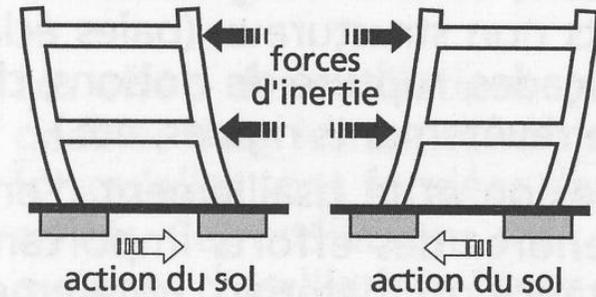
2/ Oscillations

- Sollicitations de la superstructure
- ↗ avec la masse
- Amplification +/- importante aux étages

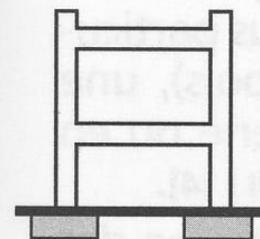
AVANT LE SÉISME



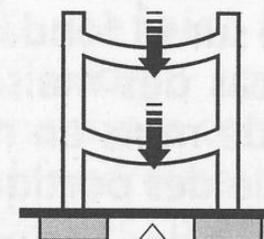
APRÈS LE SÉISME



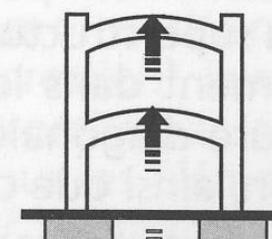
a) oscillations horizontales



forces d'inertie



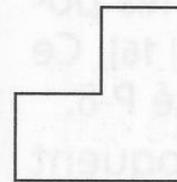
forces d'inertie



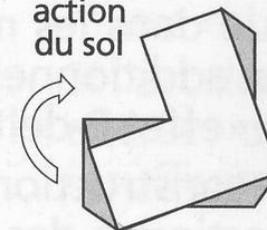
action du sol

action du sol

b) oscillations verticales



action du sol



action des forces d'inertie

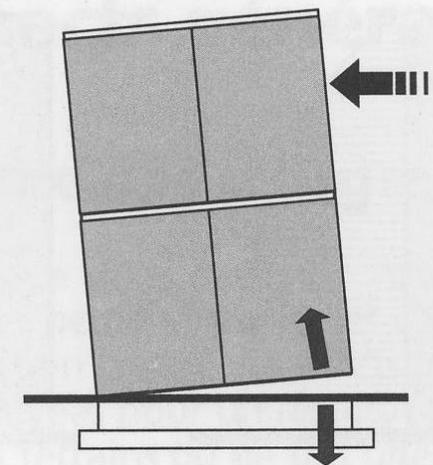
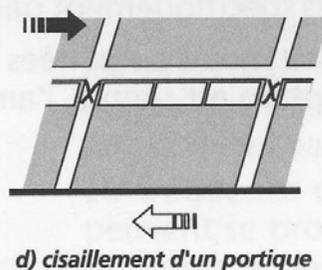
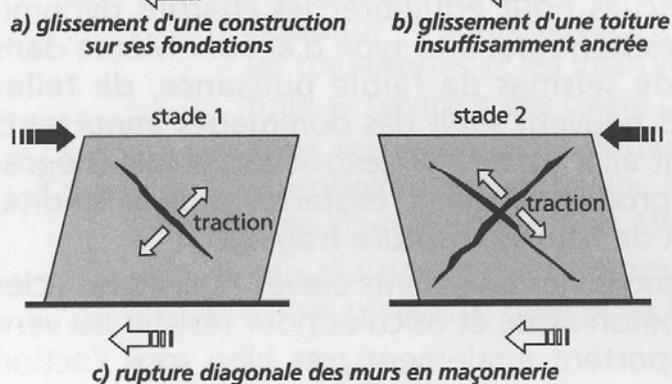
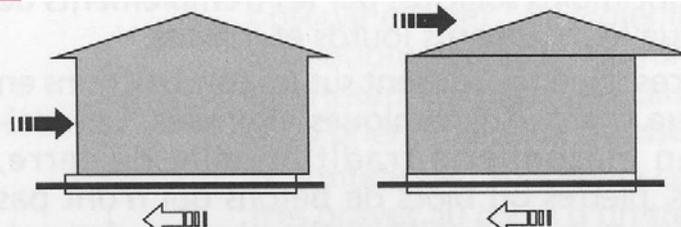
action du sol

