

Université de Tlemcen
Faculté de technologie
Département d'architecture



Conception architecturale parasismique

Matière: Structures

Parcours: Master Architecture

Pr Mohammed Nabil Ouissi
ouissi_n@yahoo.fr

I. Introduction

- Le concepteur, dont le rôle apparaît comme déterminant, doit posséder dans le domaine parasismique un bagage de connaissances suffisant pour être en mesure d'opérer, en amont des calculs, des choix qui assureront à la construction projetée des conditions optimales de résistance aux séismes, d'autant plus que la vie de personnes est en jeu (90% de pertes en vies humaines lors d'un séisme sont dus à l'effondrement de constructions).

I. Introduction

- Par ailleurs, une conception des bâtiments rationnelle permet de maintenir **le coût** de leur protection sismique à un niveau relativement faible.
- Le choix **des matériaux** de structure ainsi que celui du **système porteur** et du **contreventement** font partie intégrante de la conception architecturale. C'est en effet le concepteur qui conçoit le système porteur quant à la forme et l'organisation de ses éléments.

2. Forme des bâtiments

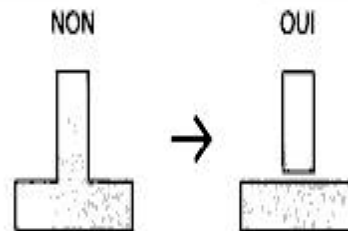
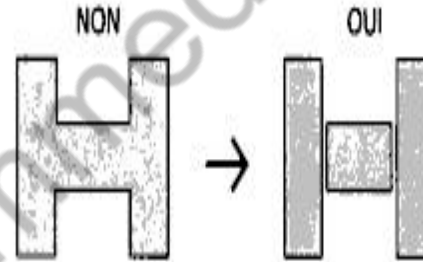
- **La forme** des bâtiments est incontestablement l'un des éléments architectoniques les plus importants.
 - ❖ contraintes d'implantation au site,
 - ❖ de la forme du terrain,
 - ❖ du programme à respecter ,
 - ❖ des préférences personnelles de l'architecte ou du constructeur.
- Les impératifs de conception parasismique peuvent paraître, lors d'un premier examen, comme une contrainte architecturalement appauvrissante.
- En effet, dans les régions sismiques, on devrait rechercher des formes de bâtiment aussi simples et symétriques que possible, tant en plan qu'en élévation.

✓ Symétrie du plan

- La symétrie du plan selon deux axes ou plus tend à **réduire notablement la torsion** d'axe vertical des constructions. Un plan circulaire ou carré apparaît donc de ce point de vue comme le plus avantageux. La résistance à la torsion des bâtiments en forme de L, T, U, V ou Z est par contre très inférieure à celle des bâtiments symétriques et compacts (**rapport longueur/largeur du plancher inférieur ou égal 4**).

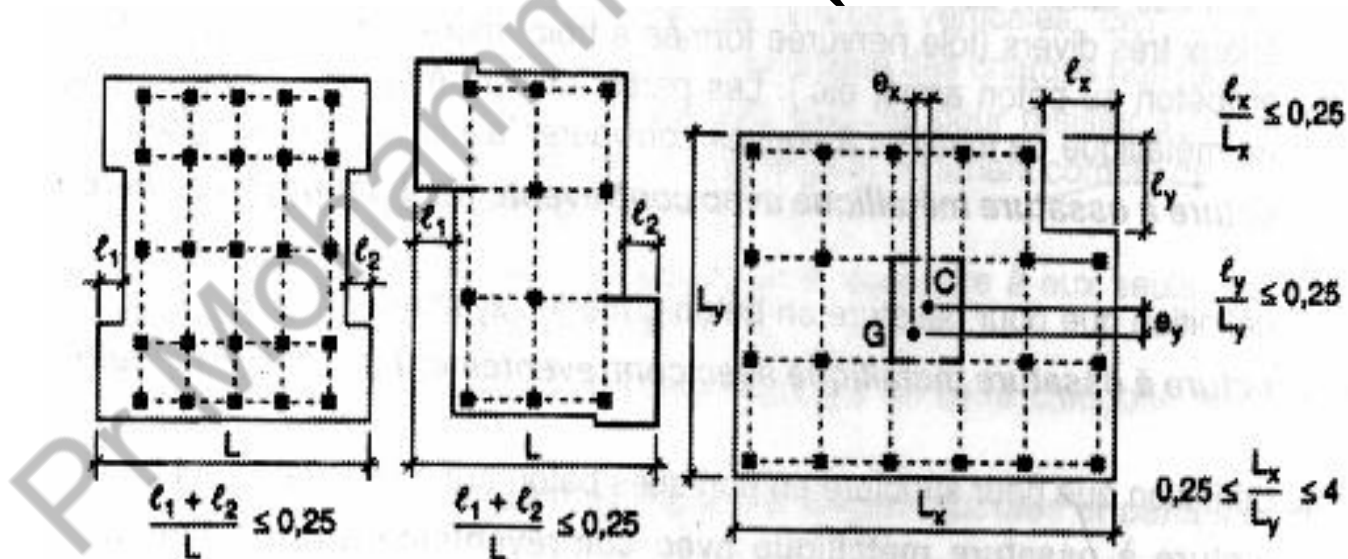
✓ Simplicité du plan

- Les angles rentrants peuvent être présents aussi dans les constructions symétriques.



