



Le risque sismique



*Département Risques Eau Construction
(DREC)*

*Service Bâtiment Constructions Durables
(SBCD)*

POURQUOI ?



L'OBJECTIF ?

SAUVER DES VIES



Le risque sismique



Aléa: probabilité (zonage)

Vulnérabilité/Enjeux: sensibilité sismique d'un site/ouvrage

Comment diminuer le risque

- Impossible d'agir sur l'aléa

• Actions sur les enjeux exposés (réseaux, bâtiments, infrastructures)



REGLEMENTATIO
N

- Action sur l'aménagement du territoire
- Action sur la connaissance du risque
- Préparation à la gestion de crise

Cadre réglementaire

- Risque normal / risque spécial

Ouvrages à risques normal-ORN

« les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat. »

Ouvrages à risques spécial-ORS

« Les effets sur les personnes, les biens et l'environnement, de dommages, même mineurs, suite à un séisme, peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat des bâtiments, équipements et installations »

Cadre réglementaire

- Objectifs de la réglementation



-proportionnée à la catégorie de l'ouvrage



-préserver des vies humaines par une faible probabilité d'effondrement.



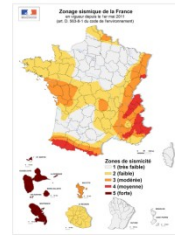
Corpus réglementaire

Code - 563-1 Code de l'environnement

S L112-1 à 8 Code de la construction et de l'habitat

Décret n°2110-1254 du 22 octobre 2010
(prévention du risque sismique)

Décret n°2010-1255 du
22 octobre 2010
(Zonage de sismicité)



Arrêté du 22 octobre
2010
(Classification et règles
de construction
parasismique)

Règles de construction

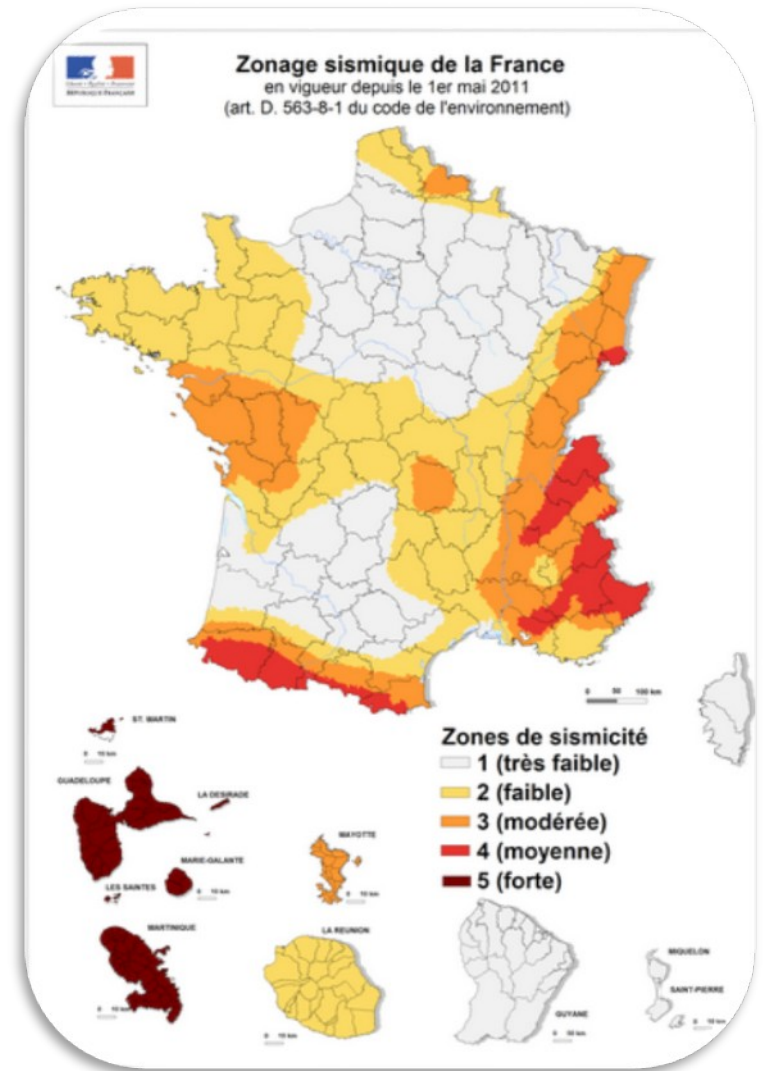
Règles eurocode 8

Règles simplifiées (PSMI, CPMI
Antilles)