c) oscillations de torsion

2.1 oscillations horizontales

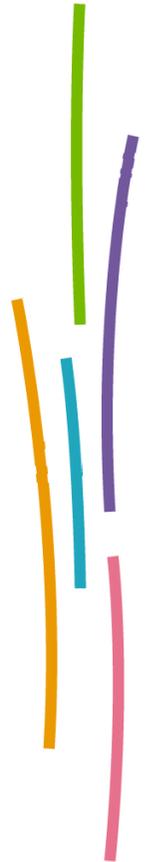
- Rigidité latérale + faible / verticale : dangerosité plus importantes des oscillations horizontales / verticales
- Types de sollicitations : flexion, traction, cisaillement et balancement

• Type d'effets : fissuration, dislocation, écrasement, projection, effondrement...



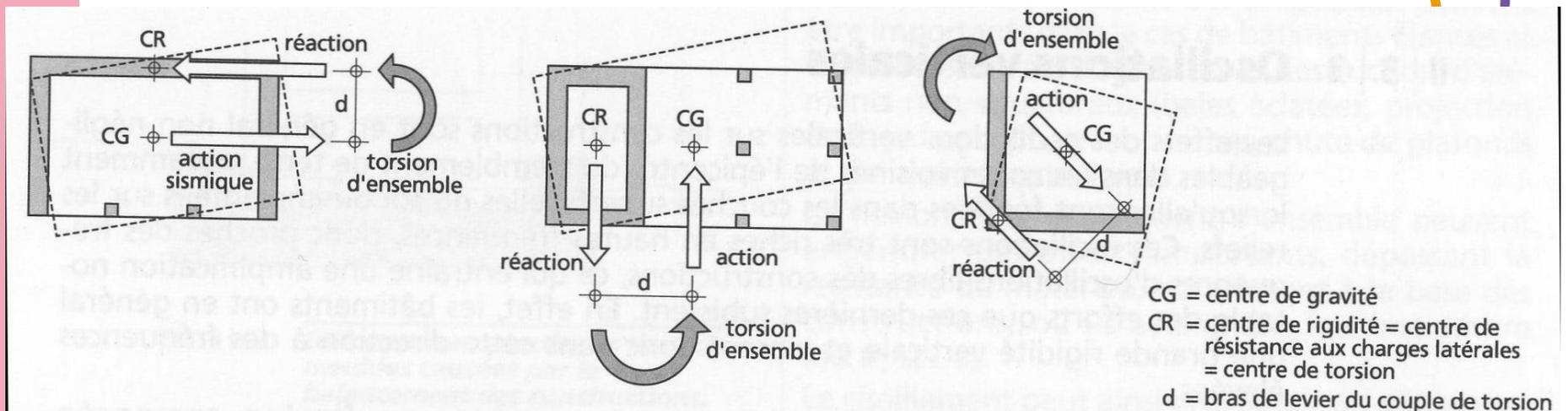
2.2 oscillations verticales

- Non négligeables dans les zones proches de l'épicentre
- Dangereuses pour les éléments de grande portée et les éléments en porte-à-faux
- Types d'effets : arrachement de charpentes, projection d'équipements, balancement des constructions



2.3 oscillations de torsion

Produites par les déplacements horizontaux du sol, quand les rigidités verticales ne sont pas symétriques au centre de gravité d'un niveau



Les parties plus déformables vrillent autour des parties rigides.

