

SEMINAIRE DE FORMATION

RISQUES BATIMENTAIRES

BUILDING RISKS

SD / USAR

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

Niveau INITIAL

EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS

EARTHQUAKE EFFECTS ON BUILDINGS

**JOUR
1**

INTERVENANT: JEAN-LUC REY

RÉVISION RB 2018 V0



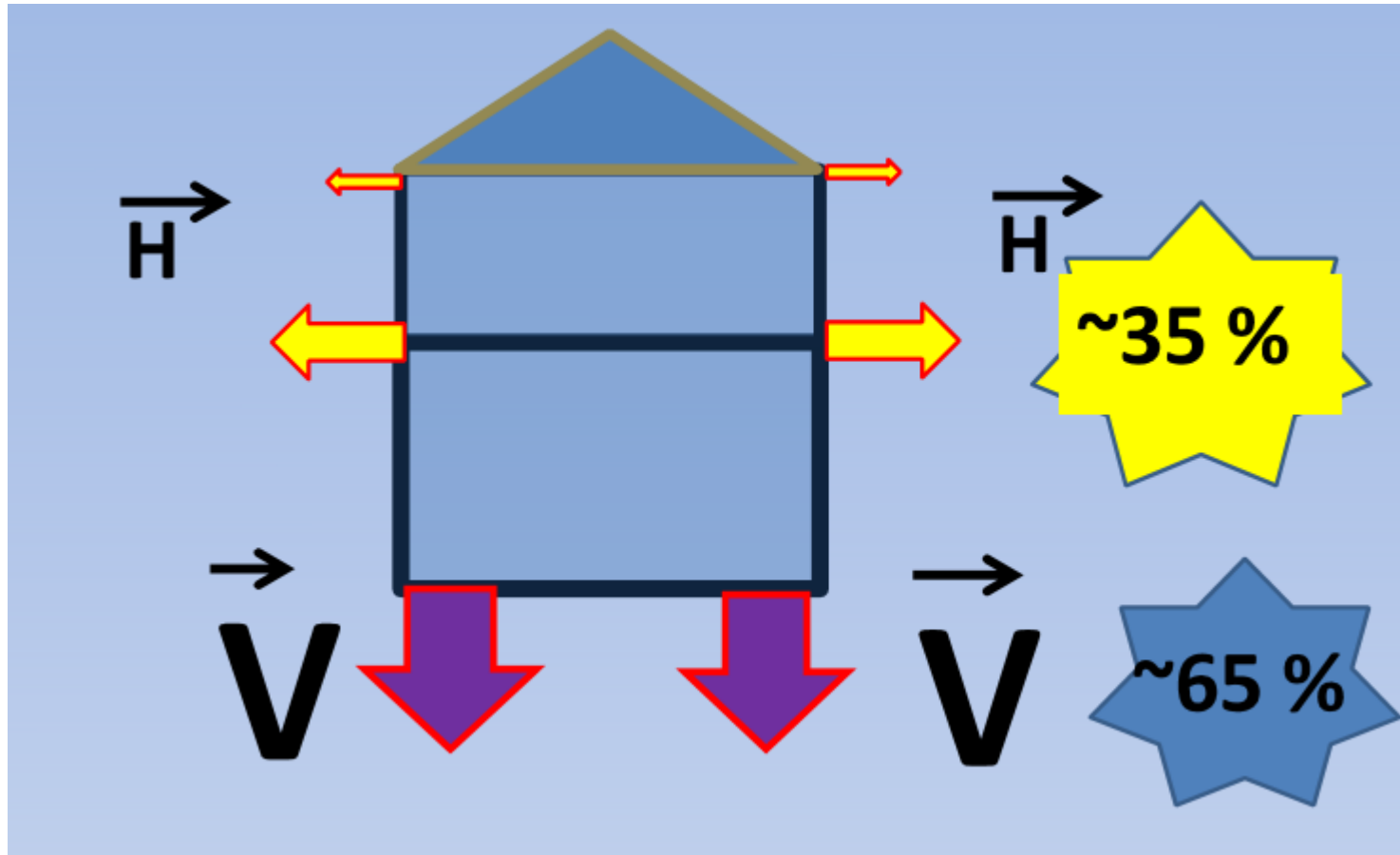
SOMMAIRE

- 1. Introduction**
- 2. Oscillations Horizontales des bâtiments**
- 3. Oscillations Verticales des bâtiments**
- 4. Torsions d'ensemble et Torsion accidentelle des bâtiments**
- 5. Crédits images**