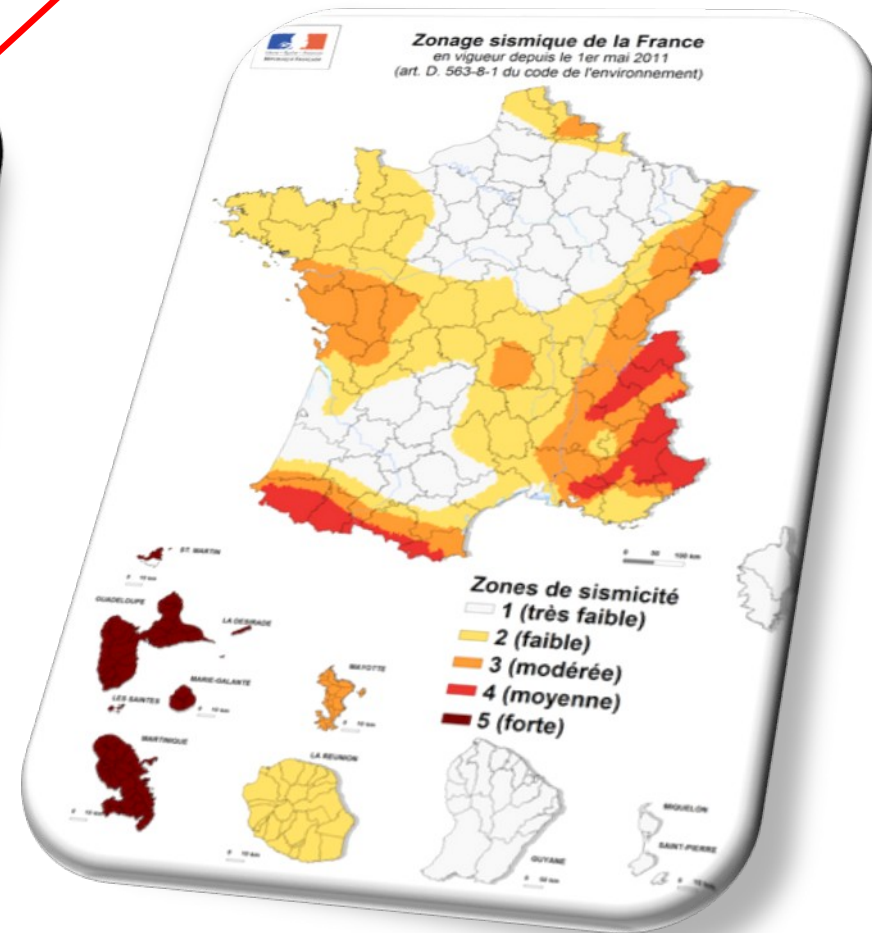
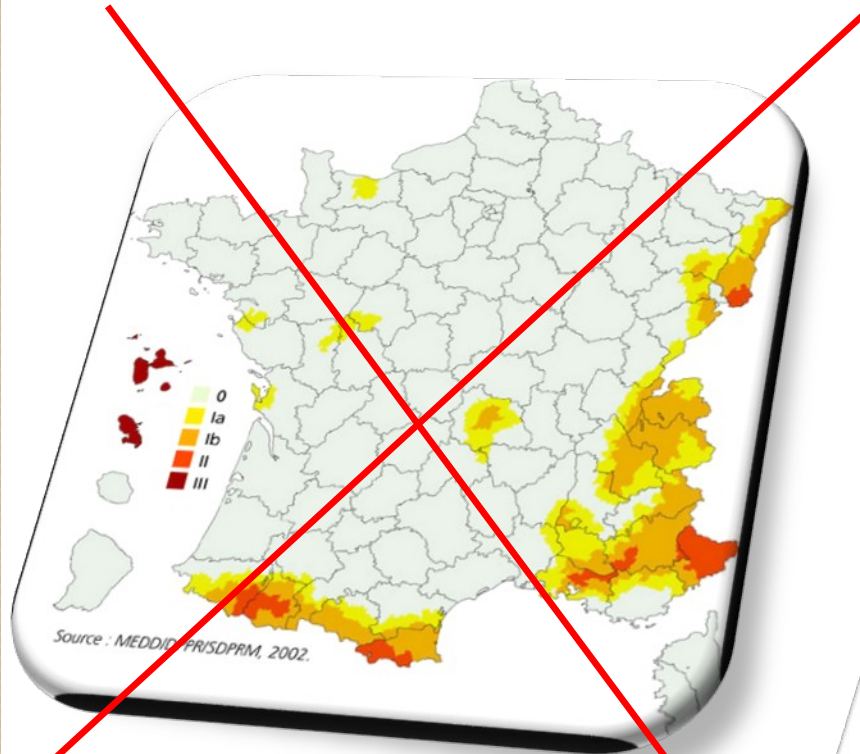
Zonage réglementaire