Tout niveau dont les éléments rigides ne sont pas répartis symétriquement peut être exposé en cas de séisme à une torsion d'ensemble

dommages dus à la torsion d'ensemble



Chris Arnold

Séisme de Mexico 1985

dommages dus à la torsion d'ensemble



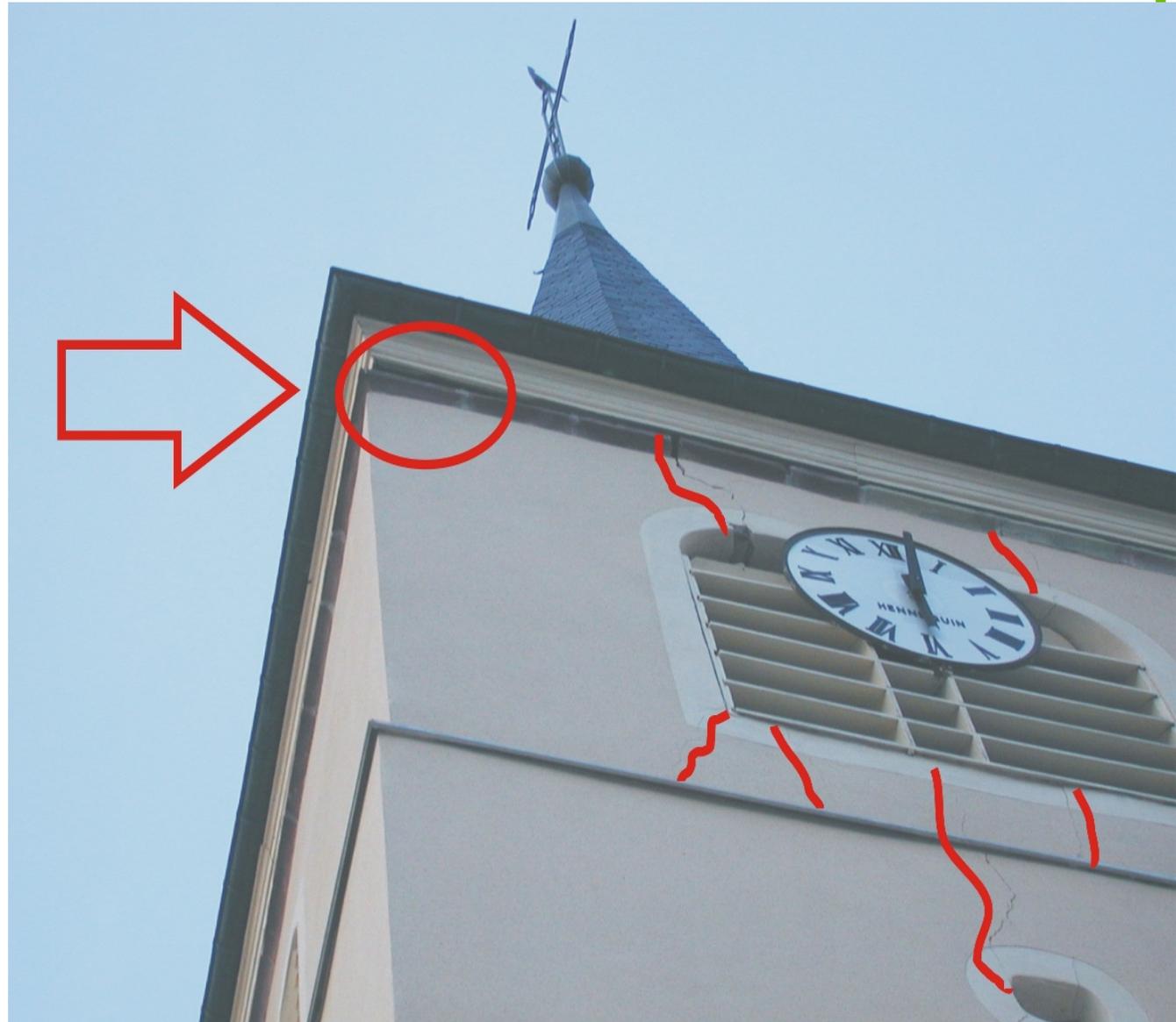
Séisme de Tokachi-Oki, Japon 1968



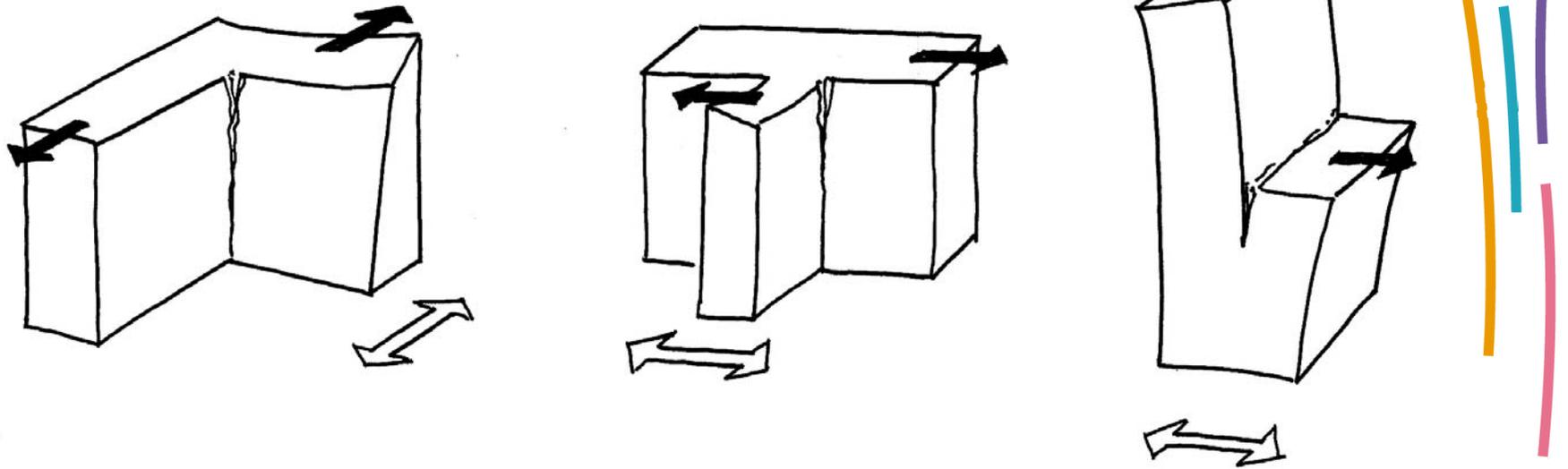
Eglise de Saint-Hélène (Vosges)

Torsion du
clocher

Séisme de
Rambervillers
(22 fev. 2003)



2.4 oscillations différentielles



dommages dans les angles rentrants

dommages dans les angles rentrants



Angle rentrant dans un plan horizontal

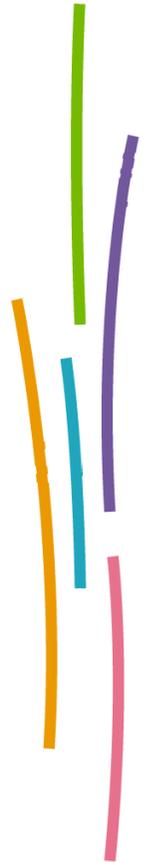


Angle rentrant dans un plan vertical

(séisme de Kobé, Japon 1985)

Baccarat

Séisme de
Rambervillers
(22 fev. 2003)

