



Le risque sismique

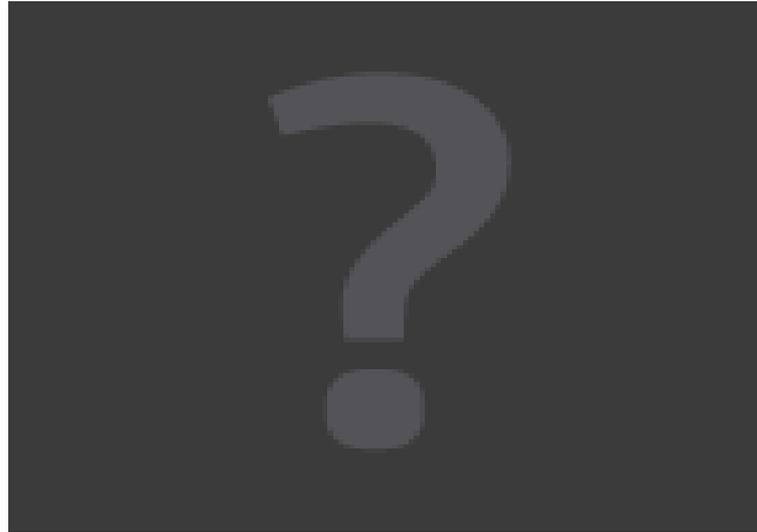


*Département Risques Eau Construction
(DREC)*

*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



-préservé 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

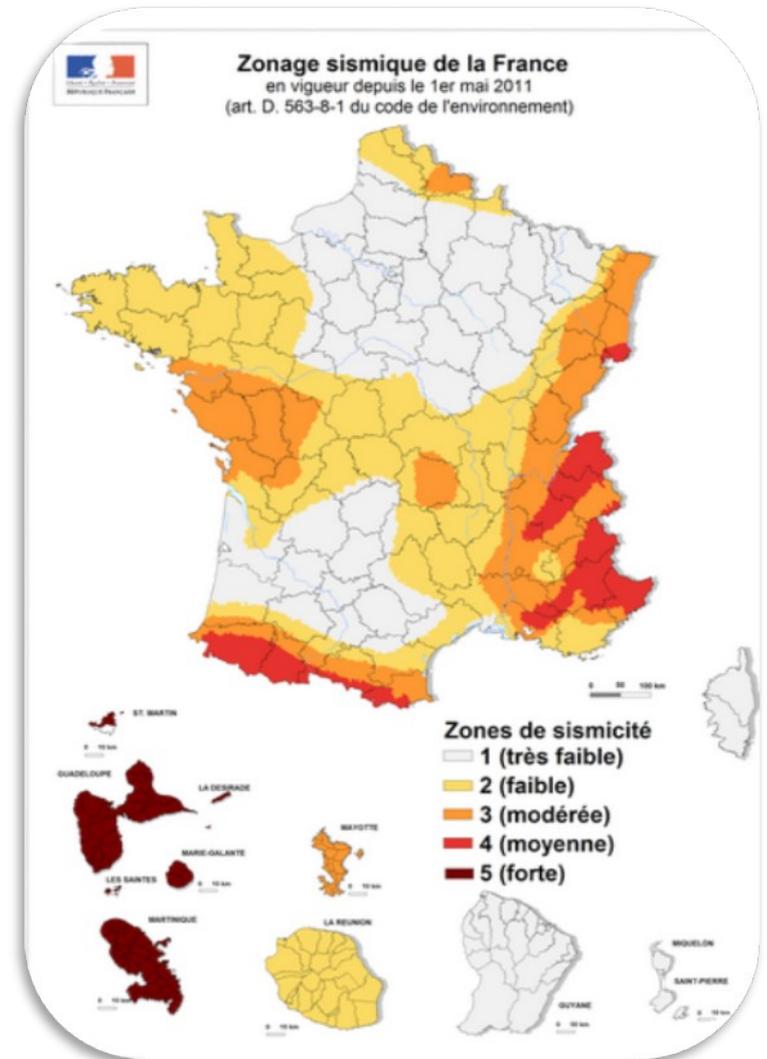
Règles eurocode 8

Règles simplifiées (PSMI, CPMI
Antilles)