Art R. 563-4 du CE
Découpage communal

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3



Zonage réglementaire







La réglementation parasismique

Catégorie d'importance	Description
<p>I</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
<p>II</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, $h \leq 28$ m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
<p>III</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, $h > 28$ m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
<p>IV</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

La réglementation parasismique

L'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismiques applicables aux bâtiments de la classe dite « risque normal »

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				
Zone 3	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	
Zone 4	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	
Zone 5	CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

¹ Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

La réglementation parasismique

Eurocode 0: Base de calcul des structures

Eurocode 1: Actions sur les structures

Eurocode 2: Calcul des structures en béton

Eurocode 3: Calcul des structures acier

Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton

Eurocode 5: Conception et calcul des structures en bois

Eurocode 6: Calcul des ouvrages en maçonnerie

Eurocode 7: Calcul géotechniques

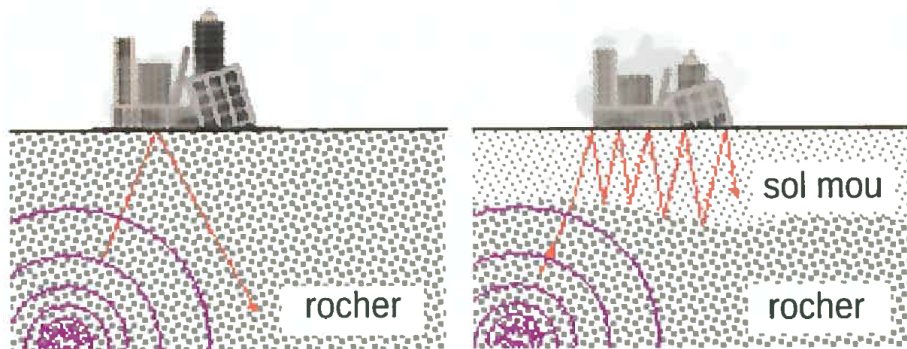
Eurocode 8: Calcul des structures pour la résistance aux séismes

Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium

La réglementation parasismique

L'influence du sol

-Impact sur le bâtiment



EC8 : Classe de sol

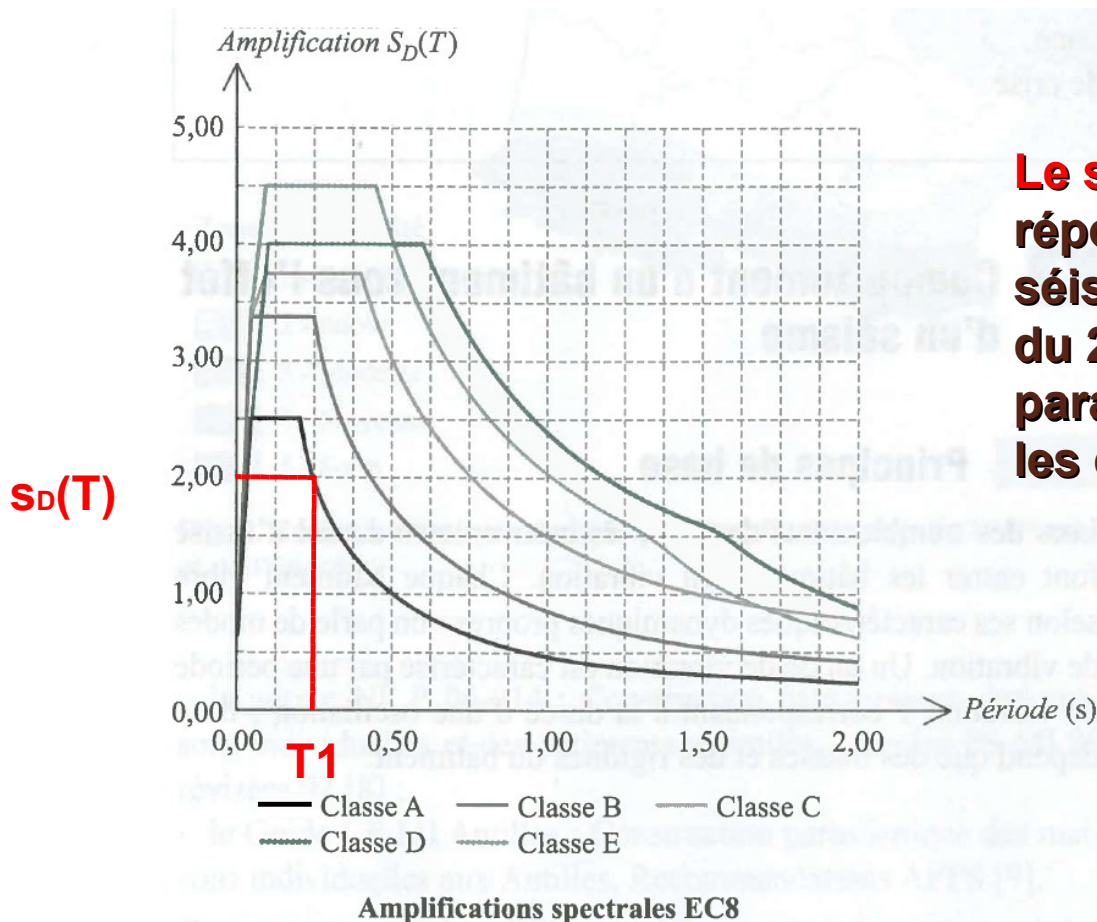
Amplification du signal sismique suivant la nature du sol

Classes de sol	S (zones 1 à 4)
A	1
B	1,35
C	1,5
D	1,6
E	1,8

La réglementation parasismique

L'influence du sol

-Impact sur le bâtiment



Le spectre caractérise la réponse du bâtiment aux séismes (l'art 4 de l'arrêté du 22 octobre définit les paramètres pour décrire les courbes

La réglementation parasismique

Les règles simplifiées

Métropole

PSMI
89/92



Territoires
d'Outre Mer

CPMI Antilles
2004



La réglementation parasismique

Les règles simplifiées

Métropole

CPMI-EC8 Z3 et Z4



Territoires d'Outre Mer

CPMI-EC8 Antilles(Z5)



BIEN CONSTRUIRE

IMPLANTATION

CONCEPTION

EXECUTION

IMPLANTATION

- **Eboulement / glissement : s'éloigner**
 - Des bords des falaises
 - Des pieds de crête
 - Des pentes instables

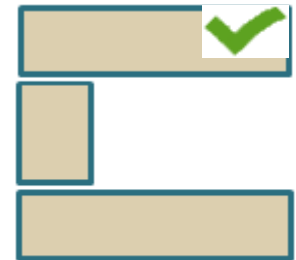
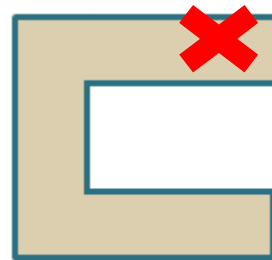
• **Liquéfaction**



CONCEPTION

Privilégier les formes simples

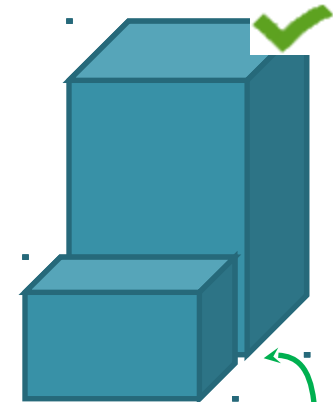
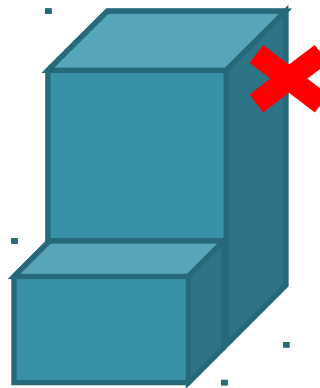
Structures compacts