INTRODUCTION

PRINCIPE GÉNÉRAL DE CONSTRUCTION

DIRECTIONS DES CAPACITES DE RESISTANCE (COURANTES & NORMALEMENT RÉALISÉES..)



LE POINT COMMUN À CES DIFFÉRENTES ACTIONS ?

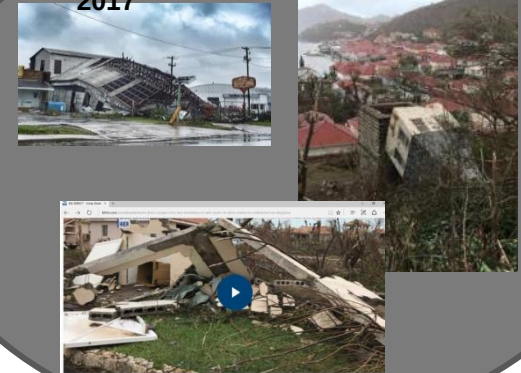
Séisme AMATRICE -8-2016



Explosions AZF & Mulhouse



Cyclones Harvey/Irma -9-2017



Mouv. de Terrain
(fontis, cavités, gonflement, glissement)



Choc de véhicules



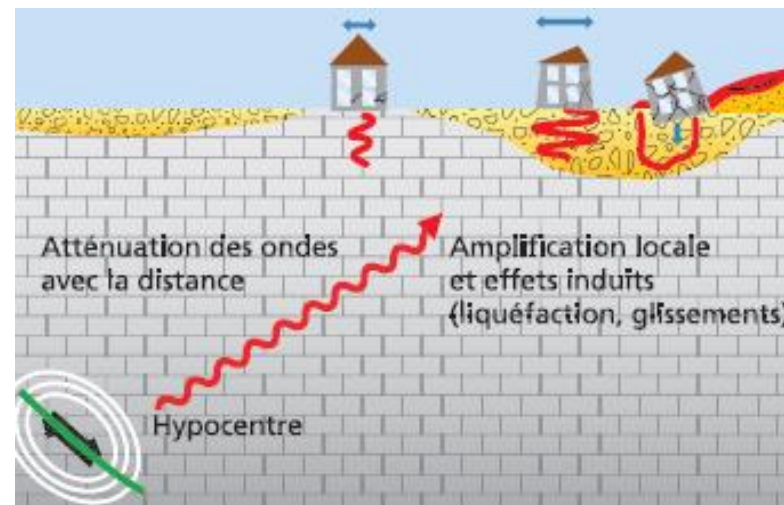
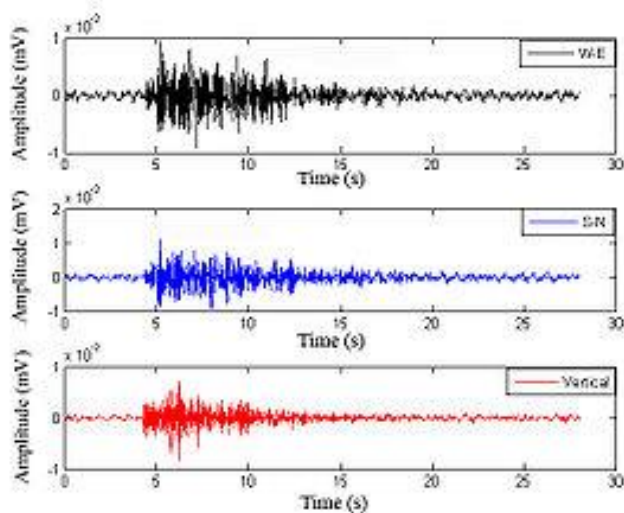
EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS

INTRODUCTION

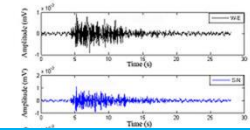
Lors des tremblements de terre, les constructions subissent des oscillations horizontales, verticales, et de torsion, provoquées par des mouvements du sol d'assise. En raison de la vitesse et de la durée des oscillations, les constructions subissent des dommages importants et suivant la nature et le mode constructif certaines sont réduites à l'état de ruines.

Le signal sismique possède les 3 composantes en **X,Y et Z** et malgré leur différence de contenu fréquentiel elles peuvent se coupler simultanément.

Voir sismogramme ci-dessous:



EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS LES OSCILLATIONS HORIZONTALES

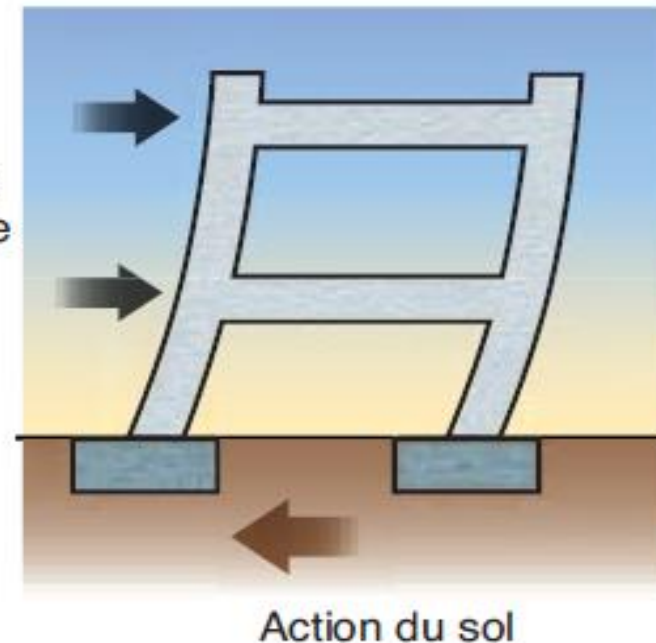
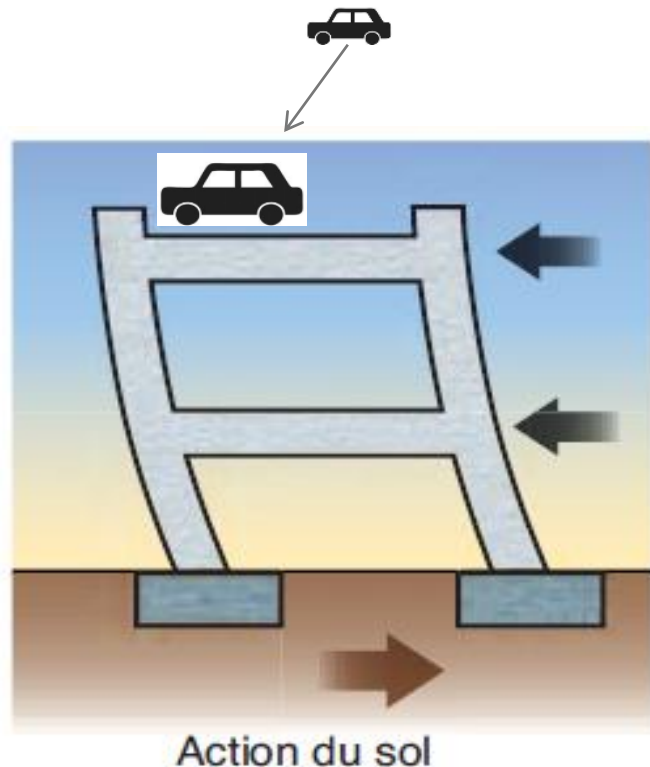