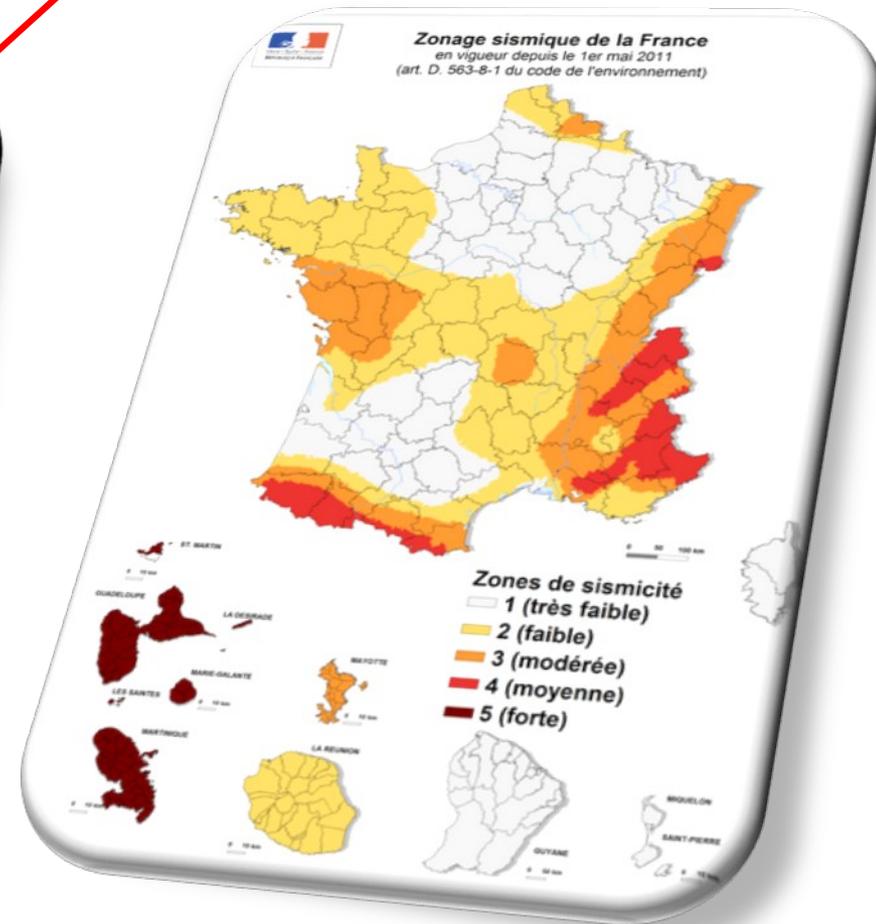
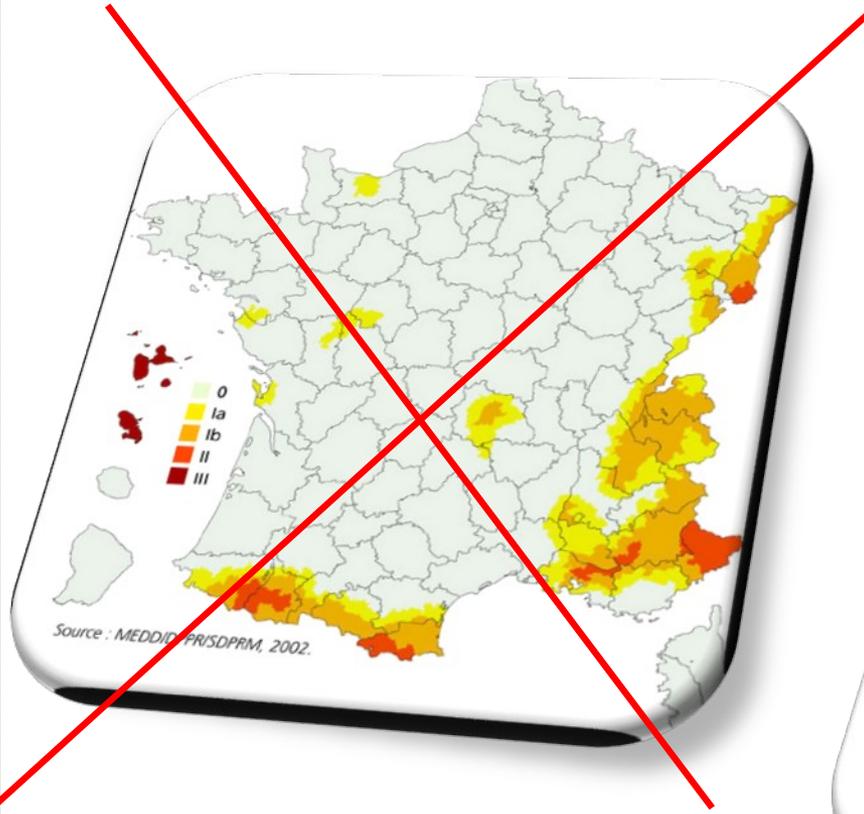
Zonage réglementaire