Etude géotechnique

- Caractéristiques du sol
- Amplifications du mouvement de sol

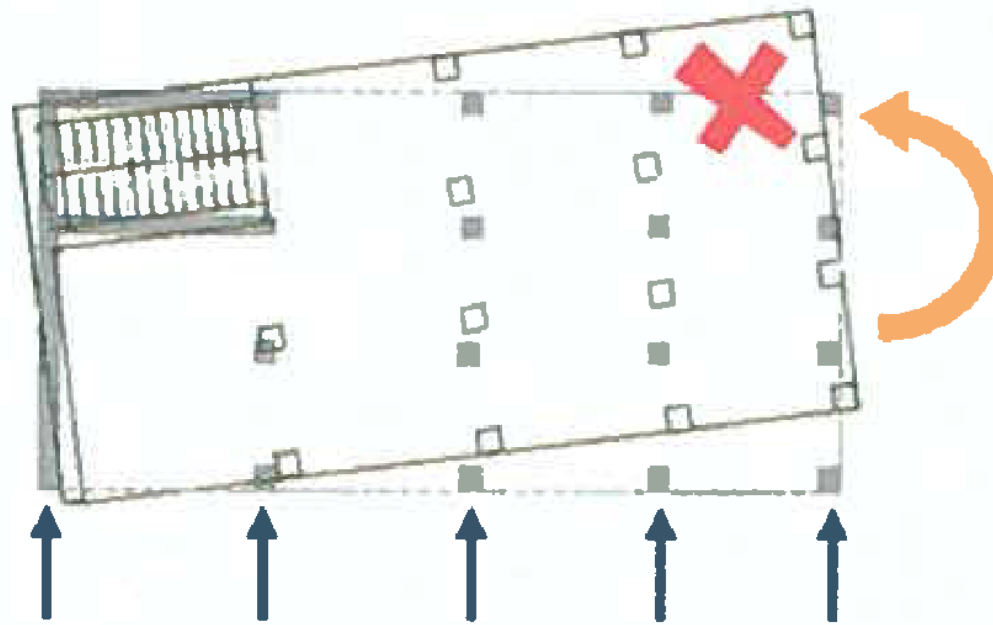
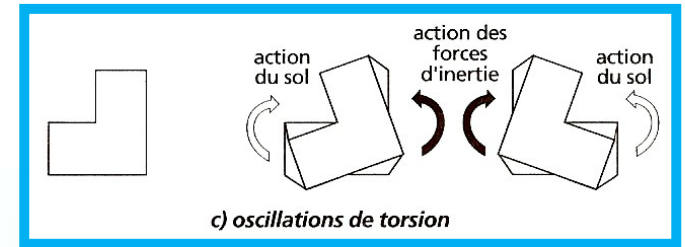
Limiter les décrochements en plan et en élévation