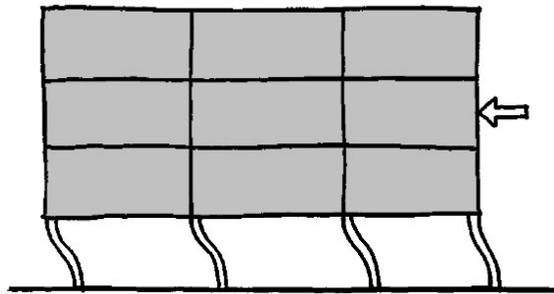


3/ effet de niveau souple

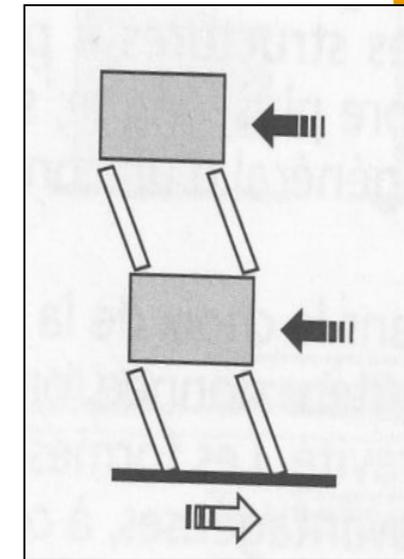
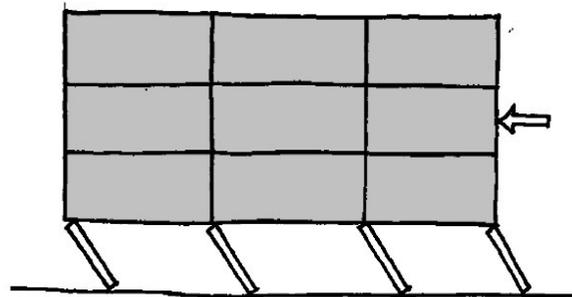
Il se produit lorsqu'un niveau à structure en portiques est surmonté d'un niveau plus rigide (à structure à murs par exemple)

Conséquence de la présence d'un niveau souple : effondrement fréquent

Phase 1 :
déformation en S
des poteaux



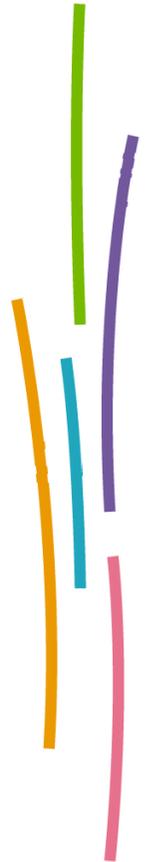
Phase 2 : rupture
des poteaux aux
extrémités



effets de niveau souple



Ceyhan-Misis, Turquie 1998



effets de niveau souple



Séisme de Kobé, Japon 1995



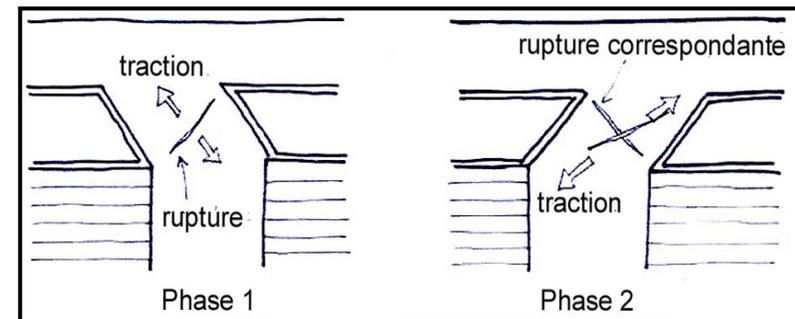
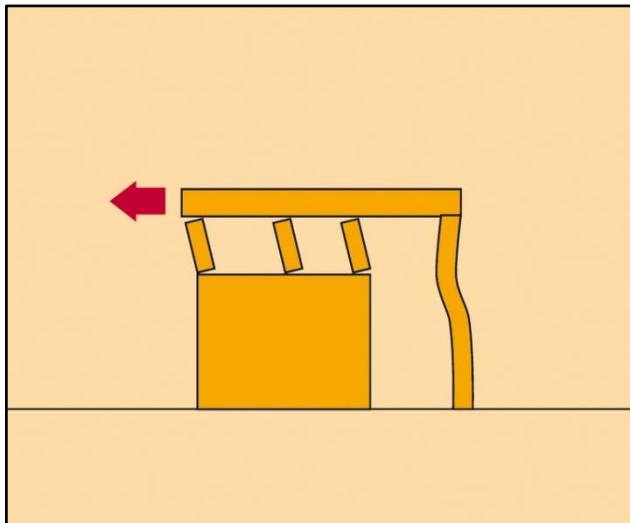
Séisme de San Fernando, Californie 1971