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 $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	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 $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	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 $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	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

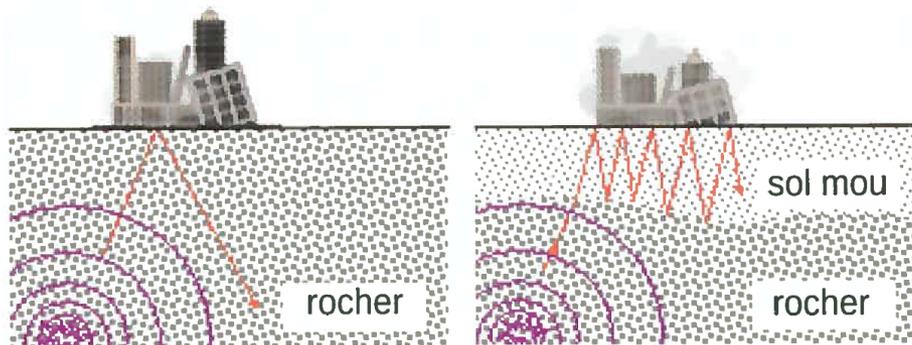
Eurocode 8: Calcul des structures pour la résistance aux séismes

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

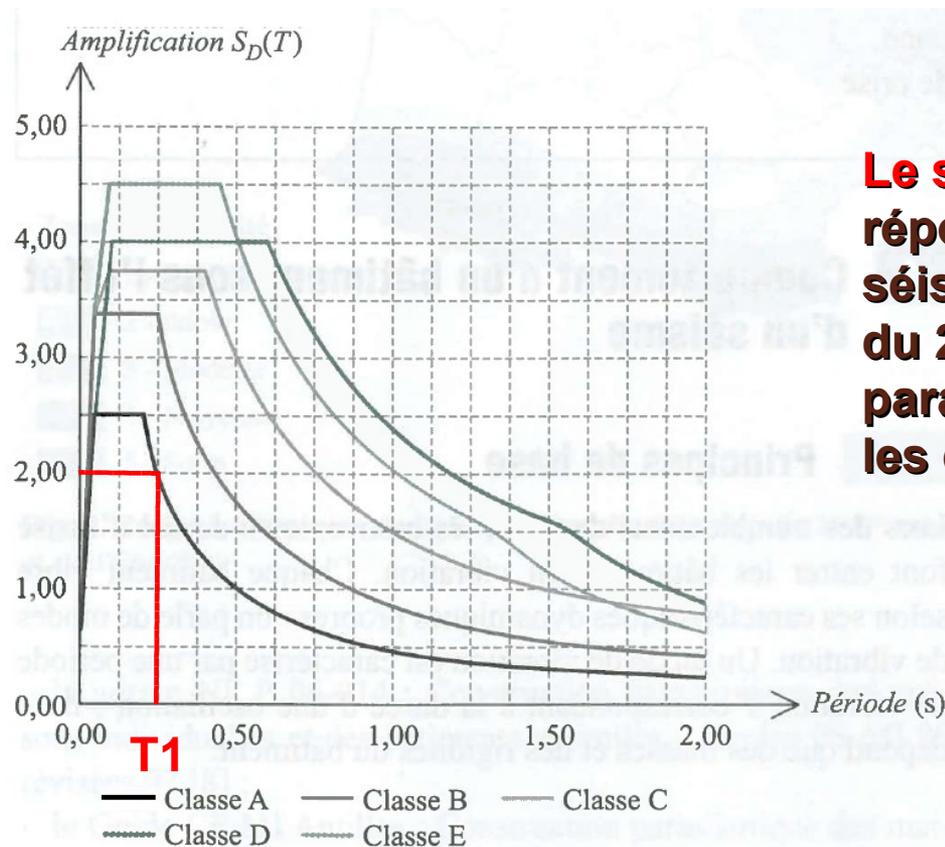
Classes de sol	S (zones 1 à 4)
A	1
B	1,35
C	1,5
D	1,6
E	1,8