Jointes parasismiques

CONCEPTION

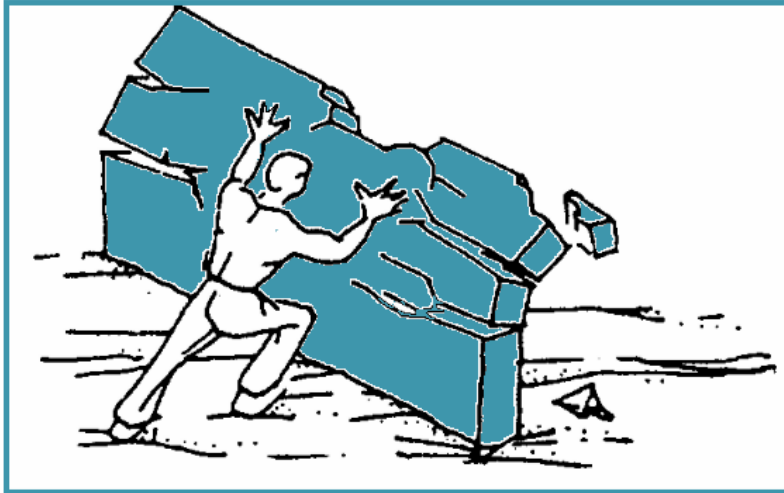
- **Limiter les effets de torsion**



séisme

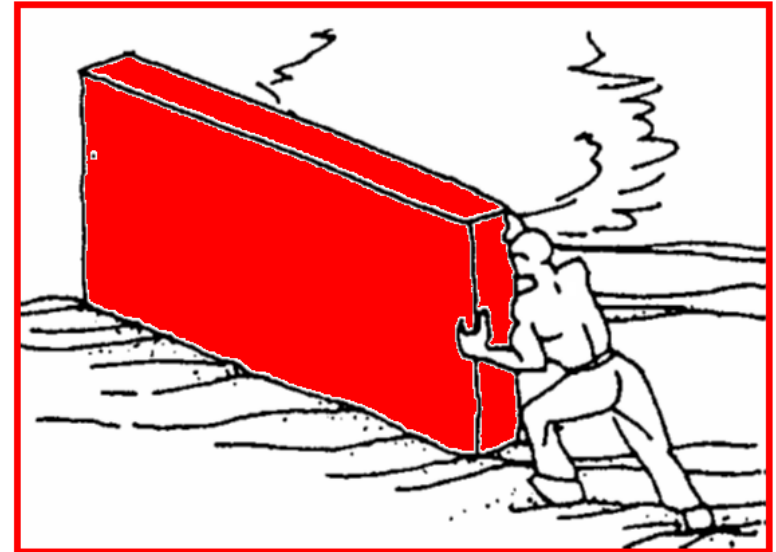
CONCEPTION

Assurer un système de contreventement vertical efficace



Mécanisme « hors plan » :
Actions sismiques perpendiculaires
au plan du contreventement

RÉSISTANCE FAIBLE

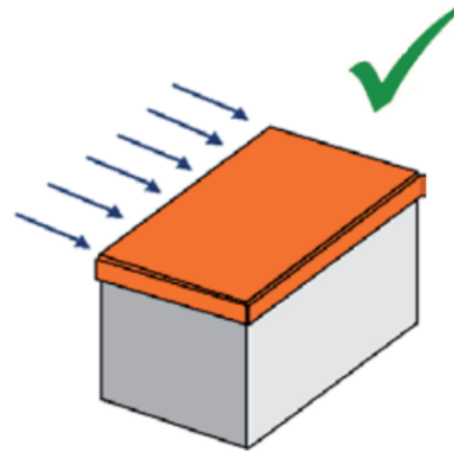
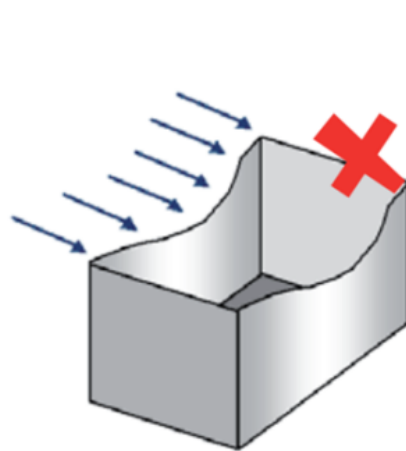
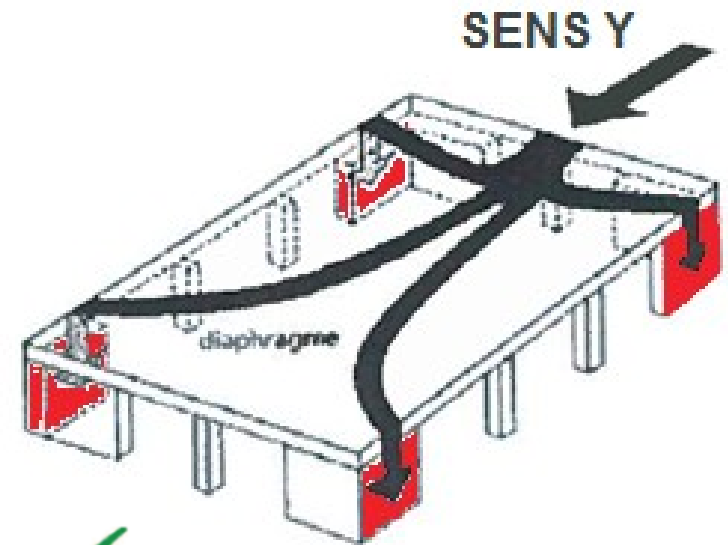
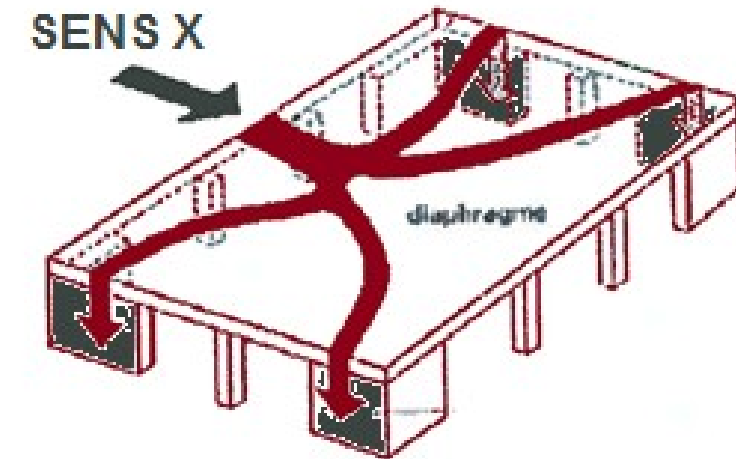