4/ effet de poteau court

Situation : poteaux de faible hauteur ou «bridés» par d'autres éléments, situés dans la structure principale

Conséquence : rupture brutale ayant pour cause

- faible déformabilité des poteaux
- comportement fragile
- charge importante des poteaux (proportionnelle à leur rigidité latérale)



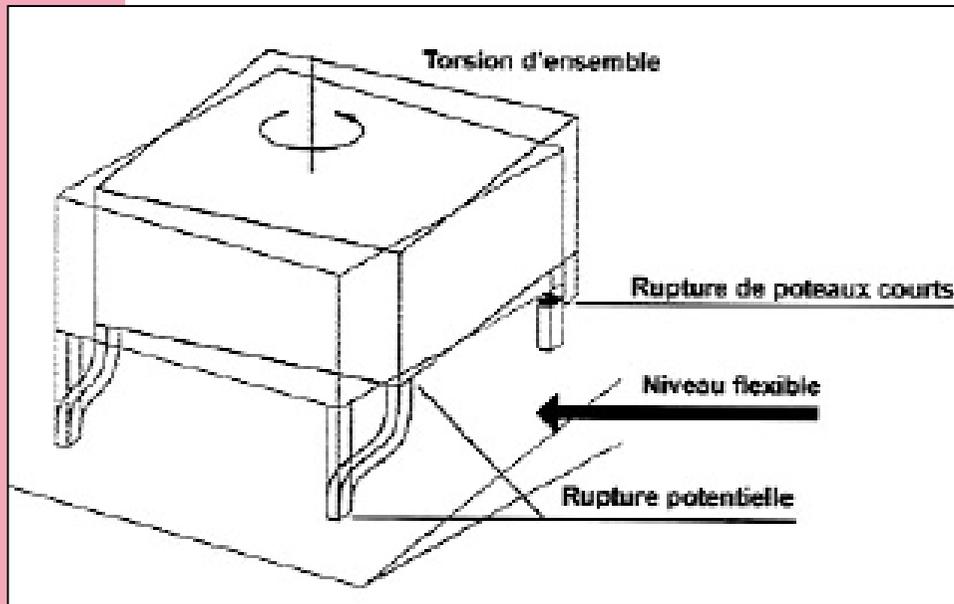
Rupture par cisaillement des poteaux bridés

effet de poteau court



Séisme de Chi-Chi, Taïwan
1999

constructions adossées à une pente possédant un soubassement ouvert



5/ les éléments non structuraux

Revêtements muraux

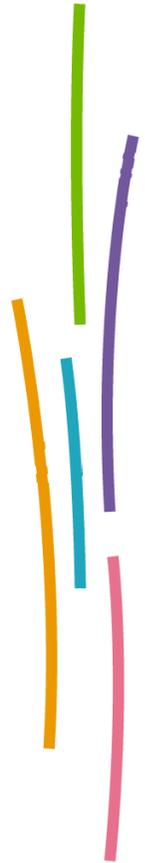
**Cloisons de distribution intérieures
Plafonds suspendus**

Équipements lourds

**Consoles
Acrotères**

Cheminées

Canalisations, réservoirs

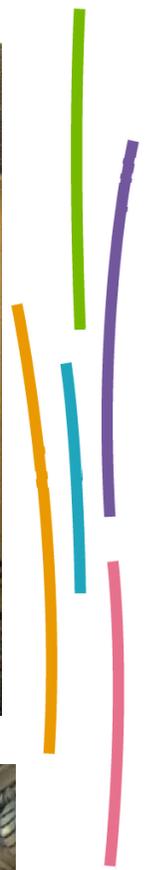
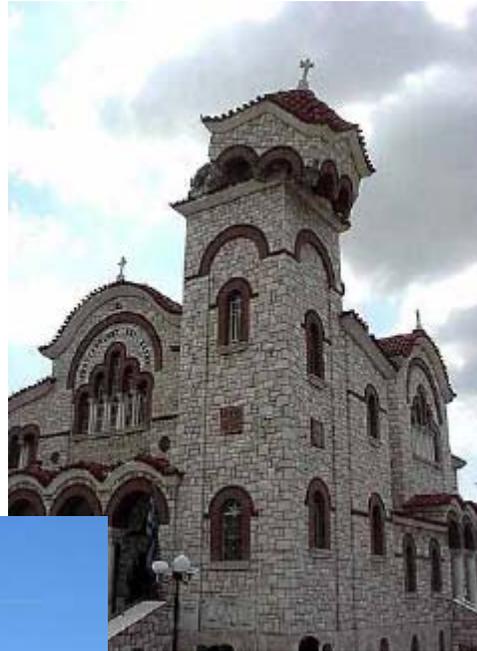