La réglementation parasismique

L'influence du sol

-Impact sur le bâtiment

$S_D(T)$



Amplifications spectrales EC8

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

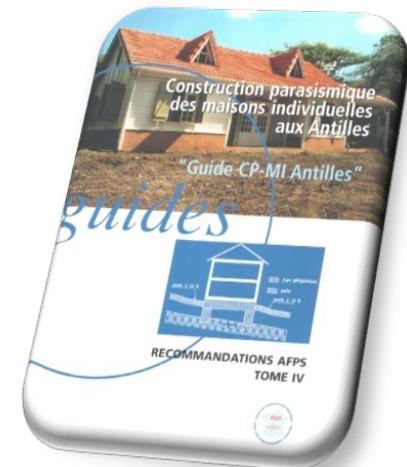
Métropole

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

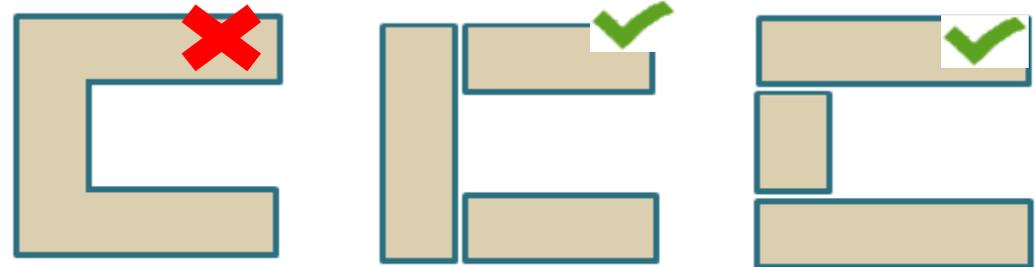
• **Liquéfaction**



CONCEPTION

Privilégier les formes simples

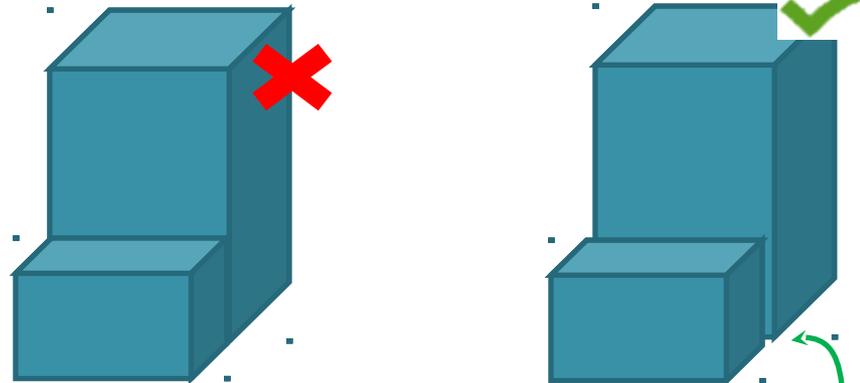
Structures compacts



Etude géotechnique

- Caractéristiques du sol
- Amplifications du mouvement de sol

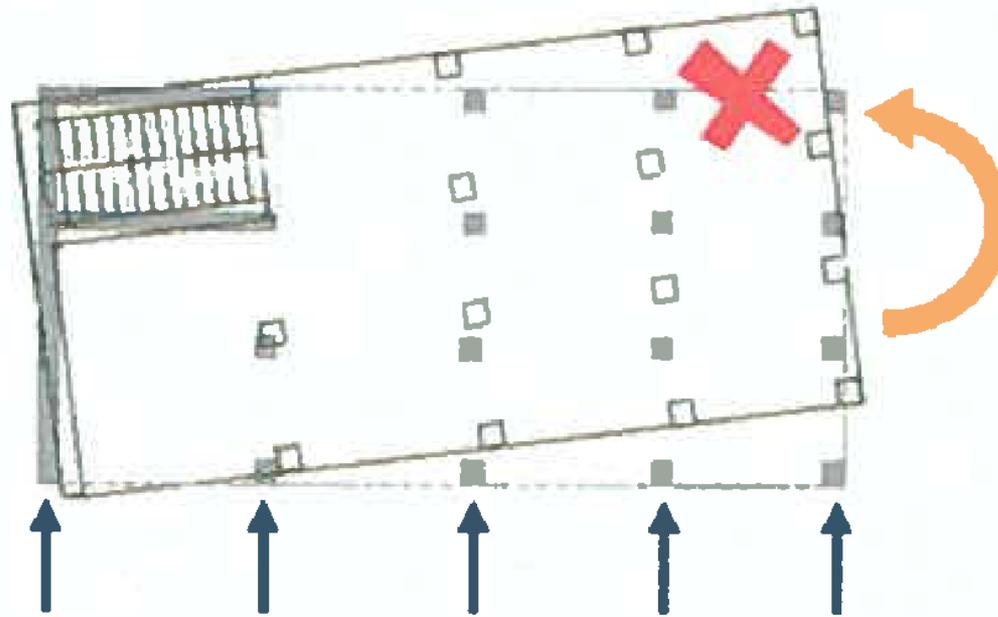
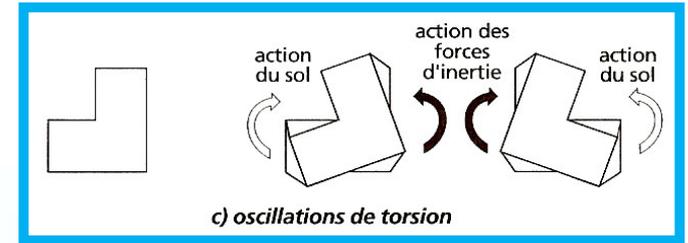
Limiter les décrochements en plan et en élévation