✓ Simplicité du plan

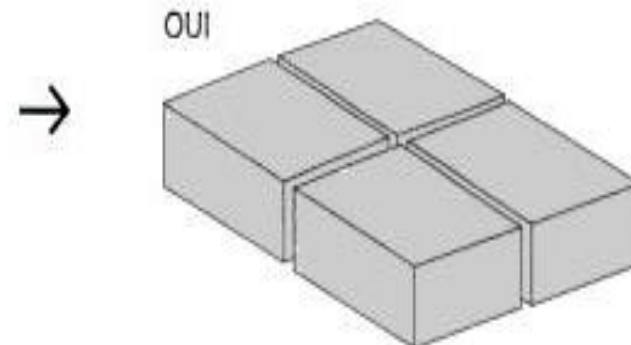
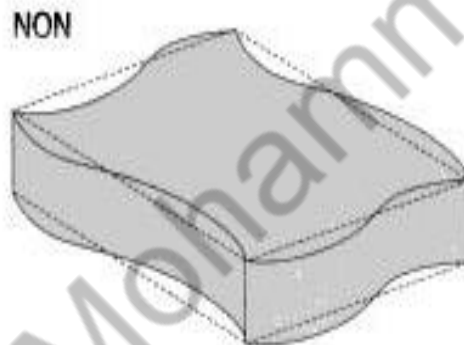
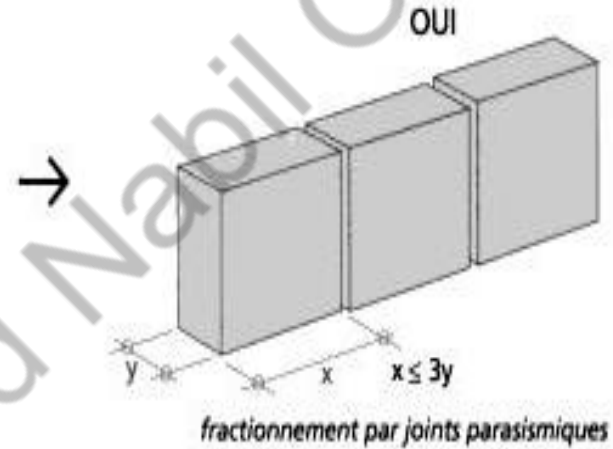
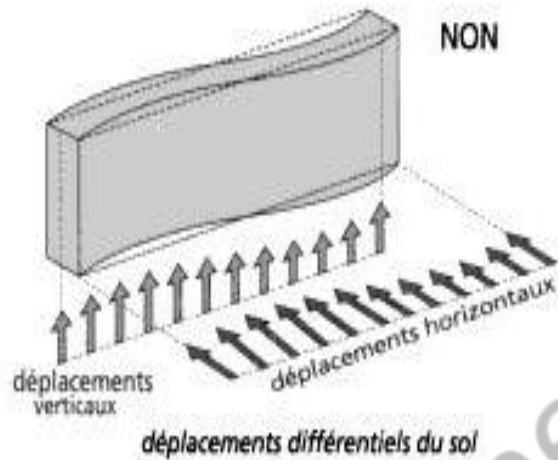
- La somme des dimensions des parties rentrantes ou saillantes du bâtiment dans une direction donnée ne doit pas excéder **25%** de la dimension totale du bâtiment dans cette direction. **(RPA 99 Ver 2003)**



✓ Dimensions horizontales du bâtiment

- Les effets des mouvements différentiels du sol sont particulièrement sensibles dans le cas des bâtiments de grandes dimensions horizontales.
- Il est donc préférable que le rapport de la longueur des bâtiments à leur largeur ne dépasse pas 3. Si des bâtiments de grandes dimensions horizontales doivent être édifiés dans une zone sismique, il est souhaitable de les fractionner par des joints parasismiques.

✓ Dimensions horizontales du bâtiment



Pr Mohammed Nabil Ouissi

✓ Symétrie et simplicité en élévation

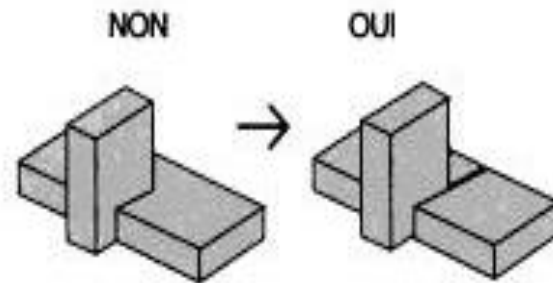
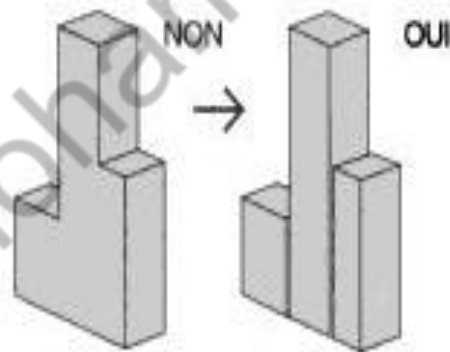
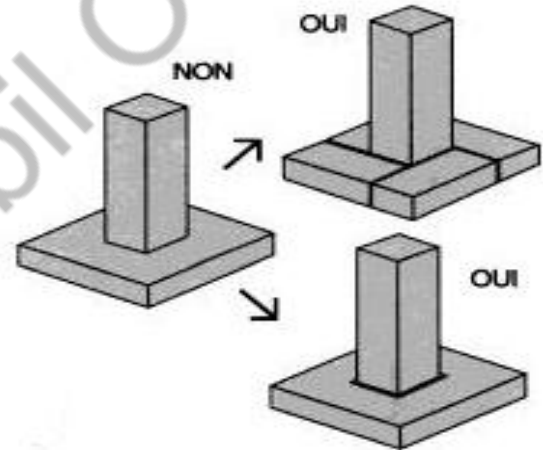
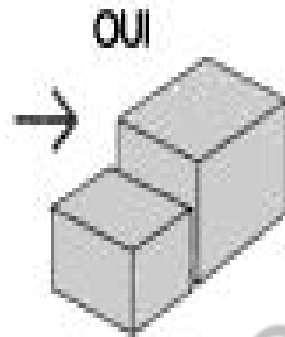
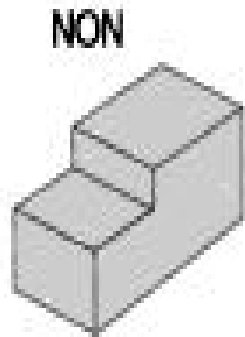
- Les parties des bâtiments de hauteur et de volumes différents n'ont pas la même fréquence propre d'oscillation.
- A certains moments, elles peuvent subir des déplacements opposés. Si elles sont solidaires, de fortes concentrations de contraintes se produisent dans les éléments qui les relie.
- Là aussi, une séparation par des joints parasismiques permet de conserver une configuration d'apparence complexe .