Mécanisme « dans le plan » :
Actions sismiques parallèles au
plan du contreventement

BONNE RÉSISTANCE

CONCEPTION

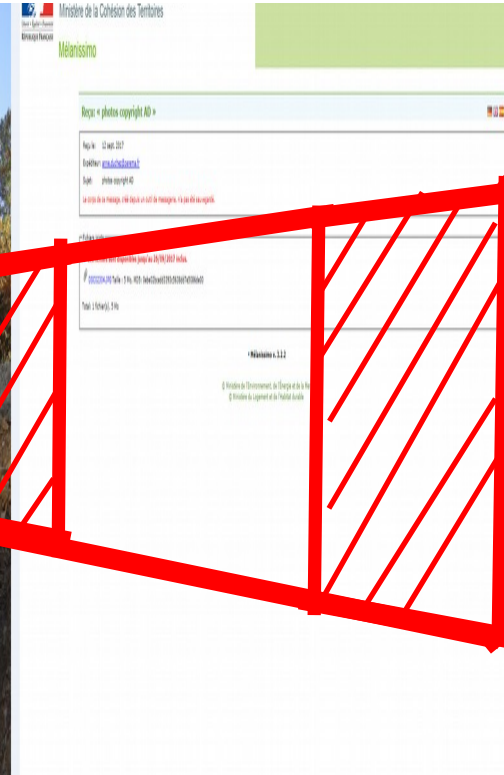
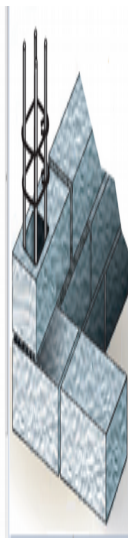
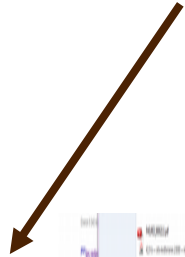
•La reprise des efforts sismiques