Jointes parasismiques

CONCEPTION

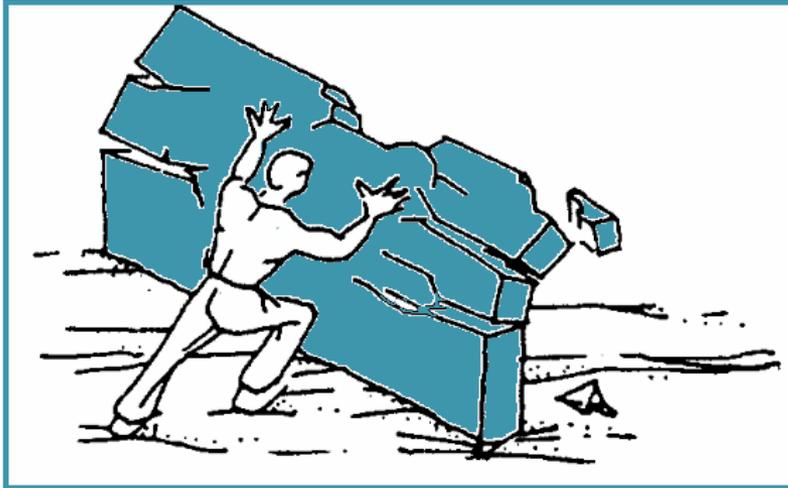
- Limiter les effets de torsion



séisme

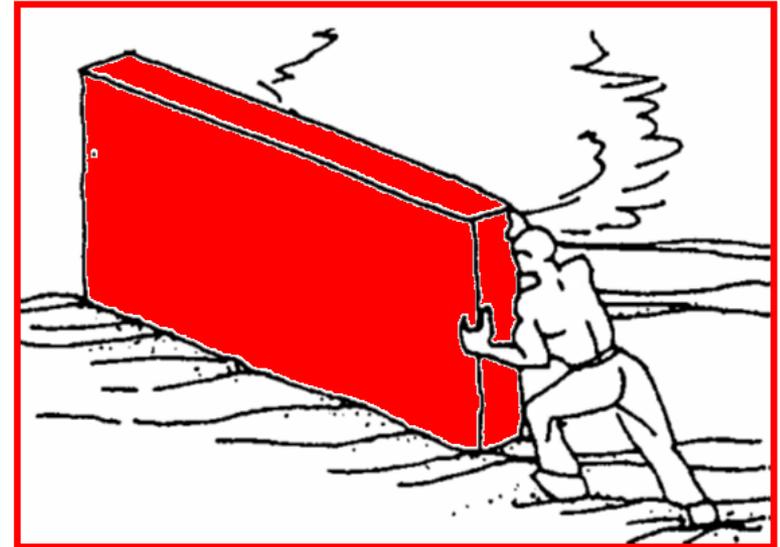
CONCEPTION

Assurer un système de contreventement vertical efficace



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