Symétrie et simplicité en élévation

séisme de Kobé, Japon 1995

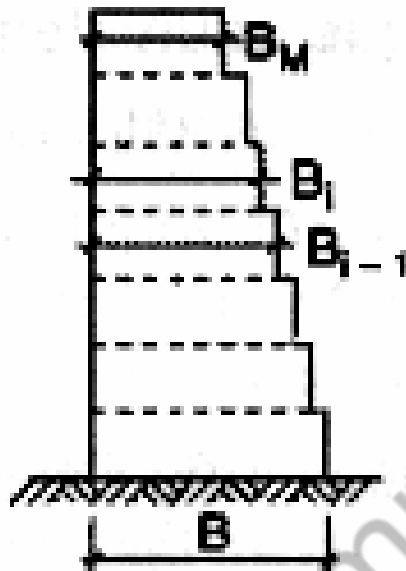


✓ Symétrie et simplicité en élévation



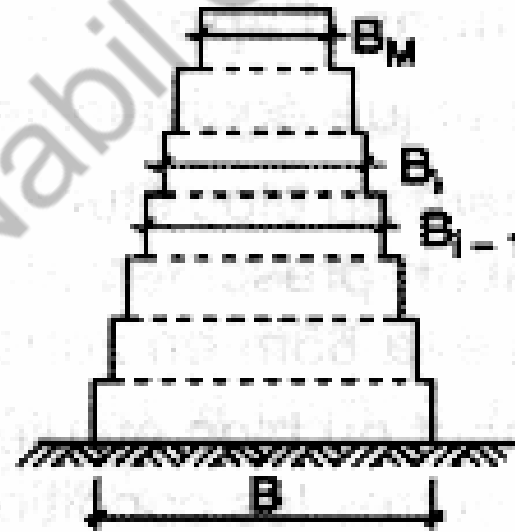
Pr Mohammed Nabil Ouissi

✓ Symétrie et simplicité en élévation



$$\frac{B_M}{B} \geq 0,67$$

$$\frac{B_i}{B_{i-1}} \geq 0,80$$



$$\frac{B_M}{B} \geq 0,67$$

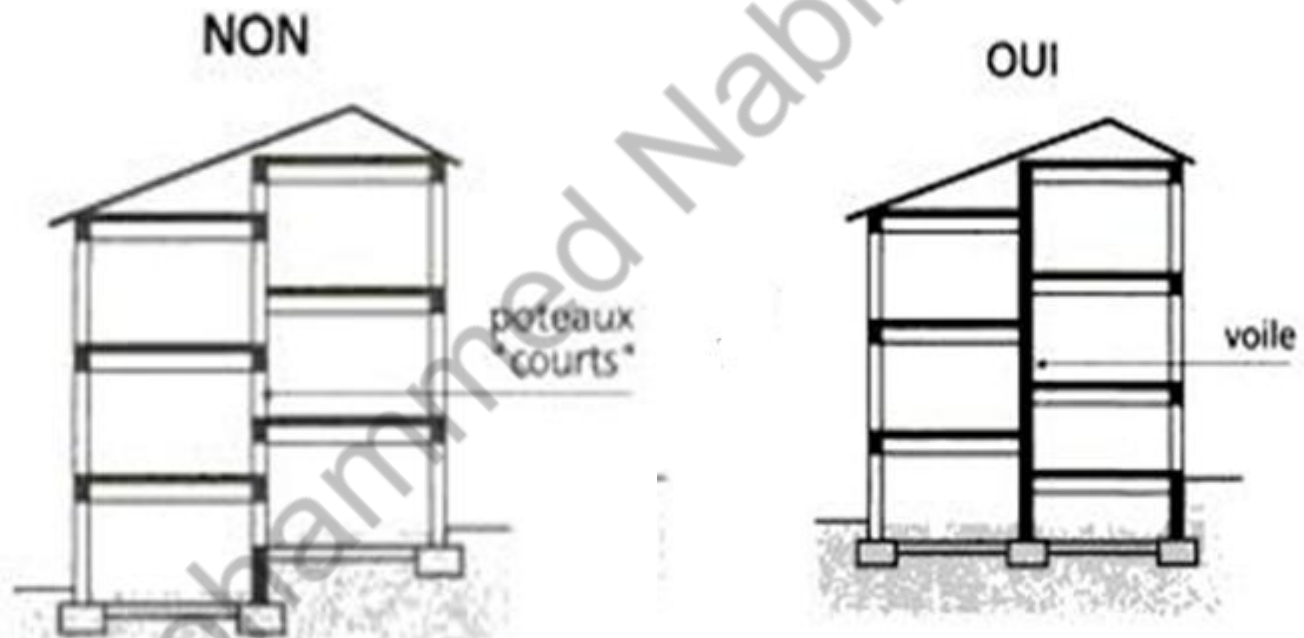
$$\frac{B_i}{B_{i-1}} \geq 0,80$$

Limites des décrochements en élévation RPA 99 Ver 2003

✓ Présence de niveaux décalés

- Les bâtiments comportant des niveaux «décalés» portés par des poteaux ont souvent subi des dégâts importants lors de séismes majeurs. En effet, la hauteur libre des poteaux chargés de part et d'autre par des planchers situés à des niveaux différents est réduite, ce qui peut donner lieu à **l'effet de poteau court** et une **ruine par cisaillement**. Si on ne peut pas éviter ce type de construction, il est préférable d'intégrer les poteaux dans un refend en béton armé.