Source prépondérante
de sollicitations
En X ou Y

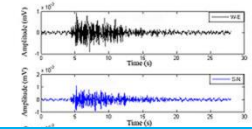
CONSEQUENCE MAJEURE



**LES FORCES D'INERTIE = MAJORATION DE TOUTES LES
MASSES UNITAIRES !!** (des poids propres et des charges d'exploitation)



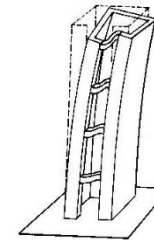
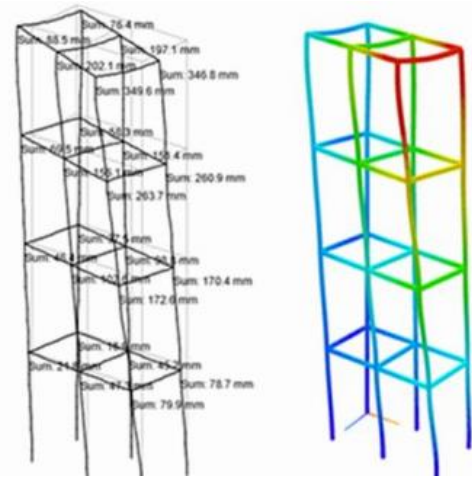
EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS LES OSCILLATIONS HORIZONTALES



Source prépondérante
de sollicitations
En X ou Y

Effets sur les structures les plus courants:

-Effet P- Δ sur les structures élancées=====→



! Intro diagramme
allongement !

-Basculement des bâtiments

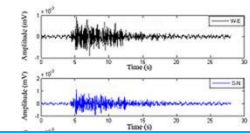


Perte des fondations par
rupture ou enfoncement –
liquéfaction des sols

Taiwan 09 Février 2018- crédit Nice Matin



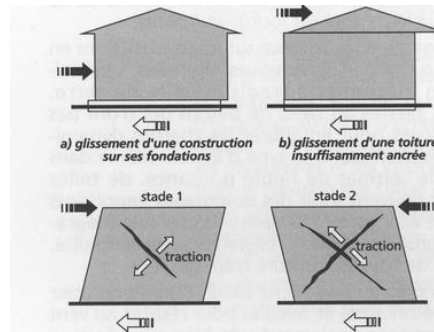
EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS LES OSCILLATIONS HORIZONTALES



Source prépondérante
de sollicitations
En X ou Y

Effets sur les structures les plus courants:

- Fissuration des murs, trumeaux, allèges (formation de bielles de compression)
- Arrachement ou désolidarisation (Glissement) des toitures, murs, soubassements



EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS

LES OSCILLATIONS HORIZONTALES



Fissuration en croix des
trumeaux au RDC
Italie, 2016



Doc.NISE USA, Arrachement des têtes de poteaux sous la poussée
horizontale

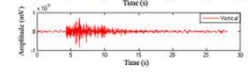


Doc.NISE USA, San Fernando Californie, 1971
Le glissement du bâtiment a été interrompu par la
cage d'ascenseur.

EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS

LES OSCILLATIONS VERTICALES

Source prépondérante de sollicitations
En Z

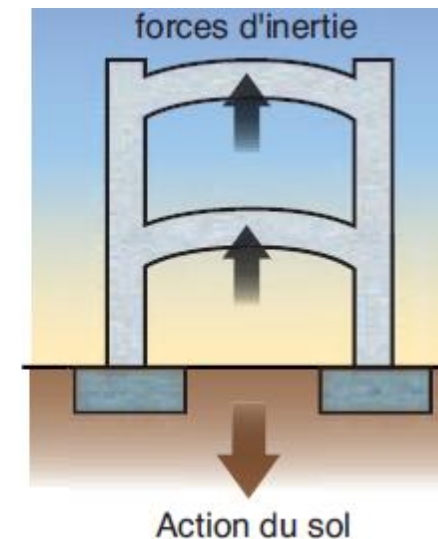
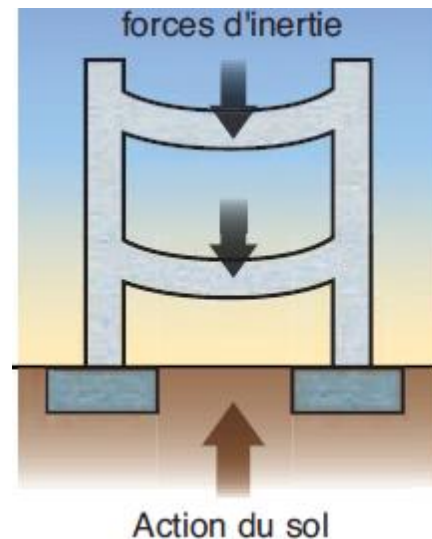


Effets sur les structures les plus courantes:

- Délestage des murs et des poteaux de leurs ancrages
- Augmentation des masses mises en jeux , $F = M \cdot \gamma$, (planchers, toitures, balcons, poutres de grandes portées..)
- Balancement des structures hautes
- Fissuration et rupture des bétons peu ou pas armés (faible résistance à la traction)

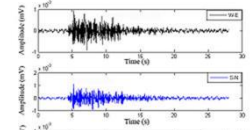


Ruptures des surfaces en porte à faux avec délestage des liaisons sup. des poteaux



EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS

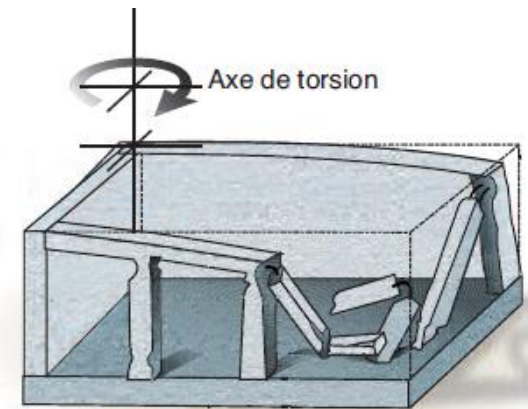
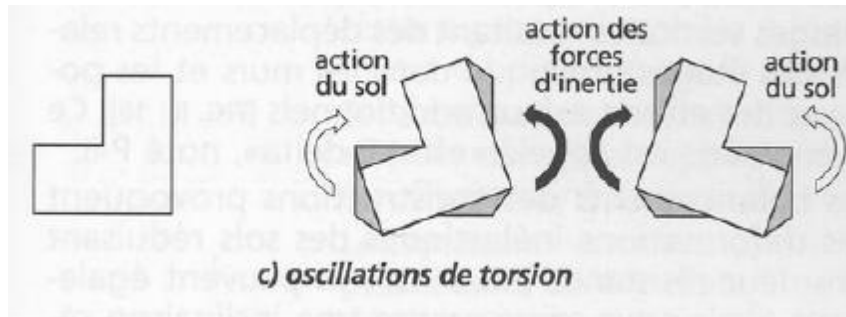
TORSION D'ENSEMBLE (OU STRUCTURELLE)



Source prépondérante
de sollicitations
En X et Y

Phénomène de couplage en X et Y du signal sismique

+ différence de rigidité des murs et diaphragmes + absence
ou manque de contreventements = Ruine du bâtiment



L'axe de torsion se situe au droit du
Centre des Rigidités.