RÉSISTANCE FAIBLE

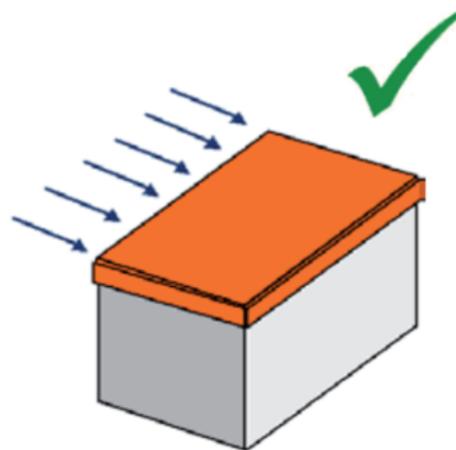
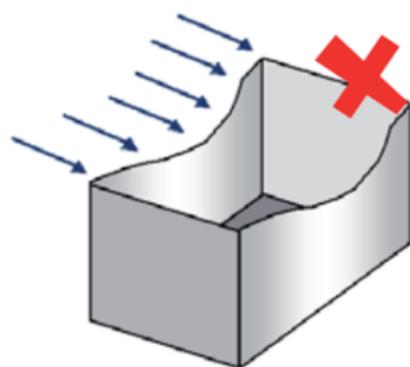
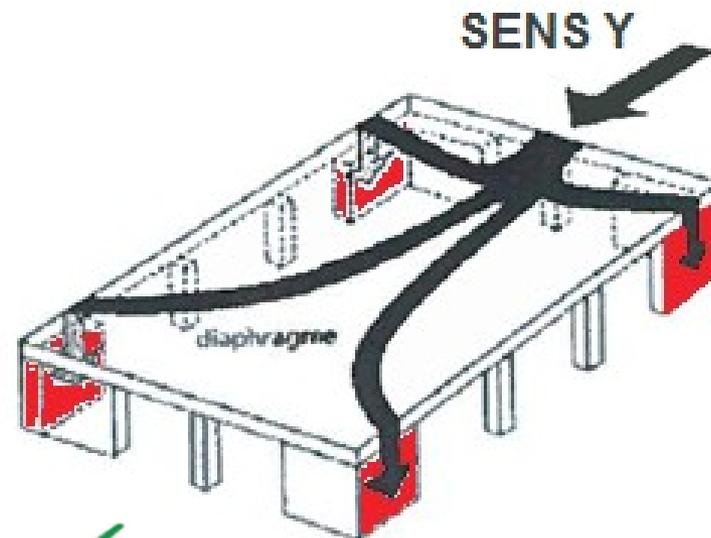
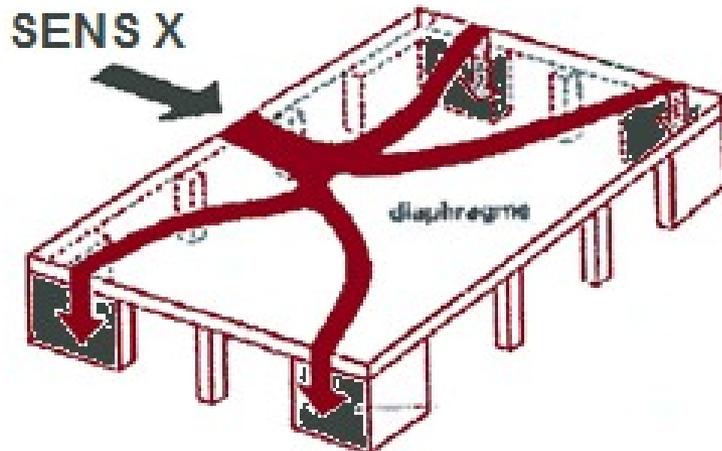


Mécanisme « dans le plan » :
Actions sismiques parallèles au
plan du contreventement