✓ Présence de niveaux décalés

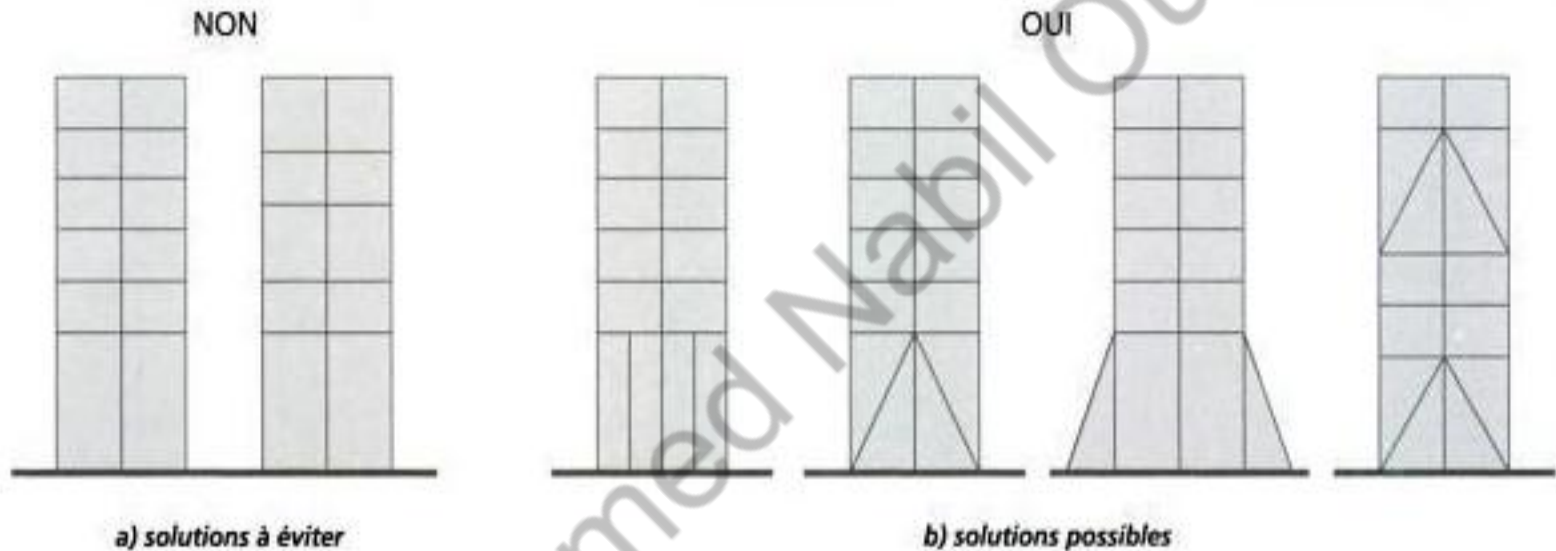


**Bâtiments comportant
des niveaux décalés.**

✓ hauteurs d'étage

- L'effet de niveau flexible peut être provoqué également par une inégalité significative des hauteurs d'étage. Si celle-ci ne peut pas être évitée, il est nécessaire d'égaliser la rigidité des niveaux, par exemple en réalisant des palées de contreventement supplémentaires dans les niveaux moins rigides.

✓ Hauteurs d'étage



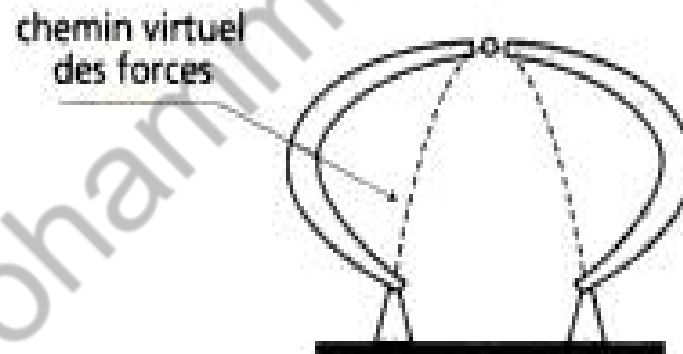
- Il est souhaitable de limiter la différence entre les hauteurs d'étage à **20% de la hauteur la plus grande**. Par ailleurs, la hauteur d'étage ne devrait pas être excessive car, lorsqu'elle augmente, les dommages sismiques croissent rapidement.

3. Éléments d'architecture

❖ **Forme des éléments constructifs**

Sont à déconseiller en zone sismique :

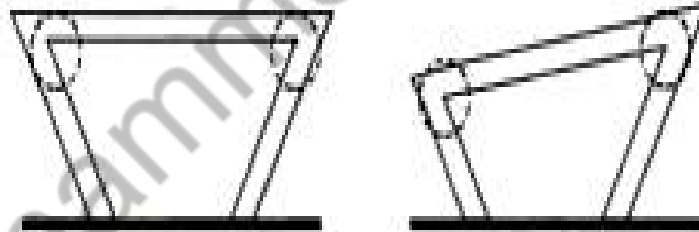
- formes déviant par trop d'une descente des charges directe



a) forme générale peu rationnelle : à éviter

❖ **Forme des éléments constructifs**

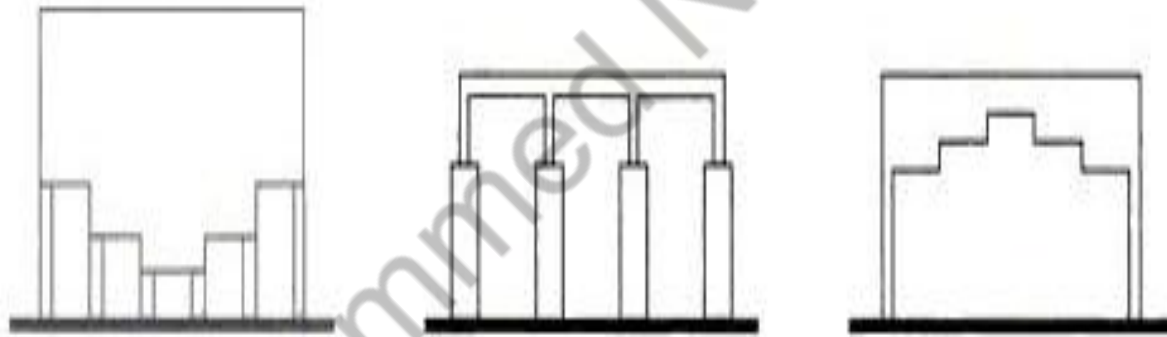
- angles vifs aux changements de direction et aux intersections des éléments constructifs, notamment les angles fermés