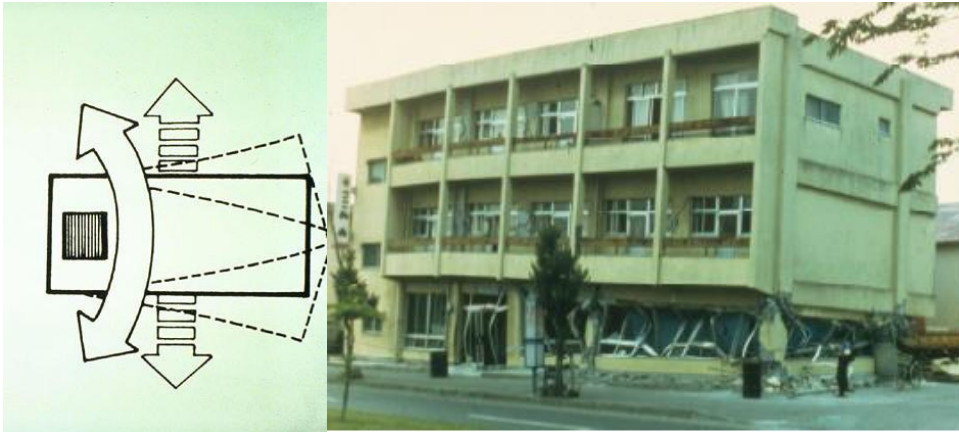
Les portiques étant beaucoup plus
souples que les murs

Effondrement par torsion globale
du bâtiment

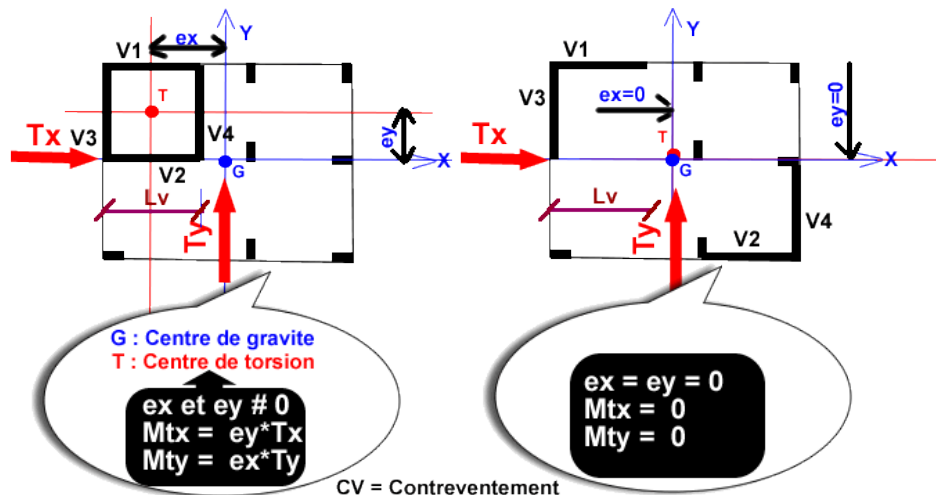
Remarquer le déplacement latéral
des éléments supérieurs de #
mètres

EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS

TORSION D'ENSEMBLE



Séisme de KOBE, 1995,
Le bâtiment a oscillé autour de la cage d'escalier (très rigide), considérée comme le Centre des Rigidités de la structure; cela pour chaque niveau



Principe des distorsions structurales entraînant l'effet de torsion sous séismes des bâtiments.
Mauvais exemple à gauche
Et bon exemple de répartition homogène des rigidités à droite.

EFFETS DES SEISMES SUR LES CONSTRUCTIONS TORSION ACCIDENTELLE

D'origine fortuite, elle est due par:

-des mouvements différentiels du sol
(Tassement, Glissement, Gonflement..)



-des présences de charges non prévues à l'origine de la conception -salle de spectacle, entrepôt, atelier à machines lourdes



-des modifications structurales modifiant les CdG et les CR de chacun des niveaux du bâtiment



-hétérogénéité des porteurs (ΔK)

**Ces facteurs aggravant amplifient les dommages
dans TOUS LES CAS !!!**

CREDITS

Crédits images, photos et illustrations

- Milan ZACEK, Expert et Professeur en génie parasismique
- Patricia BALANDIER
- NISE,USA
- Nice Matin