CONCEPTION

•La reprise des efforts sismiques

Les chaînages



EXECUTION

• **Soigner la mise en œuvre**

- **main d'œuvre qualifiée**



- **suivi de chantier**



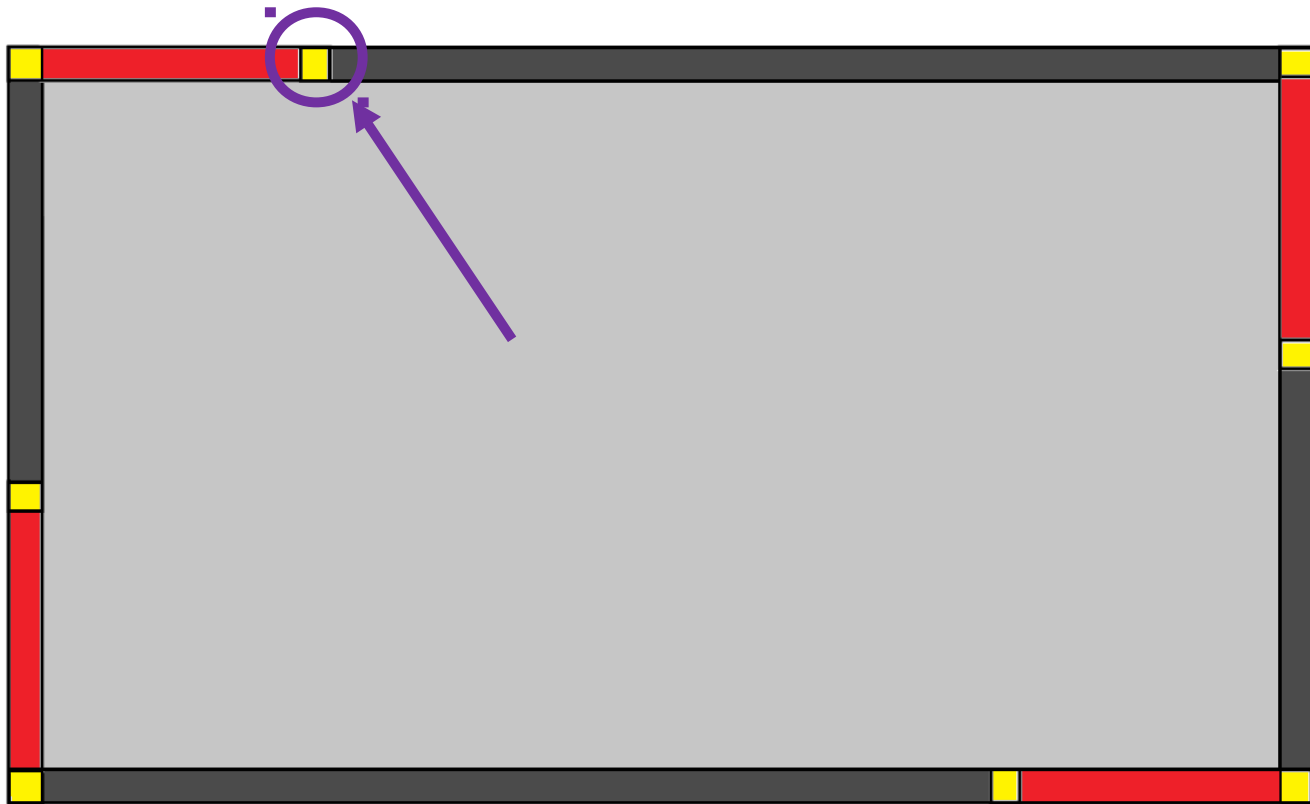
• **Pour éviter des erreurs**

- **Longueurs de recouvrement d'armature**
- **Poussée au vide (coin des structures)**
- **Omission d'un chaînage vertical**

EXECUTION

- Pour éviter des erreurs

Omission d'un chaînage vertical



EXECUTION

- Pour éviter des erreurs

Omission d'un chaînage vertical



EXECUTION

- Pour éviter des erreurs

Longueurs de recouvrement d'armature



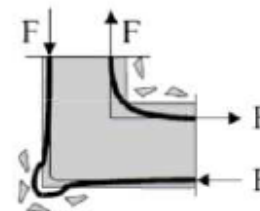
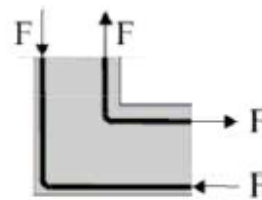
Poussée au vide (coin des structures)

Ferrailage incorrect

Conséquence

Solution

Angle de mur



Lambesc : dégâts sur les constructions



Epagny- Annecy : éléments non structuraux

- Dégâts non structuraux : des centaines de cheminées à terre



Amatrice: 24 août 2016

- Séisme de magnitude 6,2
- 300 victimes



Conclusion : conception parasismique des bâtiments

- Conception assurant un bon comportement parasismique.
 - tenir compte des effets de site et des effets induits
 - tenir compte du terrain
 - **adopter une architecture favorable**
- Application des règles parasismiques
 - Dispositions constructives
 - Dimensionnement
- Mise en œuvre soignée
 - Matériau de qualité
 - Exécution dans les règles de l'art