b) angles fermés : à éviter

❖ **Forme des éléments constructifs**

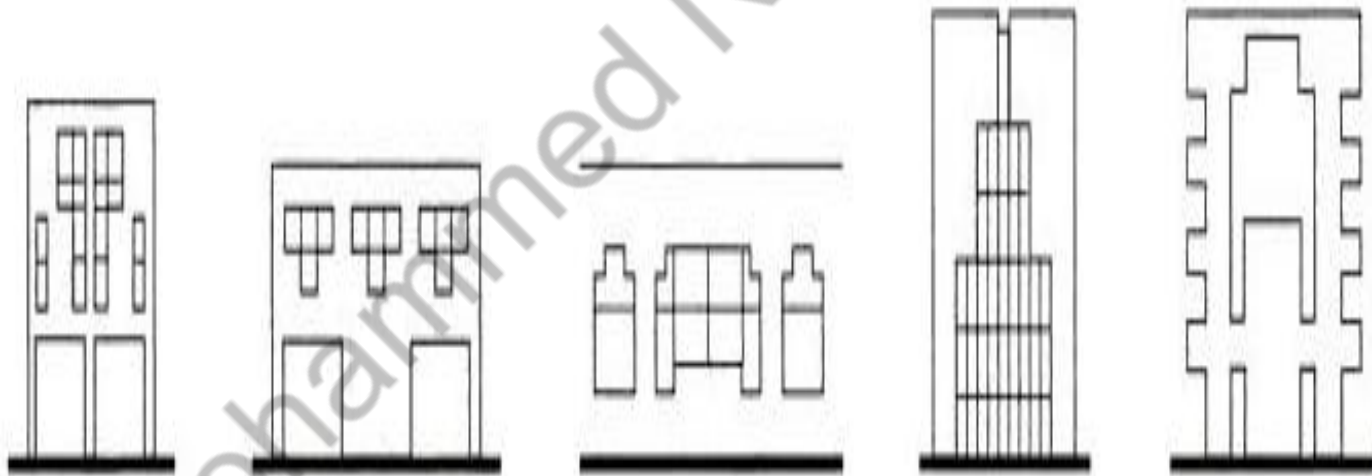
- variations brusques des sections;



c) variations brusques des sections : à éviter

❖ **Forme des éléments constructifs**

- Percements de mur importants ou comportant de nombreux angles.

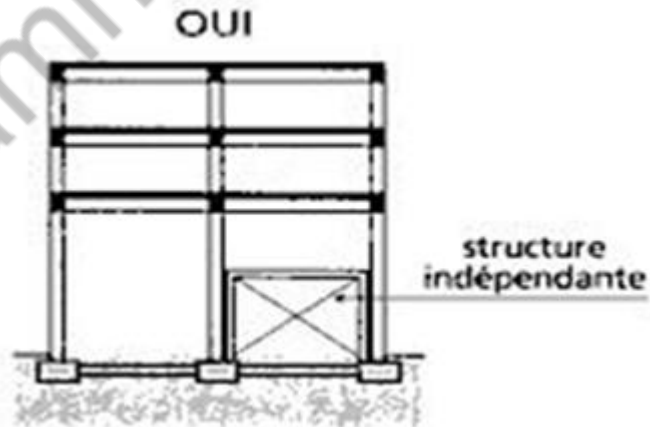
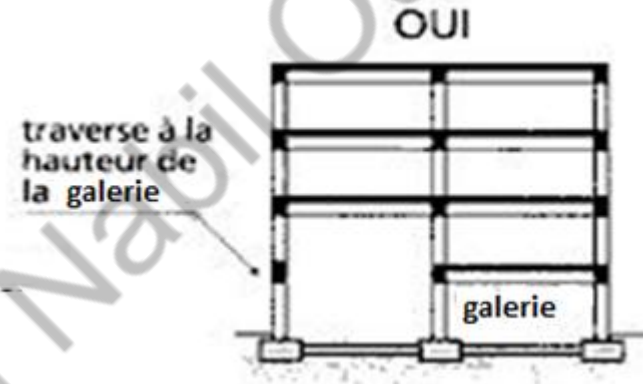
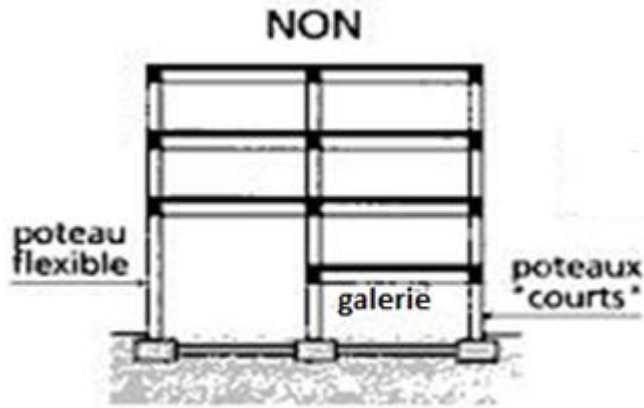


d) percements importants, complexes ou incorrectement placés : à éviter

❖ Espaces intérieurs

- Les galeries impliquent fréquemment la présence de poteaux courts, beaucoup plus vulnérables aux charges sismiques que les poteaux ayant la hauteur de l'étage. Dans les zones exposées aux tremblements de terre, on devrait adopter la même hauteur libre pour tous les poteaux et murs d'un même niveau.

❖ Espaces intérieurs



❖ Escaliers

- La conception des escaliers demande une attention particulière. Leur destruction lors des séismes sévères est fréquente, notamment lorsqu'ils sont **portés par des poteaux**.
- En effet, la travée comportant l'escalier est plus rigide que les travées voisines et attire donc une plus grande partie des charges sismiques horizontales.
- Par ailleurs, les paliers intermédiaires entre les étages créent l'effet de poteau court, tout comme les galeries, la hauteur libre des poteaux étant divisée par deux. En cas de séisme violent, un cisaillement des poteaux peut se produire.