BONNE RÉSISTANCE

CONCEPTION

• La reprise des efforts sismiques



CONCEPTION

•La reprise des efforts sismiques

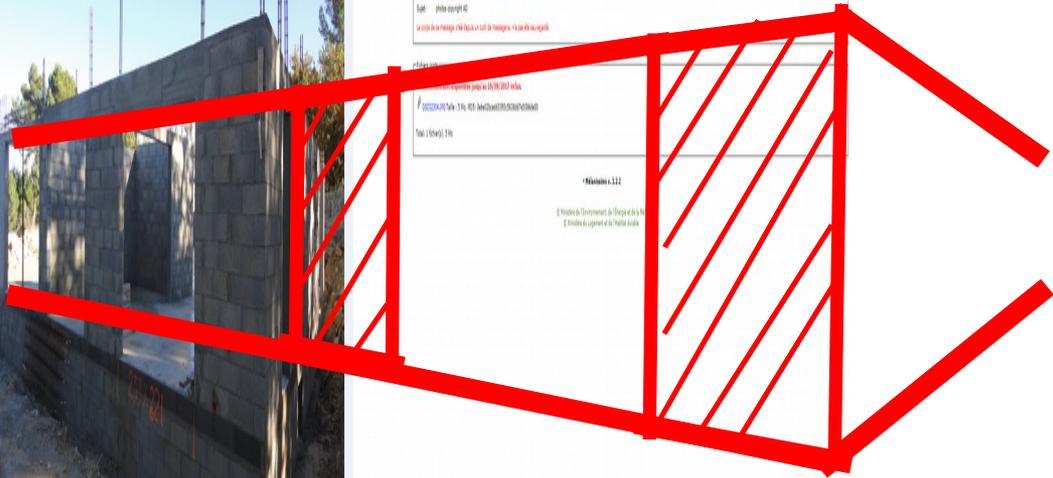
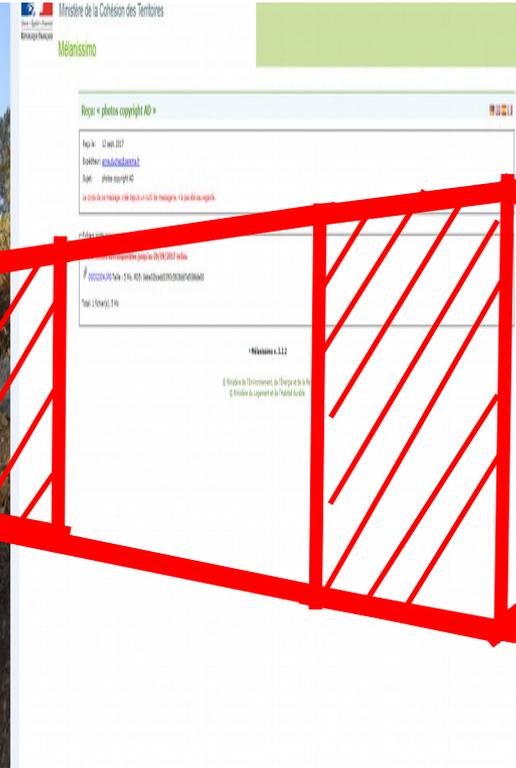
Les chaînages



***Mortier de maçonnerie**
Mortier de maçonnerie à base de ciment et de chaux
Mortier de maçonnerie à base de ciment et de chaux
Mortier de maçonnerie à base de ciment et de chaux