Guide en cours d'élaboration

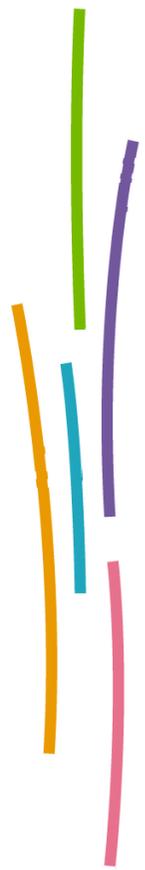
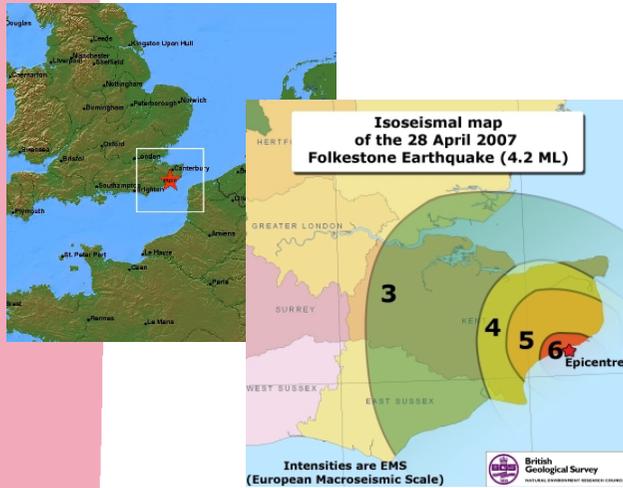
consoles



risques liés aux ouvrages sur toit,
clocher, cheminée...



Folkstone 2007



chiens assis



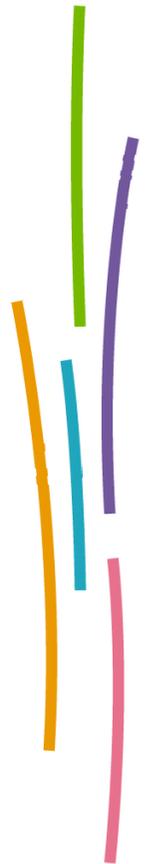
Crèche à Metz-Tessy 1996



6/ autres équipements



Frontière Mexique-Californie Imperial Valley – 15/10/1979 – M 6,5
Rupture de supportage d'un réservoir d'eau – (Leeds, 1980)





Séisme d'Izmit (Turquie) - Golcuk - 17/8/1999 - M 7,4 - (Ansal et al., NISEE)

Transformateur de 5 tonnes sorti de son logement



séisme d'Izmit (Turquie) - 17/8/1999 - M 7,4 - (Bruneau, MCEER)
réservoir d'eau

Rupture des boulons d'ancrage et du supportage

7/ constructions en maçonnerie

Les maçonneries réalisées selon les méthodes propres aux zones non sismiques éclatent sous l'effet des séismes et se disloquent, car les joints de mortier résistent mal à la traction et au cisaillement



Iran 2005



San Fernando, Californie 1967

dislocation des maçonneries non chaînées



dommages aux maçonneries



Salon de Provence 1909



Annecy 1996



Annecy 1996



Épagny 1996

8/ constructions en bois

- excellent comportement sous séisme
- limiter le nombre de niveaux à R + 1
- assurer un ancrage efficace de chaque niveau



Maisons en bois non effondrées malgré un important glissement de terrain, séisme d'Anchorage, Alaska 1964

Merci de votre attention