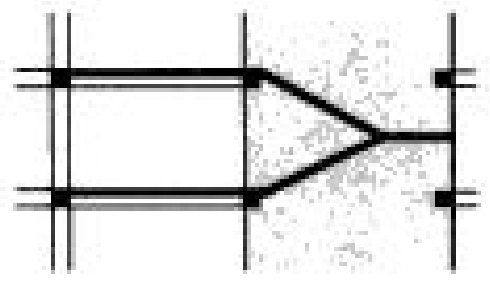
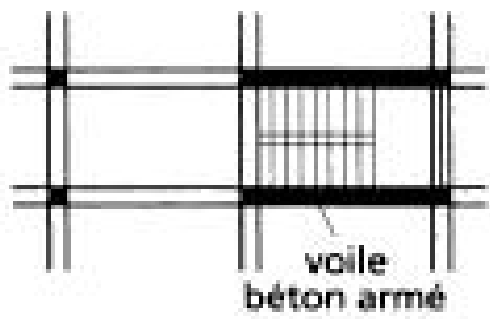


❖ Escaliers

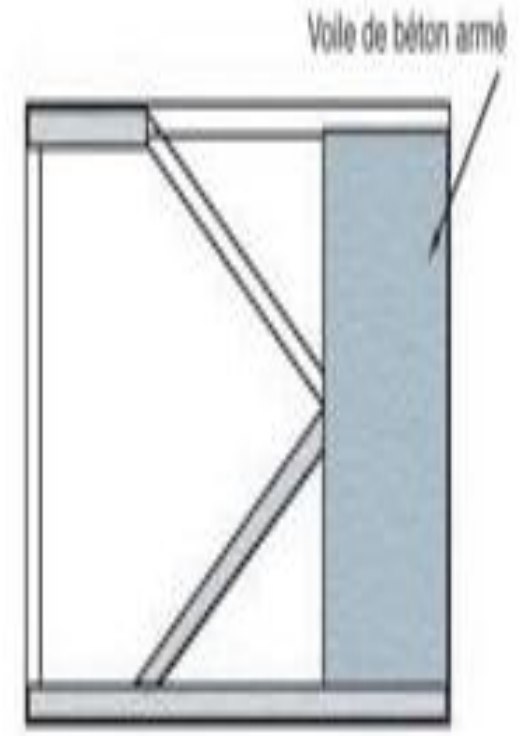
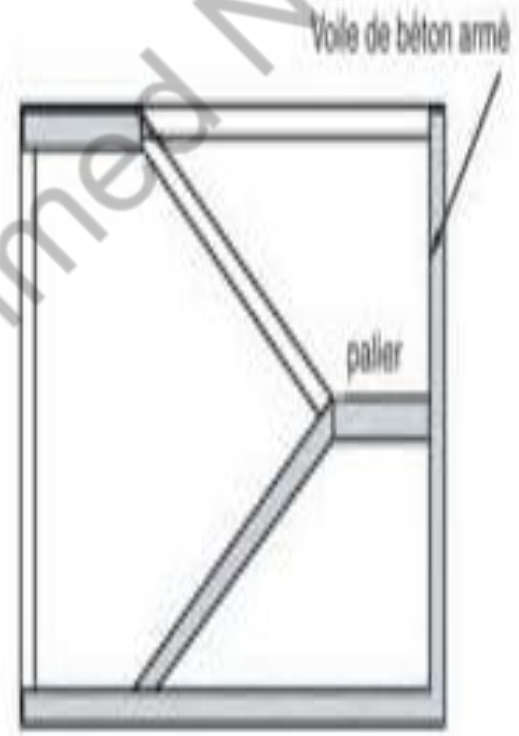
Les dispositions architecturales suivantes permettent de limiter ces inconvénients :

- I. Escaliers portés par des voiles de béton armé . La cage d'escalier doit dans ce cas être située de manière à conserver la symétrie des éléments verticaux rigides pour ne pas engendrer une torsion d'ensemble

OUI



b) parois en voile de béton armé

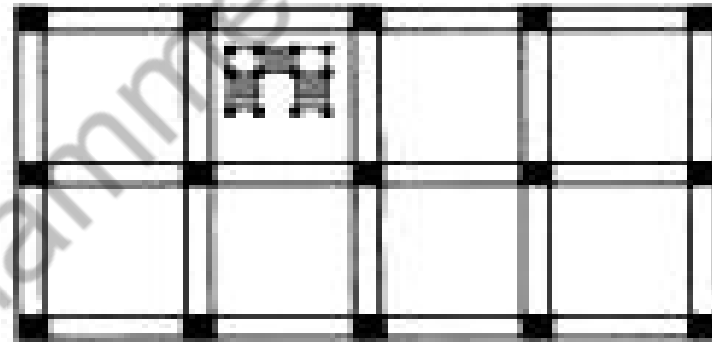


Pr Mohammed Nabil Ouissi

❖ Escaliers

2. Escaliers à structure indépendante de l'ossature du bâtiment

OUI

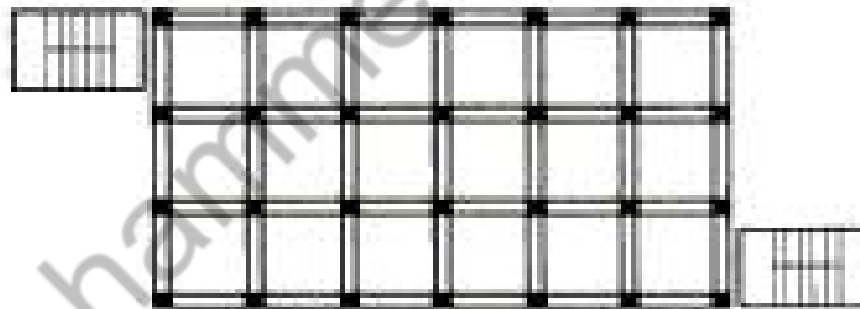


c) structure indépendante

❖ Escaliers

4. Cages d'escalier extérieures, mécaniquement découplés du bâtiment

OUI



d) cages d'escalier indépendantes

❖ Escaliers

- Les murs des cages d'escalier ne devraient pas être constitués par des cloisons en maçonnerie dont l'éclatement lors d'un séisme important est possible. Les débris pourraient dans ce cas gêner l'évacuation. L'emploi de voiles de béton armé pour les parois des cages représente la meilleure solution.