***Briques**
Briques pleines de terre cuite
Briques pleines de terre cuite
Briques pleines de terre cuite

***Acier**
Acier à froid
Acier à froid
Acier à froid



EXECUTION

• **Soigner la mise en œuvre**

- **main d'œuvre qualifiée**



- **suivi de chantier**



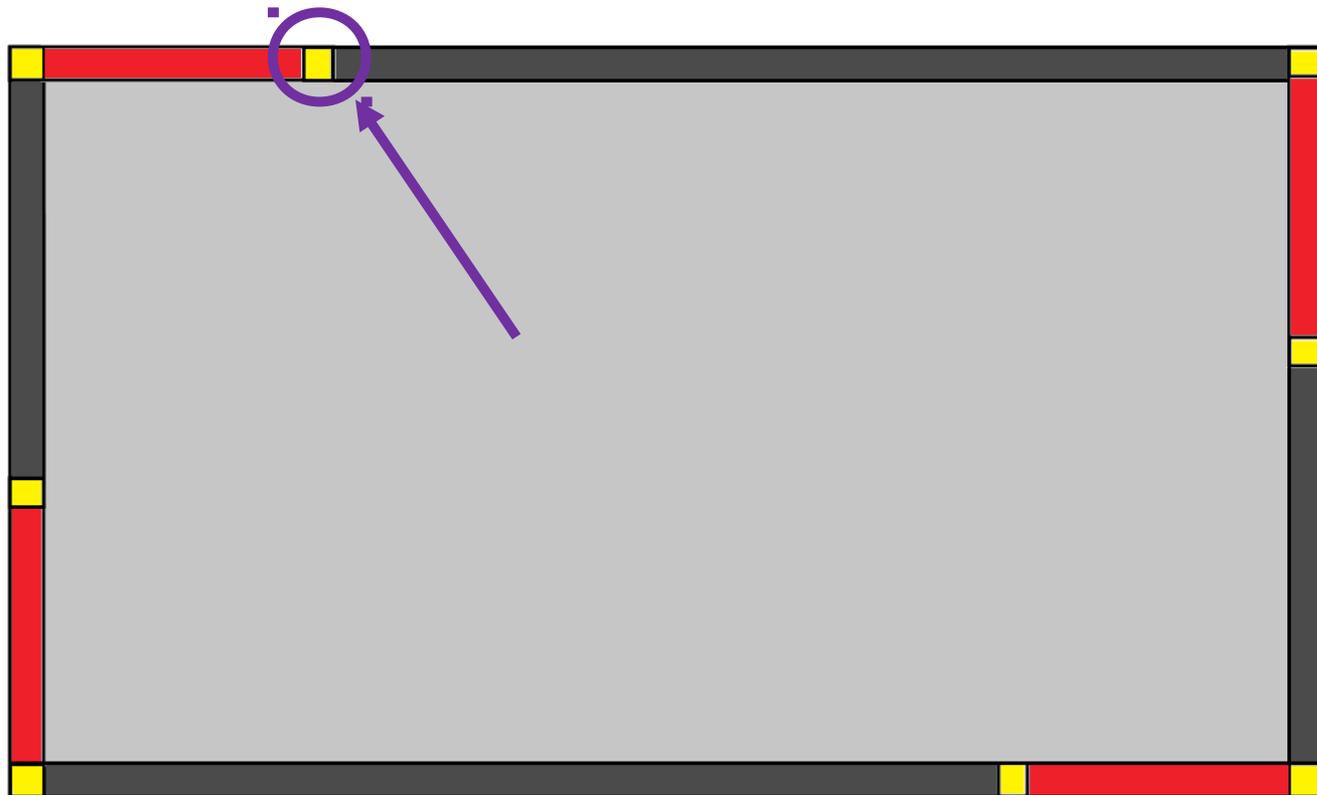
• **Pour éviter des erreurs**

- **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



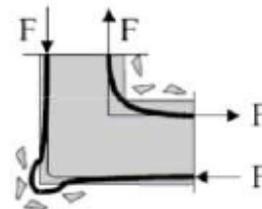
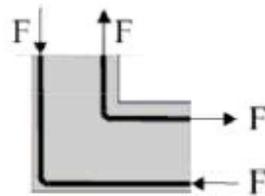
Poussée au vide (coin des structures)

Ferrailage incorrect

Conséquence

Solution

Angle de mur



Maisons en zone sismique

Que nous apprend le contrôle ?

Le contrôle par les représentants de l'Etat vise à faire respecter le règlementation pour ces constructions et assurer la sécurité de leurs occupants.

Il permet d'obtenir sur le terrain les écart et les difficultés pratiques d'application de la réglementation.

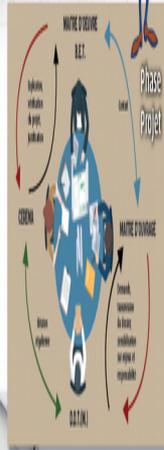
Il contribue à prévenir les problèmes de concurrences déloyales.

Il permet d'adapter la communication à destination des acteurs de la construction.



Fondement
Références

CEI (C 152-1)
Règles simplifiées (PSM192, CPM1 Antilles)
Eurocode 8



Phase Travaux Visite de chantier

D.O.C.M.A.
C.E.S.S.A.
MAITRE D'OUVRAGE
B.E.T.

La réalisation de chantier demande de la vigilance pour que la stabilité des bâtiments soit garantie.

Les vérifications sur place consistent :

- des contrôles résultant de la non application des règles de l'art,
- des écarts vis-à-vis des plans d'exécution.

Les principes de stabilité d'usage sont mieux adaptés que ceux de la résistance au séisme.

22 CONCEPTION

23 CONCEPTION

24 EXECUTION

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)
 - Déficit d'acier
 - Omission d'un chaînage vertical

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