❖ Porte-à-faux



❖ **Porte-à-faux**

- **Dalles de balcon portées par des poutres en console**
- **Ces poutres n'ont pas subi de dommages lors du séisme d'El Asnam, Algérie 1980.**
- **Les poteaux du vide sanitaire ont été cisailés par effet de poteau court**



4. Joints

- Un joint est une coupure (qui peut s'étendre jusqu'aux fondations) réalisée dans un ouvrage pour le diviser en plusieurs parties, chaque partie pouvant se déplacer ou se déformer librement sans que les sollicitations auxquelles elle se trouve soumise n'influencent l'autre partie.

Les différents types de joints

- Joint de dilatation
- Joint de rupture
- Joint sismique

Pr Mohammed Nabil Ouissi

Joint de dilatation thermique

Il évite les effets :

- des variations hygrothermiques,
- du retrait et du gonflement des bétons.

Pr Mohammed Nabil Ouisi

Joint de dilatation thermique

La température entraîne, par exemple pour une barre de longueur l dont le coefficient de dilatation thermique est α soumise à un gradient ΔT une déformation Δl :

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T$$

(on constate que Δl est proportionnel à l)

=> Une limitation des longueurs des éléments limitera leur allongement (ou rétrécissement).

Joint de dilatation thermique

C'est pourquoi les règlements imposent une distance entre joints, pour les constructions en béton armé, d'une façon générale :

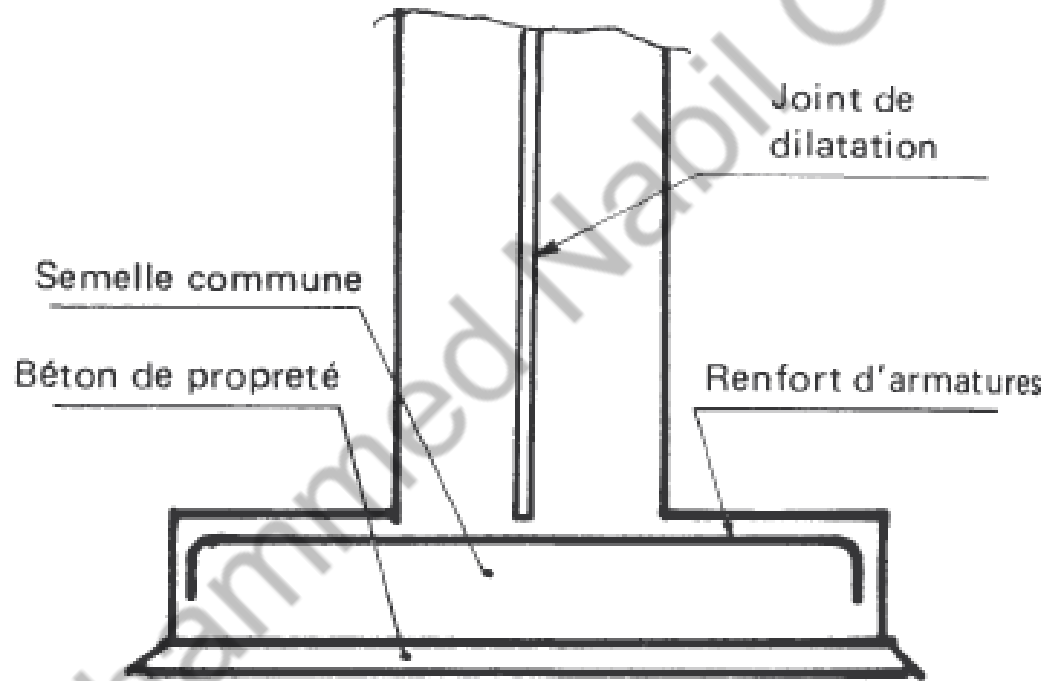
- de **25m** pour les régions à fortes variations thermiques ou très sèches (montagne, désert).
- de **50m** dans les régions humides .

Ces distances sont **doublées** pour les constructions en **acier**.

Joint de dilatation thermique

Dans les règles **C.B.A.93**, (article **B521**)
on préconise :

- **30m** pour les wilayas côtières à l'exception d'Oran, Temouchent, et Tlemcen pour lesquelles on conseille 25m ainsi que les wilayas du Tell, des Hauts Plateaux, et de l'Atlas Saharien et
- **20m** pour le Moyen sud et pour l'Extrême Sud.



Pr Mohammed Nabil Ouissi

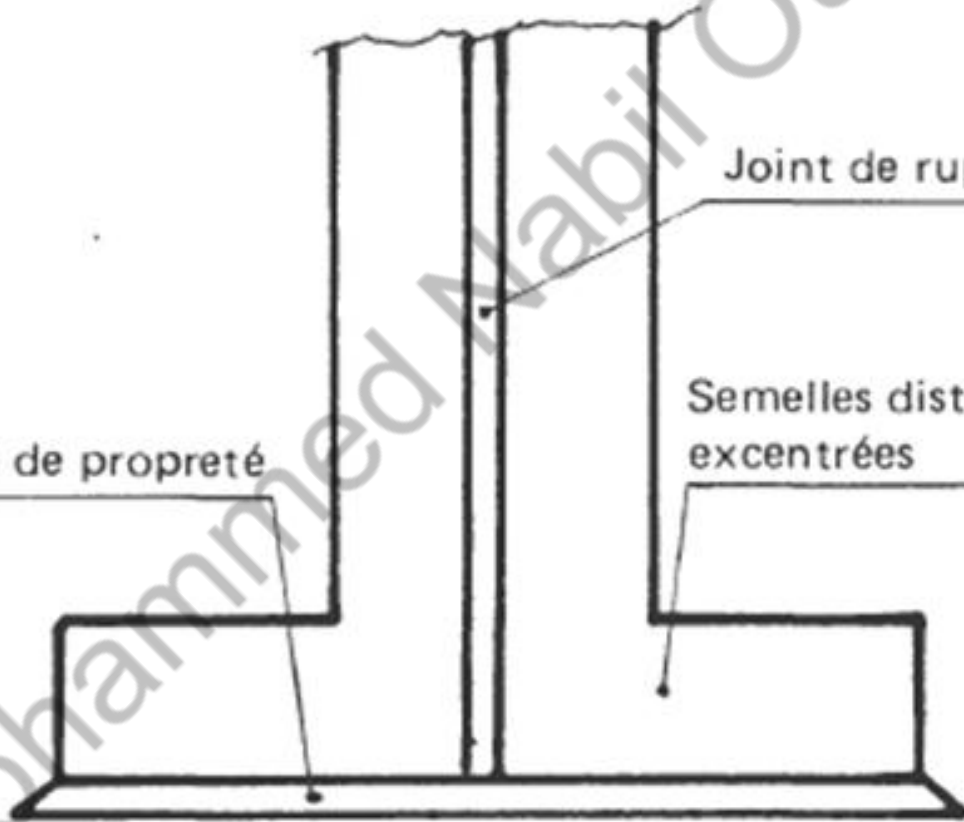
Joint de rupture

- Des joints de rupture doivent être prévus entre deux ouvrages voisins, lorsqu'ils subissent des différences importantes de charge ou qu'ils peuvent subir des différences de tassements.
- C'est notamment le cas de bâtiments accolés n'ayant pas le même nombre d'étages ou de bâtiments accolés assis sur un remblai d'épaisseur variable.

Béton de propreté

Joint de rupture

Semelles distinctes
excentrées



Joint sismique

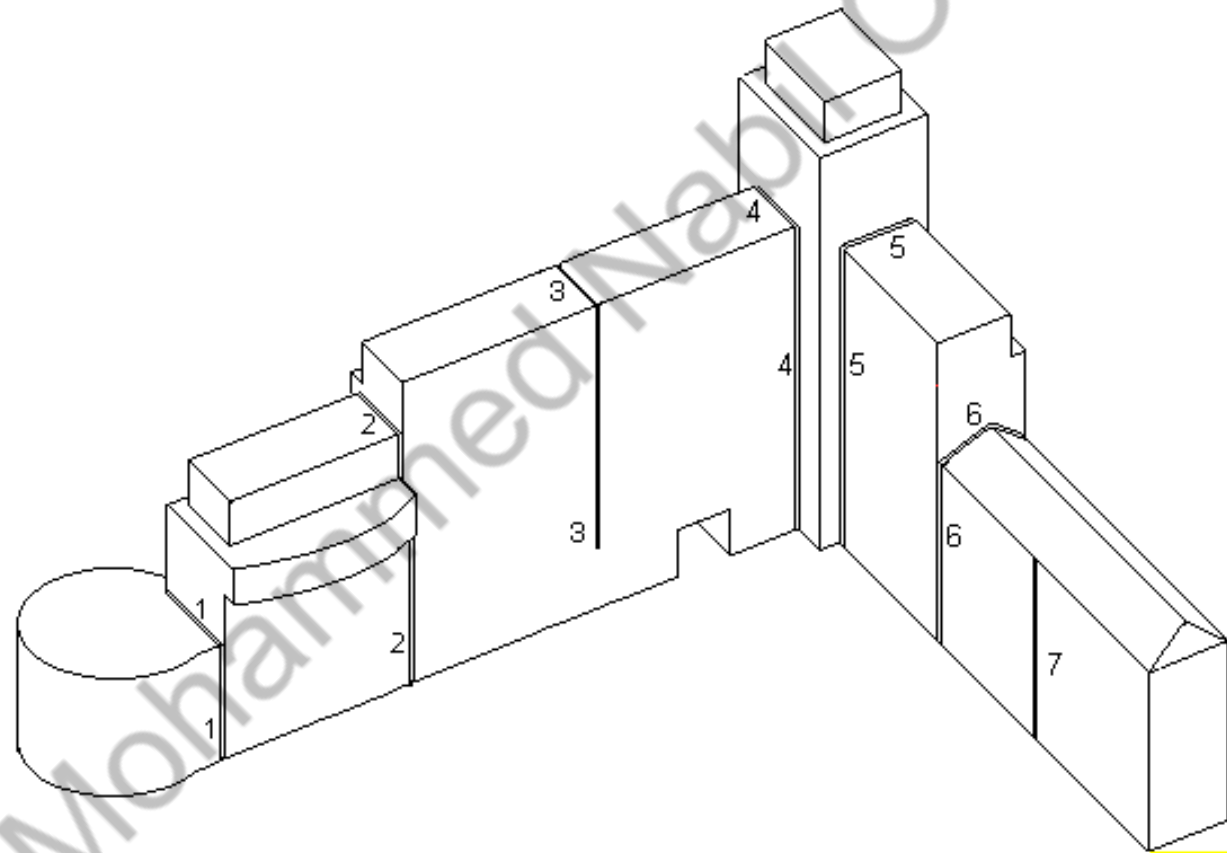
Ils sont disposés de façon :

- A séparer les blocs de bâtiments ou ouvrages accolés de géométrie et /ou de rigidités et de masses inégales.
- A simplifier les formes en plan de bâtiments présentant des configurations complexes (forme en T, U, L, H,...).
- Le RPA 99 imposent que le joint sismique soit laissé vide.

Joint sismique



Joints



CLASSIFICATION DES ZONES SISMIQUES

- Le territoire national est divisé en quatre (04) zones de sismicité croissante, définies sur la carte des zones de sismicité et le tableau associé qui précise cette répartition par wilaya et par commune, soit :
 - Zone 0 : sismicité négligeable
 - Zone I : sismicité faible
 - Zone II : sismicité moyenne
 - Zone III : sismicité élevée

CLASSIFICATION DES ZONES SISMQUES

CARTE DE ZONAGE SISMQUE DU TERRITOIRE NATIONAL – RPA99/ APRES ADDENDA

